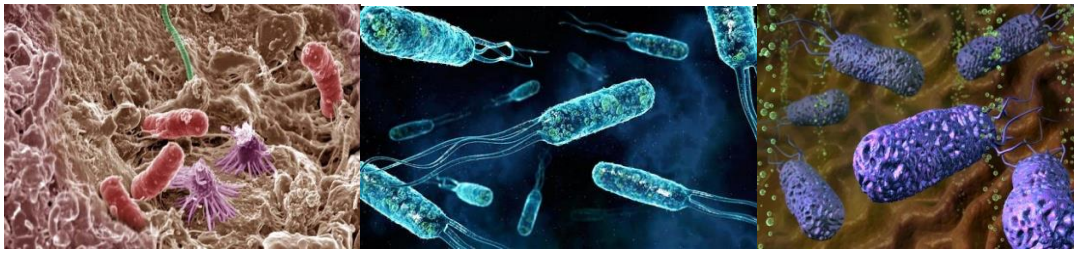


XVI З'ЇЗД

ТОВАРИСТВА МІКРОБІОЛОГІВ УКРАЇНИ

ІМ. С.М. ВИНОГРАДСЬКОГО

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

2-6 червня 2025 рік, ТЕРНОПІЛЬ

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ТОВАРИСТВО МІКРОБІОЛОГІВ УКРАЇНИ ІМ. С.М. ВИНОГРАДСЬКОГО

ІНСТИТУТ МІКРОБІОЛОГІЇ І ВІРУСОЛОГІЇ ім. Д.К. ЗАБОЛОТНОГО НАН УКРАЇНИ

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ім. І.Я. ГОРБАЧЕВСЬКОГО

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ім. ВОЛОДИМИРА ГНАТЮКА

XVI З'ЇЗД

ТОВАРИСТВА МІКРОБІОЛОГІВ УКРАЇНИ

ІМ. С.М. ВИНОГРАДСЬКОГО

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

2-6 червня 2025 рік, ТЕРНОПІЛЬ

Київ, 2025

УДК 579

Т30

Редакційна колегія: **Підгорський В.С.** (головний редактор), **Курдиш І.К.** (заступник головного редактора), **Загородня С.Д.** (заступник головного редактора), **Авдєєва Л.В.**, **Андрейчин М.А.**, **Андрієнко О.В.**, **Балко О.Б.**, **Балко О.І.**, **Богдан М.М.**, **Буценко Л.М.**, **Гнатуш С.О.**, **Гнатюк Т.Т.**, **Грецький І.О.**, **Данкевич Л.А.**, **Іваниця В.О.**, **Климнюк С.І.**, **Лазаренко Л.М.**, **Патика В.П.**, **Пида С.В.**, **Рибальченко Н.П.**, **Савчук Я.І.**, **Сафронова Л.А.**, **Сибірний А.А.**, **Сильчук А.А.**, **Сківка Л.М.**, **Співак М.Я.**, **Шевченко О.В.**

Рекомендовано до друку Вченою Радою Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України (протокол № 4 від 24 квітня 2025)

XVI З'ЇЗД ТОВАРИСТВА МІКРОБІОЛОГІВ УКРАЇНИ ІМ. С.М. ВИНОГРАДСЬКОГО (XVI; 2025; Тернопіль)

Тези доповідей XVI з'їзду Товариства мікробіологів Україну ім. С.М. Виноградського, 2-6 червня 2025 р.— Київ, 2025. — 302с.

Подано наукові праці (тези доповідей), що охоплюють широке коло питань з проблем сучасної мікробіології, вірусології і біотехнології. Відображено результати наукових досліджень авторів за такими напрями: екологія мікроорганізмів і біорізноманітність; мікробні біотехнології, нанобіотехнології, біоремедіація; медична, ветеринарна мікробіологія і імунологія, фізіологія, біохімія, генетика і молекулярна біологія мікроорганізмів; вірусологія.

Для мікробіологів, вірусологів, біохіміків, біотехнологів, екологів, агроекологів, викладачів, аспірантів і студентів, які вивчають мікробіологію, вірусологію, біотехнологію, екологію

THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE OF UKRAINE
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
VINOGRADSKY SOCIETY OF MICROBIOLOGIST OF UKRAINE
ZABOLOTNY INSTITUTE OF MICROBIOLOGY AND VIROLOGY OF THE NASU
I. HORBACHEVSKY TERNOPIL NATIONAL MEDICAL UNIVERSITY
TERNOPIL VOLODYMYR HNATIUK NATIONAL PEDAGOGICAL UNIVERSITY

XVI CONGRESS OF VINOGRADSKYI SOCIETY OF MICROBIOLOGISTS OF UKRAINE

ABSTRACTS OF REPORTS

2-6 June, 2025, TERNOPIL

KYIV, 2025

ЧЛЕНИ ОРГАНІЗАЦІНОГО КОМІТЕТУ З'ЇЗДУ

Голова організаційного комітету: Підгорський В.С.
Співголови: Андрейчин М.А., Корда М.М., Пида С.В., Співак М.Я.
Секретарі: Булигіна Т.В., Данкевич Л.А.
Бухгалтер: Броварська О.С.

ЧЛЕНИ ОРГАНІЗАЦІНОГО КОМІТЕТУ З'ЇЗДУ

Авдєєва Л.В. (Київ)
Андрієнко О.В. (Київ)
Балко О.Б. (Київ)
Балко О.І. (Київ)
Богдан М.М. (Київ)
Бойко Н.В. (Ужгород)
Бойко П.К. (Луцьк)
Буценко Л.М. (Київ)
Вовч І.Р. (Тернопіль)
Войтович О.В. (Запоріжжя)
Волкогон В.В. (Чернігів)
Гнатуш С.О. (Львів)
Гнатюк Т.Т. (Київ)
Грецький І.О. (Київ)
Дейнека С.Е. (Чернівці)
Загородня С.Д. (Київ)
Заремба П.Ю. (Київ)
Зарудняк М.І. (Київ)
Іваниця В.О. (Одеса)
Камишний О.М. (Тернопіль)
Карпенко В.П. (Умань)
Климнюк С.І. (Тернопіль)
Ковальчук В.П. (Вінниця)
Копча В.С. (Тернопіль)
Кравець Н.Я. (Тернопіль)
Курдиш І.К. (Київ)
Куцик Р.В. (Івано-Франківськ)
Лазаренко Л.М. (Київ)
Леонова Н.О. (Київ)
Лобань Г.А. (Полтава)
Мацюк О.Б. (Тернопіль)
Михайлишин Г.І. (Тернопіль)
Мінухін В.В. (Харків)
Медвідь І.І. (Тернопіль)
Надкернична О.В. (Чернігів)
Немерицька Л.В. (Житомир)
Пасічник Л.А. (Київ)
Патика В.П. (Київ)
Покришко О.В. (Тернопіль)
Рибальченко Н.П. (Київ)
Савчук Я.І. (Київ)
Сафронова Л.А. (Київ)
Сибірний А.А. (Львів)
Сильчук А.А. (Київ)
Сківка Л.М. (Київ)
Скляр Т.В. (Дніпро)
Тугай Т.І. (Київ)
Федорченко В.І. (Полтава)
Фоменко С.В. (Київ)
Фоміна М.О. (Київ)
Широбоков В.П. (Київ)
Шевченко О.В. (Київ)

ІНОЗЕМНІ ЧЛЕНИ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО КОМІТЕТУ

Lusinda J Bessa (Portugal), Rahela Carpa (Romania), Michael L. Chikindas (USA), Judit Csabai (Hungary), Olena Rakhimova (Sweden), Reva Oleg (South Africa)

СПОНСОРИ ПРОВЕДЕННЯ XVI З'ЇЗДУ

ТОВАРИСТВА МІКРОБІОЛОГІВ УКРАЇНИ

ІМ. С.М. ВИНОГРАДСЬКОГО

ТОВ «ЛАЙФ БІОХЕМ»

ТОВ «НВК «Екофарм»

БТУ-ЦЕНТР

ДП «ЕНЗИМ»

ПрАТ «Індар»

ТОВ «БІОФАРМА ПЛАЗМА»

ТОВ «Біонасервіс плюс»

ЗМІСТ

Товариство мікробіологів України ім. С.М. Виноградського **6**

Секція 1. Екологія мікроорганізмів і біорізноманітність **19**

Секція 2. Мікробні біотехнології, нанобіотехнології, біоремедіація **89**

Секція 3. Медична, ветеринарна мікробіологія і імунологія **150**

Секція 4. Фізіологія, біохімія, генетика і молекулярна біологія мікроорганізмів **232**

Секція 5. Вірусологія **273**

Товариство мікробіологів України ім. С.М. Виноградського

ІСТОРИЧНА ДОВІДКА

Товариство мікробіологів України ім. С.М. Виноградського (ТМУ) раніше мало назву Українське мікробіологічне товариство і було засновано згідно з рішенням Президії АН України від 29 березня 1959 року. Товариство було створено на базі Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного (ІМВ) АН УРСР як філіал Всесоюзного мікробіологічного товариства.

Організатором та першим головою Товариства був академік АН УРСР В.Г. Дроботько (1959 - 1965), згодом його очолювали члени-кореспонденти АН УРСР М.М. Підоплічко (1965 - 1971), С.М. Московець (1971), Д.Г. Затула (1971 - 1980), академік НАНУ В.В. Смірнов (1980 - 2002), чл.-кор. НАНУ Б.П. Мацелюх (2002 - 2004). Нині президентом ТМУ є академік НАНУ В.С. Підгорський.

Дроботько
Віктор Григорович
(1959-1965)

Підоплічко
Микола Макарович
(1965-1971)

Московець
Семен Микитович
(1971)

Затула
Дмитро Григорович
(1971-1980)

Смірнов
Валерій Веніамінович
(1980-2002)

Мацелюх
Богдан Павлович
(2002-2004)

Підгорський
Валентин Степанович
(2004-донині)

За ініціативи академіка НАН України В.В. Смірнова Українське мікробіологічне товариство було реорганізовано і 27 грудня 2002 року в Міністерстві юстиції України було зареєстровано Товариство мікробіологів України (ТМУ) як добровільне науково-громадське об'єднання спеціалістів України, які працюють в галузі мікробіології, вірусології та суміжних напрямках науки.

З’їзди ТМУ проводяться через 4 – 5 років. Вони відбувалися в Києві (1965, 1968, 1971, 1975 рр.), Дніпропетровську (1980 р.), Донецьку (1984 р.), Чернівцях (1989 р.), Одесі (1993, 2004, 2017 рр.), Чернігові (2000 р.), Ужгороді (2009 р.), Ялті (2013 р.).

На X з’їзді ТМУ (15 – 17 вересня 2004 р., Одеса) було одноголосно прийнято рішення про присвоєння Товариству мікробіологів України імені С.М. Виноградського з огляду на виняткову значущість досліджень у галузі мікробіології цього ученого зі світовим іменем та його українське походження.

Нині до складу Товариства мікробіологів України входять 16 відділень, які об’єднують науковців, інженерів, аспірантів, викладачів та медичних працівників: Вінницьке, Волинське, Дніпропетровське, Житомирське, Закарпатське, Івано-Франківське, ІМВ НАН України, Київське, Львівське, Одеське, Полтавське, Тернопільське, Харківське, Черкаське, Чернівецьке, Чернігівське.

Науковий потенціал ТМУ – це представники більше, ніж 70 установ, у тому числі науково-дослідних інститутів НАНУ, НААНУ, кафедр мікробіології, вірусології, біотехнології університетів, медичних, аграрних вузів, та інших учбових закладів.

Сергій Миколайович Виноградський

Сергій Миколайович Виноградський народився **13 вересня 1856 р.** у заможній українській родині в Києві. З боку батьківської родини він був нащадком сотенного отамана А. Виноградського, а з материнського – славного гетьманського роду Скоропадських. Після закінчення гімназії в Києві Сергій Миколайович учився на фізико-математичному факультеті Київського університету Св. Володимира. А **з 1877 по 1881 р.** – на природничому факультеті Петербурзького університету, де в **1884 р.** одержав диплом магістра.

У **1885 – 1899 р.** С.М. Виноградський працює в Швейцарії. Саме в цей період на прикладі сірководню, аміаку, нітритів як джерела енергії він виявив хемолітотрофні бактерії, тобто такі, які можуть рости тільки на мінеральних поживних речовинах; відкрив асимбіотичні азотфіксатори.

З **1899** по **1912** рр. Сергій Миколайович працював в Інституті експериментальної медицини у Санкт-Петербурзі, де займався вивченням небезпечних інфекцій, зокрема чуми, його помічником був Д.К. Заболотний.

З **1912 р**. С.М. Виноградський жив в Україні у власному маєтку на Хмельниччині, де займається проблемами землеробства і ґрунтознавства. З **1922 р**. і до останніх днів свого життя працював в Інституті Пастера в Парижі. У цей період він здійснив низку блискучих досліджень у галузі ґрунтової мікробіології.

25 травня 2012 року в м. Городку на Хмельниччині було відкрито пам’ятник знаменитому співвітчизнику, вченому світового значення, видатному мікробіологу, Сергію Миколайовичу Виноградському.

КЕРІВНИЦТВО ТОВАРИСТВА
(2017-2025)

Вищим керівним органом ТМУ є з'їзд. Чергові з'їзди скликаються не рідше одного разу на 4–5 років. У період між з'їздами поточною діяльністю ТМУ керує Центральна Рада Товариства. Поточна робота Товариства протягом терміну повноважень Центральної Ради покладається на президію. Президія Центральної Ради – орган оперативного керівництва Товариства у період між з'їздами і засіданнями Центральної ради.

Президент ТМУ
Валентин Підгорський
радник при дирекції Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУ, зав. відділу фізіології промислових мікроорганізмів, академік НАНУ, доктор біологічних наук, професор, лауреат Державної премії в галузі науки і техніки

Віце-президент
Володимир Іваниця

проректор з наукової роботи Одеського національного університету імені І.І. Мечникова, член-кореспондент НАН України, доктор біологічних наук професор, лауреат Державної премії в галузі науки і техніки

Віце-президент
Іван Курдиш

зав. відділу мікробіологічних процесів на твердих поверхнях Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУ, доктор біологічних наук, професор, лауреат Державної премії в галузі науки і техніки

Віце-президент
Микола Патика

академік НААН України, доктор сільськогосподарських наук, професор, лауреат Державної премії в галузі науки і техніки, лауреат Премії Кабінету Міністрів України

Віце-президент
Людмила Білявська

зав. відділу загальної і ґрунтової мікробіології Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУ, доктор біологічних наук, лауреат Державної премії в галузі науки і техніки.

Представництво в FEMS

Директор FEMS

Андрій Сибірний
директор Інституту біології клітини НАН України академік НАН України, доктор біологічних наук, професор, лауреат Державної премії в галузі науки і техніки

Делегат FEMS

Марина Фоміна
провідний науковий співробітник відділу фізіології промислових мікроорганізмів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУ, доктор біологічних наук

Учений секретар

Тетяна Булигіна
науковий співробітник відділу біохімії мікроорганізмів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУ, кандидат біологічних наук, лауреат премії Президента України для молодих вчених

Учений секретар з 2025 року

Людмила Данкевич
старший науковий співробітник відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУ, кандидат біологічних наук, лауреат премії Президента України для молодих вчених

Бухгалтер

Оксана Броварська
старший науковий співробітник відділу біохімії мікроорганізмів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУ, кандидат біологічних наук

КЕРІВНИЦТВО ВІДДІЛЕНЬ ТМУ
(2025 р.)

Вінницьке

***Голова*:**
Валентин Ковальчук
завідувач кафедри мікробіології, вірусології та імунології Вінницького національного медичного університету імені М.І. Пирогова, доктор медичних наук, професор

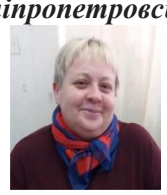
Секретар:
Олександр Назарук
професор кафедри мікробіології, вірусології та імунології Вінницького національного медичного університету імені М.І. Пирогова, доктор медичних наук

Волинське

***Голова*:**
Петро Бойко
професор кафедри гістології та медичної біології, медичного факультету Волинського національного університету імені Лесі Українки, доктор ветеринарних наук

Секретар:
Ольга Костєлова
доцент кафедри гістології та медичної біології медичного факультету Волинського національного університету імені Лесі Українки, кандидат біологічних наук

Дніпропетровське



***Голова*:**
Тетяна Скляр
завідувач кафедри мікробіології, вірусології та біотехнології Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, кандидат біологічних наук, доцент

Секретар:
Ольга Кузмініч
Завідувач лабораторії при кафедрі мікробіології, вірусології та біотехнології Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара

Житомирське

***Голова*:**
Людмила Немерицька
викладач Житомирського Агротехнічного фахового коледжу, кандидат біологічних наук, доцент

Секретар:
Інна Журавська
викладач спеціальних дисциплін Житомирського агротехнічного фахового коледжу, кандидат сільськогосподарських наук

Закарпатське

***Голова*:**
Надія Бойко
Завідувач кафедри клініко-лабораторної діагностики та фармакології, директор Науково-дослідницького і навчального центру молекулярної мікробіології та імунології слизових оболонок ДВНЗ «УжНУ». доктор біологічних наук, професор.

Секретар:
Валерій Пантьо
доцент кафедри мікробіології, вірусології та епідеміології з курсом інфекційних хвороб «УжНУ», кандидат біологічних наук

Івано-Франківське

***Голова*:**
Роман Куцик
завідувач кафедри мікробіології, вірусології та імунології Івано-Франківського медичного університету, доктор медичних наук, професор

Секретар:
Любов Шикета
асистент кафедри мікробіології, вірусології та імунології Івано-Франківського медичного університету

ІМВ НАН України

***Голова*:**
Людмила Данкевич
старший науковий співробітник відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУ, кандидат біологічних наук,
Секретар:
Наталія Леонова
старший науковий співробітник відділу загальної і ґрунтової мікробіології Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУ, кандидат біологічних наук

Київське

***Голова*:**
Олексій Шевченко
Заступник директора з наукової роботи ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, професор кафедри вірусології, кандидат біологічних наук
Секретар:
Ганна Коротєєва
доцент кафедри вірусології ННЦ «Інститут біології та медицини» Київський національний університет імені Тараса Шевченка, кандидат біологічних наук

Львівське

***Голова*:**
Світлана Гнатуш
завідувач кафедри мікробіології Львівського національного університету імені Івана Франка, кандидат біологічних наук, професор
Секретар:
Галина Звір
доцент кафедри мікробіології Львівського національного університету імені Івана Франка, кандидат біологічних наук

Одеське

***Голова*:**
Володимир Іваниця
проректор з наукової роботи Одеського національного університету імені І.І. Мечникова, член-кореспондент НАН України, доктор біологічних наук, професор, лауреат Державної премії в галузі науки і техніки
Секретар:
Тетяна Бурлака
науковий співробітник НЦМББ Одеського національного університету імені І.І. Мечникова

Полтавське

***Голова*:**
Галина Лобань
завідувач кафедри мікробіології, вірусології та імунології Полтавського державного медичного університету, доктор медичних наук, професор
Секретар:
Марія Фаустова
завуч кафедри мікробіології, вірусології та імунології Полтавського державного медичного університету, кандидат медичних наук, доцент

Тернопільське

***Голова*:**
Світлана Пида
завідувач кафедри ботаніки та зоології Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка, доктор сільськогосподарських наук, професор
Секретар:
Оксана Мацюк
доцент кафедри ботаніки та зоології Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка, кандидат біологічних наук

Харківське

***Голова*:**

Валерій Мінухін

директор ДУ «Інститут мікробіології і імунології імені І. І. Мечникова» НАМН України, доктор медичних наук, професор

Секретар:

Ольга Косілова

учений секретар ДУ «Інститут мікробіології і імунології імені І.І. Мечникова» НАМН України**,** кандидат біологічних наук, доцент

Черкаське

***Голова*:**

Віктор Карпенко

проректор з наукової та інноваційної діяльності Уманського національного університету садівництва, доктор сільськогосподарських наук, професор

Секретар:

Руслан Притуляк

доцент кафедри біології Уманського національного університету садівництва, кандидат сільськогосподарських наук

Чернігівське

***Голова*:**

Олена Надкернична

завідувач лабораторії рослинно-мікробних взаємодій Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України, доктор біологічних наук, професор

Секретар:

Тетяна Сасіна

аспірант Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України

Чернівецьке

***Голова*:**

Святослав Дейнека

завідувач кафедри мікробіології та вірусології Буковинського державного медичного університету, доктор медичних наук, професор

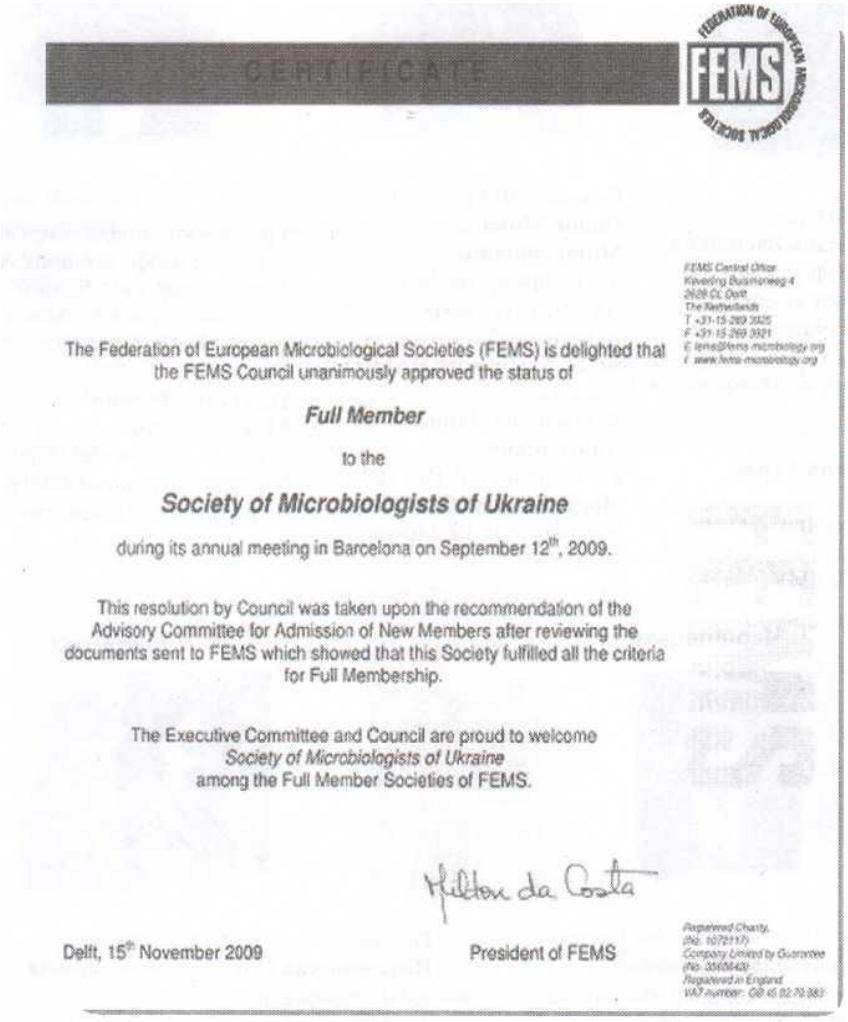
Секретар:

Анна Гуменна

асистент кафедри мікробіології та вірусології Буковинського державного медичного університету, кандидат медичних наук

FEMS

Товариство мікробіологів України імені С.М. Виноградського (Vinogradskyi Society of Microbiologists of Ukraine) є повноправним членом Федерації Європейських мікробіологічних товариств (FEMS) з 2009 р. (http://www.fems-microbiology.org)



CERTIFICATE

FEMS

FEMS Central Office
Keverling Buismanweg 4
2628 CL Delft
The Netherlands
T +31-15 269 3505
F +31-15 269 3501
E fems@fems-microbiology.org
I www.fems-microbiology.org

The Federation of European Microbiological Societies (FEMS) is delighted that the FEMS Council unanimously approved the status of

Full Member

to the

Society of Microbiologists of Ukraine

during its annual meeting in Barcelona on September 12th, 2009.

This resolution by Council was taken upon the recommendation of the Advisory Committee for Admission of New Members after reviewing the documents sent to FEMS which showed that this Society fulfilled all the criteria for Full Membership.

The Executive Committee and Council are proud to welcome *Society of Microbiologists of Ukraine* among the Full Member Societies of FEMS.

Hilton da Costa

Delft, 15th November 2009

President of FEMS

Registered Charity, (No. 1072117)
Company Limited by Guarantee (No. 3560643)
Registered in England
VAT number: GB 45 82 70 883

Декларація європейських мікробіологів

Декларація європейських мікробіологів представляє широкому загалу, представникам закону, науковій спільноті та нашим колегам відправні аспекти та задачі Федерації європейських мікробіологічних товариств - РЕМБ.

Мікробіологія, наука про мікроби (віруси, бактерії, водорості, найпростіші та гриби), має в Європі давні традиції, що продовжують розвиватись з часів, коли Антоні ван Левенгук, працюючи у Дельфті (Нідерланди), звітував Лондонському Королівському Товариству про виявлення водоростей, бактерій і найпростіших (1676 р.). За останні 200 років такі європейські вчені, як Луї Пастер, Роберт Кох, Сергій Виноградський та Мартінус Бейєрінк, зробили не менше вагомих досягнень в мікробіології, ніж вчені у будь-якій іншій галузі досліджень. Ця легендарна традиція високої майстерності підтримується і сьогодні у Європейській мікробіології; європейські мікробіологи роблять

свій внесок в найбільш важливі досягнення у медицині, сільському господарстві, біотехнології та фундаментальних науках.

Мікробіологи всього світу об'єднуються у наукові товариства. У Європі мікробіологічні товариства з одного боку створюються по країнах, з іншого - по дисциплінах; вони об'єднуються як за суміжними дисциплінами (вірусологія, бактеріологія, альгологія, мікологія, протозоологія, паразитологія), так і за близькими напрямками (медична, харчова, сільськогосподарська, промислова мікробіологія, мікроорганізми навколишнього середовища).

Мета цієї декларації - ініціювати процес, що забезпечить консолідацію і об'єднання Європейської мікробіології. Тільки таким шляхом мікробіологи можуть проявити свої найкращі здібності на користь спільноті науковців, політиків, промисловців та всьому населенню Європи. Така згуртованість надасть нам можливість успішно задовольняти міжнародний попит та прикладати зусилля для досягнення світових стандартів у науковій точності та чесності. Усвідомлюючи те, що разом ми можемо зробити більше, ніж кожний окремо, Федерація Європейських мікробіологічних товариств (FEMS), у складі якої 46 товариств з 35 країн Західної та Східної Європи, прагне стати ядром для такого єднання. Нехай початок XXI століття та п’яте століття сучасних мікробіологічних досліджень стане відправною точкою для справжнього знання та зростання наукового потенціалу серед мікробіологів Європи!

Федерація європейських мікробіологічних товариств вбачає, що ця декларація стимулюватиме наступні дії:

- Забезпечити, щоб мікробіологія слугувала добробуту людства, надавала можливість для стабільного розвитку всіх людей, забезпечувала захист і збереження природи та сприяла досягненню миру у всьому світі.
- Сприяти поширенню науково-популярної інформації про роль мікроорганізмів для світу і людства та розуміння, що небезпека від мікробів є занадто мізерною порівняно з їх значною користю.
- Гарантувати доступ усім європейцям до точної інформації про мікробіологію (включаючи доступ до відповідної літератури) та про її користь та небезпеку для людей та довкілля.
- Підтримувати розуміння необхідності захисту мікробної біорізноманітності шляхом дослідження та підтримки мережі колекцій мікробних культур.
- Засуджувати зумисне використання мікроорганізмів для нанесення шкоди людству (біологічна зброя, біотероризм).
- Докладати зусилля, щоб викладання мікробіології стало частиною всіх Європейських освітніх систем та було цілком інтегроване на всіх рівнях наукової та суспільної освіти. Заохочувати мікробіологів до спілкування з громадськістю про аспекти своєї роботи та важливе значення мікробів.
- Підтримувати найвищі стандарти безпеки у всіх мікробіологічних процесах, виробництвах і процедурах. Гарантувати, щоб технологічні досягнення зростали завдяки мікробіологічним дослідженням, ретельно перевіреним перед їх впровадженням.

- Всіляко сприяти, щоб дані про мікробний геном, які є здобутком всього людства, були доступні для всіх.
- Сприяти розвитку європейської мікробіології шляхом підвищення мобільності учених та утримання кращих фахівців в межах Європи. Забезпечувати відповідні структури в університетах, лікарнях, державних і промислових лабораторіях, на базі яких матимуть місце масштабні мікробіологічні дослідження.
- Підтримувати такі перспективні напрямки мікробіології як біотехнологія, харчова мікробіологія, швидка діагностика та захист навколишнього середовища.

Підготовлено Федерацією європейських мікробіологічних товариств для І Конгресу Європейських мікробіологів 2003 року.

Тези
доповіді Президента Товариства мікробіологів України ім. Сергія Виноградського Валентина Підгорського на XVI з'їзді товариства
(2-6 червня 2025 року)

Основними науковими напрямами діяльності ТМУ за останні роки було дослідження систематичного положення і біорізноманітності різних груп мікроорганізмів, вивчення фізіолого-біохімічних, молекулярно-біологічних особливостей і генетичної організації вірусів бактерій, мікроскопічних грибів та розробка наукових основ і створення нових біотехнологічних препаратів і продуктів для промисловості, медицини, сільського господарства і охорони довкілля.

ТМУ об'єднує 16 територіальних відділень, більш ніж 50 організацій, в яких працюють 650 науковців – членів ТМУ: Вінницьке – 21; Волинське – 8; Дніпровське – 25; Житомирське – 15; Закарпатське – 25; Івано-Франківське – 9; Київське – 114; Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України – 105; Львівське – 76; Одеське – 64; Полтавське – 10; Тернопільське – 28; Харківське – 79; Черкаське – 28; Чернівецьке – 13, Чернігівське – 33 - членів – представників науково-дослідних інститутів НАНУ, НАМНУ, НААНУ, закладів вищої освіти, підприємств, бізнесових структур тощо.

Серед членів ТМУ – 7 академіків і 8 членів-кореспондентів НАНУ, НАМНУ, НААНУ; 73 доктора і 309 кандидатів наук/докторів філософії; 55 професорів, 210 доцентів/старших дослідників. За звітний період багатьом члена ТМУ присвоєно звання професора та доцента/старшого дослідника, двох членів ТМУ обрано академіками НАНУ і НААНУ і чотирьох – членами-кореспондентами НАНУ і НААНУ.

В інститутах і університетах, в яких працюють члени ТМУ, створено і працюють Спеціалізовані Вчені ради по захисту докторських і кандидатських дисертацій. Такі спецради затверджені в Інституті мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, Київському національному університеті ім. Тараса Шевченка, Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Національному медичному університеті ім. Олександра Богомольця, Національному університеті біоресурсів і природокористування, Національному університеті харчових технологій, Інституті мікробіології та імунології ім. Іллі Мечникова (Харків), Одеському національному університеті ім. Іллі Мечникова, Інституті сільськогосподарської мікробіології і агропромислового виробництва (м. Чернігів), Уманському національному університеті садівництва, Полтавському державному медичному університеті тощо.

За п'ять останніх років члени ТМУ опублікували біля 3000 наукових статей, з них майже 1000 індексуються в Scopus і Web of Science, а біля 300 надруковано у виданнях з квартилем журналу Q1/Q2; надруковано 47 монографій, з яких 9 – за кордоном, 15 розділів у іноземних монографічних виданнях, 18 підручників, біля 70 наукових посібників і більше ніж 50 методичних рекомендацій. Одержано 120 патентів на винаходи та корисні моделі, в тому числі 7 закордонних.

В інститутах та університетах, де працюють члени ТМУ, видаються Мікробіологічний журнал, який зареєстровано у міжнародній біометричній базі даних Scopus (Elsevier), «Мікробіологія і біотехнологія», Міжвідомчий тематичний збірник «Сільськогосподарська мікробіологія», Вісник Львівського університету, серія Біологія, Аннали Мечниковського інституту (м. Харків), Вісник Уманського національного університету садівництва, Вісник проблем біології і медицини (Полтавський держаний медичний університет) та інші, в яких публікуються наукові статті українською чи англійською мовами з різних галузей мікробіології, вірусології, мікології, екології, мікробної біотехнології; питання лікування і профілактики інфекційних захворювань.

Впродовж звітного періоду мікробіологи, вірусологи і біотехнологи – члени ТМУ – проводили фундаментальні дослідження, розвиваючи традиційні і нові напрямки

наукових робіт. Основні фундаментальні дослідження установ відділень ТМУ були спрямовані на вивчення різних груп мікроорганізмів з використанням сучасних методів досліджень, розкриття молекулярно-біологічних, генетичних, біохімічних і фізіологічних механізмів функціонування вірусів, бактерій, мікроскопічних грибів, їх взаємодії з іншими організмами, оточуючим середовищем. Серед них – патогенні для людей і тварин бактерії і віруси, мікроорганізми, здатні синтезувати значну кількість різних корисних біологічно активних речовин. В багатьох інститутах і університетах науковці працюють над створенням прикладних наукових розробок і їх впровадженням в господарську діяльність і медицину.

Співробітники наукових установ і освітніх закладів виконували державні наукові проєкти, гранти національних академій наук України, МОН України, НФДУ, а також гранти NATO, INTAS, Horizon, підприємств і організацій Греції, Ірландії, Іспанії, Литви, Кіпру, Молдови, Німеччини, Румунії, США, Франції, Хорватії тощо.

Майже всі організації, у яких працюють члени ТМУ, щорічно проводять навчання наукових і науково-педагогічних працівників на підприємствах, у різних навчальних закладах і наукових установах нашої країни. Значна кількість спеціалістів стажуються у лабораторіях наукових і освітніх закладів багатьох країн світу – Великобританії, Естонії, Іспанії, КНР, Литви, Німеччини, Польщі, США, Швеції та інших країн.

Товариство мікробіологів України було організатором та співорганізатором значної кількості наукових, науково-практичних конференцій і шкіл. Щороку в Одеському національному університеті ім. Іллі Мечникова відбувається міжнародна літня школа-конференція з молекулярної біології, біотехнології, біомедицини для молодих вчених. Проведені міжнародні і українські конференції «Мікробіологія і імунологія – перспективи розвитку у XXI столітті», «Біоресурси та віруси», «Тернопільські біологічні читання», «Молодь та сучасні проблеми мікробіології і вірусології», «Сучасні аспекти мікробіології, вірусології та біотехнології у воєнний і післявоєнний час», «Національний форум імунологів, алергологів, мікробіологів», школа «Молекулярні механізми регуляції метаболізму та гомеостазу органел у дріжджів», тренінг «Актуальні питання мікробіології, вірусології, імунології та методики викладання мікробіологічних дисциплін», “International Weigl conference”.

Члени Товариства одержали дві Національні премії України ім. Бориса Патона, Премію Президента України для молодих вчених, дві Премії Верховної ради України для талановитих молодих вчених, дві іменні премії НАН України ім. Д.К. Заболотного і премію НАН України ім. І.І. Мечникова; почесний нагрудний знак Головнокомандуючого Збройних сил України «За сприяння війську»; знак пошани НАМН України. Академік НАН України Андрій Сибірний отримав точну діючу копію мікроскопа Левенгука – нагороду Федерації Європейських мікробіологічних товариств. Рішенням МОН України Олеся Гаврилюк стала лауреатом щорічного конкурсу «Молодий вчений року» у номінації «Аспірант року у галузі хімічних і біологічних наук». Ряд молодих вчених – членів ТМУ отримують стипендії Президента, Кабінету міністрів, НАН України для молодих вчених. Члени ТМУ різних відділень нагороджені грамотами НАН України, МОН України, МОЗ України, обласних і міських організацій, інститутів і університетів.

За звітний період мікробіологи, вірусологи, біотехнологи – члени ТМУ - отримали важливі наукові результати. Лише деякі з них приведені у тезах.

Ідентифіковано гени, залучені у регуляцію біосинтезу рибофлавіну у дріжджів *Candida famata*; сконструйовано ефективні мікробні продуценти біопалива (етанолу) та високовартісних хімічних речовин; створено принципово нові біоаналітичні методи аналізу практично важливих речовин на основі ензимів та рекомбінантних мікробних клітин; визначено поширення основних вірусів – збудників хвороб картоплі в різних регіонах України; створено біоконсервант для силосування зеленої маси кукурудзи; розроблено технологію біокомпостування пташиного посліду за інтродукції мікроорганізмів. У результаті метагеномного аналізу на основі послідовності гену 16S

рРНК встановлено різноманітність на рівні роду мікробіому Чорного моря; показано здатність чорноморських штамів ентерококів виробляти бактеріоцини; виявлено циркуляцію хламідій з різною вірулентністю та визначено їх етіологічну роль за широкого спектру патології у птахів, тварин і людей. Розроблено ефективний антимікробний та ранозагоювальний біопрепарат для профілактики і лікування гнійно-запальних ран шкіри та слизових оболонок. Запропоновані складні мікробні біотехнології, що сприяють відновленню родючості ґрунту, регуляції чисельності патогенів і підвищують активність фіторемедіантів.

Показано можливість використання аналізу послідовностей генів катаболізму хітину для класифікації стрептоміцетів. Встановлено, що пробіотичні штами лактобактерій та біфідобактерій за умов інтравагінального використання окремо чи у поєднанні з наночастками діоксиду церію впливають на спектр мікроорганізмів в піхві та кишечнику інфікованих тварин. Розроблено лікарський засіб для лікування вагінітів; спосіб підвищення ефективності профілактики коморбідних респіраторних інфекцій; удосконалено лабораторну діагностику діареї мандрівників; визначено, що домінувальну роль у кодуванні виробки бета-лактамаз у штамів *S. aureus* відіграють гени *mecA* та *blaZ*, а у штамів E. coli – гени *blaCTX-M*.

В інститутах і університетах науковці також працюють над створенням і реалізацією наукових розробок. За звітний період за участі членів ТМУ впроваджено інноваційні розробки препаратів, продуктів і біотехнологічних процесів на підприємствах України, Словаччини, Чехії, США. Ліцензійні угоди на організацію і випуск мікробних препаратів і продуктів укладено з ДП «Ензим», ЗАТ «Біофарма», ТОВ НПЦ «Черкасибіозахист», ПАТ «Яготинський маслозавод», ТОВ «Біонасервіс плюс», АТ «Біотика» (Словаччина), ТОВ «Валтор груп», «Біона» (Чехія), Компанія «Локус Солюшн» (США) та інші.

ТМУ плідно працює з Федерацією Європейських мікробіологічних товариств. Делегатом FEMS від нашого товариства з 2019 року є провідний науковий співробітник Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, доктор біологічних наук Марина Фоміна.

Основне завдання у FEMS делегата Товариства мікробіологів України полягало в представленні інтересів національного товариства в раді FEMS, обговоренні Статуту, затвердженні звіту про бюджет, щорічного звіту про діяльність наукових журналів FEMS, вибір керівних органів, а в останні роки – участі в розробленні нових стратегій розвитку FEMS в форматі on-line нетворкінг-сесій для членів Ради і директорату FEMS, вирішенні поточних фінансових питань, розробці спеціальних Грантів FEMS для підтримки українських науковців, що сприяло більш ефективній інтеграції українських молодих вчених в міжнародну наукову спільноту.

Секція 1. *Екологія мікроорганізмів і біорізноманітність*

Section 1. *Ecology of microorganisms and biodiversity*

ОЦІНКА БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА МІКРОБНОЇ АКТИВНОСТІ ҐРУНТУ ЗА ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

Болоховський В.В[1]., Хоменко Т.О. [1], Лунгул А.О. [2]
[1] ТОВ «ТД "БТУ–ЦЕНТР", м. Київ, Україна
[2]ТОВ "Кернел-Трейд", м. Київ, Україна
e-mail: vlad@btu-center.com; volyata@gmail.com: agronauka74@gmail.com

Ґрунт є основним самовідновлюваним ресурсом, в якому формується біологічне різноманіття живих організмів. За дбайливого та раціонального використання він дає можливість підвищити врожайність і покращити якість сільськогосподарської продукції без додаткових витрат. Одним із головних чинників, що забезпечують родючість і здоров'я ґрунту є мікроорганізми. Ґрунтова мікробіота виконує важливу екосистемну роль — вона сприяє розкладанню органіки, вивільненню поживних речовин, формуванню структури ґрунту тощо. За впливу природніх та антропогенних чинників ґрунтовий мікробіом постійно знаходяться в динаміці, внаслідок чого відбувається зміна біорізноманіття, його структури, швидкості та вектора біохімічних процесів, які вони здійснюють. Безвідповідальне ставленння до ґрунтів, таке як багаторазові механічні обробки, надмірне використання хімічних речовин, нехтування сівозмінами призводять до деградації ґрунту, а це спричиняє порушення у роботі ґрунтових мікроорганізмів. Для підтримки біологічної активності ґрунту, яка є визначальним показником екологічного стану агроекосистем впроваджуються елементи біологізації, серед яких внесення мікробіологічних препаратів.

У представленій роботі досліджували вплив мікробіологічних препаратів біодеструкторів лінійки Екостерн виробництва біотехнологічної компанії BTU на показники: індекс екофізіологічного різноманіття та міру мікробної активності ґрунту згідно технології BIOTREX. Дослідження проводили впродовж 2020-2023 рр. в умовах стаціонарного польового досліду науково-дослідного відділу СТОВ "Дружба Нова", Чернігівської області, смт. Варва. Ґрунт – чорнозем типовий малогумусний, сівозміна у досліді – кукурудза в монокультурі. Схема досліду пепедбачала такі варіанти : 1) Контроль – КАС 32-28 л/га; 2) Екостерн Класичний – 2 л/га + КАС 32-28 л/га; 3) Екостерн Бактеріальний – 2 л/га + Екостерн Триходерма – 1 л/га + КАС 32-28 л/га. Зразки ґрунту відбирали в динаміці (весна-літо-осінь) методом конверту на глибину 0-30 см, індекс екофізіологічного різноманіття та активності ґрунтового мікробіому визначали за технологією BIOTREX.

Чим більша біологічна різноманітність, тим стабільніший, стійкіший і здоровіший мікробіом, у цьому полягає загальний науковий консенсус визначення індекса екофізіологічного різноманіття за технологією BIOTREX. Згідно проведених досліджень було встановлено, що у контрольних зразках ґрунту індекс екофізіологічного різноманіття становив 3,66, тоді як на варіантах з КАС в комплексі з біодеструкторами він значно зростав. За внесення у ґрунт Екостерн Класичний 2 л/га + КАС 32-28 л/га даний індекс становив – 5,61, за внесення Екостерн Бактеріальний 2 л/га + Екостерн Триходерма 1 л/га + КАС 32-28 л/га – 4,87. Таким чином, можна стверджувати, що комплексне застосування КАС та біодеструкторів сприяло збільшенню ґрунтового біорізноманіття, що у свою чергу покращує здоров'я ґрунту і підвищує його стійкість до різних біотичних та абіотичних чинників. Показник міри мікробної активності ґрунту за комплексного застосування біодеструкторів з КАС також покращувався. Зростання мікробної активності ґрунту на 44,9 тис. балів порівняно до контролю відмічено у варіанті з внесенням Екостерн Бактеріальний 2 л/га + Екостерн Триходерма 1 л/га + КАС 32-28 л/га.

Отже, комплексне застосування біопрепаратів разом із КАС дозволило збільшити біорізноманіття та мікробну активність ґрунту і є перспективним напрямом для забезпечення сталого землеробства та збереження здоров'я ґрунтів.

ЦЕЛЮЛАЗНА АКТИВНІСТЬ МІКРООРГАНІЗМІВ, ВИДІЛЕНИХ ІЗ РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ

Броварська О.С.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна.
e-mail: oksanabro2016@gmail.com

Целюлазна активність мікроорганізмів відіграє ключову роль у розкладі органічної речовини, зокрема целюлози, основного компонента рослинних залишків. Мікроорганізми-продуценти целюлаз беруть активну участь у кругообігу вуглецю, сприяючи деградації органічних залишків і перетворенню їх на гумус - основний компонент родючого ґрунту.

Ізоляти бактерій були виділені з грунту, рослин, дерев зібраних в умовах Чорнобильської АС, з грунту лісів Луганської області, де були фосфорні обстріли, а також із змивів бджолиних комірок. Виділення проводили методом серійних розведень до 10^{-10}. З Чорнобильської АС отримали 44 ізоляти, з грунту Луганської області - 6, з грунту Волинської області 28, з бджолиних комірок - 46.

Скринінг целюлозолітичних мікроорганізмів проводили на чашках Петрі в агаризованому середовищі такого складу: 10,0 г/л карбоксиметил-целюлози, 1,0 г/л K_2HPO_4, 0,5 г/л $MgSO_4$ ×$7H_2O$, 0,5 г/л KCl, 2,0 г/л $NaNO_3$, 0,01 г/л $FeSO_4$, 15,0 г/л агару. Чашки інкубували при 28°С протягом 48 годин. Після інкубації чашки заливали 1% конго червоним з подальшим промиванням 1 М NaCl. З 124 ізолятів були відібрані найбільш активні продуценти, їх виявилось 12 штамів (бактерії і гриби). Для подальших досліджень відібрали 7 штамів грибів (2 штами з грунту з Волині, 2 – грунт Луганської області і 3 штами з грунту Чорнобильської АС, і 7 - бруньки дерев).

При дослідженні целюлазної активності відібраних штамів використовували (фільтрувальний папір, суха трава, тирса, сервацел КМ32) як субстрат. Інкубацію проводили в пробірках (15 мл) на качалках при 28˚С протягом 48 годин при 210 об/хв. Наприкінці періоду ферментації культуральне середовище центрифугували при 5000 об\хв протягом 15 хв для отримання супернатанту культуральних рідин, в яких визначали загальний вміст білка та целюлазну активність.

Аналіз результату розкладу накопичувальними культурами целюлозовмістних субстратів середовища показав, що найкращим джерелом карбону для виділених грибів та бактерій виявилась суха трава (сіно). Виходячи з результатів досліду для визначення активності целюлаз, нами проведено скринінг целюлолітичних грибів саме на цьому субстраті.

Показало, що найбільш активними виявилися гриби. Спостерігався високий вихід білка та целюлазної активності (від 0.13 до 0.843 од\мл) при вирощуванні культур на середовищі Чапека з додаванням сухої трави.

Отримані результати підтверджують ефективність підходу до пошуку активних целюлазопродуцентів серед природних ізолятів. Проведене дослідження засвідчило, що природний штам ґрунтового гриба є активним целюлозолітичним мікроорганізмом, що робить його перспективним для біотехнологічних застосувань.

МІКРОБІОМ КОРЕНЕВИХ СФЕР РОСЛИН. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ

Волкогон В.В., Шевченко Л.А.

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, м. Чернігів, Україна. e-mail: volkogon@ukr.net

Мікроорганізми відіграють ключову роль у сприянні росту рослин, полегшуючи засвоєння сполук біогенних елементів, підвищуючи стійкість до біогенних і абіогенних стресових факторів. Рослини можна розглядати як суперорганізми, які частково покладаються на свій мікробіом для отримання певних функцій і ознак. Berendsen et al. (2012), підкреслюючи значимість ризосфери, назвали комплексне угруповання мікроорганізмів у цій екологічній ніші другим геномом рослини.

Згідно домінуючих уявлень, джерелом ризосферних та ендофітних мікроорганізмів є ґрунт. Відповідно до цього, мікробіом кореневих сфер походить від місцевої ґрунтової мікробіоти та формується залежно від складу кореневого ексудату. Низка дослідників особливо наголошує на походженні рослинного мікробіому з навколишнього ґрунту (гіпотеза горизонтального забезпечення), відмічаючи, що на відміну від тварин, у яких кишковий мікробіом збирається всередині та передається через процес народження, мікробіом кореневих сфер рослин переважно складається з мікроорганізмів ґрунту (Palmer et al., 2007; Dominguez-Bello et al., 2010).

У той же час, сьогодні зростає зацікавленість до концепції формування мікробіому кореневих сфер унаслідок спадковості (вертикальне забезпечення). Не виключено, що ендофітні мікроорганізми насіння відіграють у цьому процесі основну роль. Бактерії були виявлені в поверхнево стерилізованому насінні різних видів, у тому числі культурних рослин, таких як рис, кукурудза, квасоля, ячмінь, гарбуз. Нами при дослідженні бобів гороху встановлено, що на відміну від доволі усталеного уявлення про стерильність насіння цієї культури, у зелених бобах, всередині їх та в ще не сформованому зеленому насінні спостерігається численне угруповання мікроорганізмів, у т. ч. й представників *Rhizobium leguminosarum*. При дослідженні складу діазотрофів-ендофітів насіння пажитниці пасовищної (*Lolium perenne*) ми показали їх ідентичність зі складом угруповання ендофітів цієї рослини. За електроно мікроскопічного дослідження ультратонких зрізів недозрілого насіння пажитниці пасовищної виявлено бактеріальні клітини між насіннєвою оболонкою та ендоспермом (Волкогон с соавт., 1995). Результати інших досліджень свідчать про безперервність присутності певних мікроорганізмів між поколіннями рису та кукурудзи (Mukhopadhyay et al., 1996), що також опосередковано підтверджує версію спадковості і, відповідно, вертикальне забезпечення рослин необхідною мікробіотою. Важливим при цьому може бути усунення мікроорганізмів від імунних реакцій рослини.

Показано також, що ендофітні бактерії насіння рису здатні пригнічувати ранню колонізацію коренів штамами *Azospirillum brasilense* при застосуванні останніх для інокуляції (Bacilio-Jiménez et al., 2001). Отже ендофіти насіння можуть конкурувати з біологічними агентами мікробних препаратів.

Якщо бактерії та мікроміцети, які розмножуються і домінують у спермосфері, і пізніше в ендосфері, залучені в основному з ендофітної мікробіоти насіння, то вплив мікробного спадку під час розвитку насіння та подій розповсюдження може бути особливо важливим для розуміння природи рослинних мікробіомів. При цьому можуть змінитися і методологічні підходи щодо скринінгу активних штамів агрономічно корисних мікроорганізмів, а також способи забезпечення рослин необхідною для їх гармонійного розвитку мікробіотою. Зокрема, реальним може бути застосування специфічних пребіотиків для активізації розвитку ендофітів насіння при його проростанні.

ФІТОПАТОГЕННІ БАКТЕРІЇ *QUERCUS ROBUR* L.: СИМПТОМАТИЧНІ ПРОЯВИ БАКТЕРІОЗІВ І ЇХНЯ ДІАГНОСТИКА

Гойчук[1] А.Ф., Кульбанська[1] І.М., Пасічник[2] Л.А.

[1]*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна.*
e-mail: kulbanska@nubip.edu.ua
[2]*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна*

Наразі фактичний стан дібров на території України такий, що варто говорити про їхню деградацію, оскільки корінні дубові деревостани вагомо ослаблені синоптичними та кліматичними аномаліями (зокрема, гідротермічним стресом), інвазійними видами шкідників та інфекційних агентів. Особливо небезпечними та найменш дослідженими є патології дуба, спричинені життєдіяльністю фітопатогенних бактерій, які виступають невід'ємною компонентою супутньої мікробіоти рослинного організму, а також є збудниками бактеріозів, які не просто ослаблюють рослину, а часто призводять до її повного відмирання, іноді сягаючи розмірів епіфітотії. На сьогодні дослідниками експериментально підтверджено причетність до масового всихання дерев дуба збудників понад 15 видів бактеріозів.

М'яка бактеріальна гниль жолудів дуба звичайного (збудник – *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (Jones 1901) Hauben et al. 1999) характеризується зміною типового забарвлення сім'ядолей жолудя на коричнево-буре. При кімнатній температурі сім'ядолі тверді, проте у вологій камері повністю втрачають міцність через 5–7 діб, інтенсивно виділяється ексудат. Уражені цим збудником сім'ядолі можуть спричинити масове ураження жолудів контактним шляхом при порушенні режимів зберігання.

Серед головних габітуальних проявів бактеріальної водянки дуба (збудник – *Lelliottia nimipressuralis* (Carter 1945) Brady et al. 2013) необхідно виділити те, що уражені дерева зазвичай формують осередки ураження, характеризуються надмірною ажурністю крони, а також дефоліацією та відмиранням 1-2 річних пагонів. На стовбурах відмічається розтріскування кори з патьоками загазованої рідини і слизу темного кольору з типовим запахом масляно-кислого бродіння. На окремих ділянках тріщини переходять у вчавлені некротичні мокнучі рани. Також на стовбурах є водяні пагони.

Симптоми білого бактеріозу або стовбурової форми «краплинної хвороби» дуба (збудник – *Lonsdalea quercina* (Hildebrand and Schroth 1967) Brady et al. 2012) з'являються на початку літа на стовбурах у формі тріщин кори, також спостерігається інтенсивне виділення ексудату (білий, пінистий). Інфікована деревина, кірка, луб сильно обводнені, якщо зняти кірку, луб розпадається на окремі волокна. Ексудат приваблює велику кількість різних видів комах, зокрема рогохвостів, мух тощо.

Суха гниль гілок і стовбурів дуба (збудник – *Erwinia rhapontici* (Millard 1924) Burkholder 1948 (Approved Lists 1980) зустрічається на пристигаючих, стиглих і перестійних деревах. Збудник формує локальні некрози, проте за рахунок великої їх кількості відбувається окільцювання гілки (стовбура), що призводить до швидкого їх відмирання. Уражена деревина чітко відокремлена, часто з'єднана з корою за допомогою смужки через кілька річних кілець.

В ході проведення досліджень встановлено ряд морфологічних, культуральних та біохімічних властивостей фітопатогенних бактерій, що спричиннюють патологічні процеси дуба звичайного. Зокрема, це синтез пектиноруйнуючих ферментів та здатність ізолятів утилізовувати вуглеводні середовища з виділенням кислоти та газу. Наразі згадані збудники бактеріозів є досить шкодочинними як для генеративних, так і вегетативних органів дуба звичайного. Безумовно, ступінь шкодочинності конкретного захворювання обумовлений комплексним впливом чинників біотичного, абіотичного та антропічного походження, які прямо чи опосередковано впливають на взаємодії в системі «живильна рослина – патоген – супутні організми – середовище».

КОЛЕКЦІЯ КУЛЬТУР МІКРООРГАНІЗМІВ – ПРОДУЦЕНТІВ АНТИБІОТИКІВ ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА. 30 РОКІВ ПОСТУПУ

Громико О.М., Тістечок С.І., Роман І.І., Сирватка В.Я., Федоренко В.О.

Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна.
e-mail: oleksandr.gromyko@lnu.edu.ua

Мікроорганізми є ключовим фактором рівноваги екосистеми Землі та джерелом незліченної кількості важливих для життєдіяльності людини природних біологічно активних речовин. Колекції мікробних культур є основним сховищем та постачальником культивованих мікроорганізмів та їхніх складових (Smith et al., 2014 ; Díaz et al., 2021).

В Україні функціонує низка мікробних колекцій, серед яких Колекція культур мікроорганізмів – продуцентів антибіотиків (ККМПА), заснована 1995 р. на кафедрі генетики і біотехнології Львівського національного університету імені Івана Франка. У 2002 р. включена в Державний реєстр наукових об'єктів, що становлять національне надбання України. На момент заснування ККМПА налічувала трохи більше 300 одиниць зберігання, сьогодні ж більше 4 000: актиноміцети (35 родів), інші бактерії (міксобактерії, молочнокислі бактерії тощо – 22 роди), цвілеві гриби і дріжджі (8 родів), рекомбінантні молекули ДНК (вектори, ДНК-конструкти з генами біосинтезу антибіотиків та антибіотикорезистентності), база секвенованих окремих генів та цілих геномів. Основними напрямами наукової діяльності ККМПА є:

- виділення і дослідження біорізноманіття ґрунтових мікроорганізмів, оцінка їхнього біотехнологічного потенціалу;
- вивчення механізмів регулювання експресії генома актиноміцетів та генетичного контролю біосинтезу антибіотиків і стійкості до них;
- конструювання покращених штамів мікроорганізмів для виробництва антибіотиків та розроблення бактеріальних концентратів для харчової промисловості;
- розроблення мікробних технологій в біоремедіації ґрунтів та екологізації агроекосистем.

Левову частку ККМПА складають природні ізоляти мікроорганізмів. Близько 2 500 представників класу *Actinomycetes* виділені нами з біотопів Кримського п-ва, трохи більше 500 – з біотопів Антарктики у співпраці з Національним Антарктичним Науковим Центром України. Близько 200 ізолятів Карпатського регіону крім актиноміцетів включають вісім класів інших бактерій, зокрема міксобактерії. Серед природних ізолятів, окрім найпоширеніших родів *Streptomyces* і *Micromonospora*, є представники малочисельних рідкісних родів *Actinorectispora, Embleya, Mumia, Plantactinospora, Umezawaea, Melittangium* та ін. В результаті рекласифікації роду *Actiniplanes* ми виокремили 4 нові роди: *Paractinoplanes*, *Symbioplanes*, *Winogradskya* та *Amorphoplanes*, два останні представлені в ККМПА. Нещодавно описано новий вид актиноміцетів – *Mumia qirimensis* Pv 4-285^{T} (Lv 822). На базі ККМПА досліджено генетичний контроль біосинтезу антибіотиків канаміцину, еритроміцину, моеноміцину, ландоміцинів тощо, розроблено технології конструювання їхніх надпродуцентів. Серед штамів актиноміцетів ККМПА виявлено продуцентів 25 нових природних антибіотичних сполук: юніперолід А, рубіміцинон А, олеаміцини А і В тощо. Нещодавно описано новий клас антибіотиків громоміцинів А–Н з широким спектром антибактерійної дії. Розроблена нами технологія виготовлення бактеріального концентрату «Carpaticus» успішно впроваджена у виробництво кисломолочних продуктів. Сьогодні ККМПА є одним з найбільших центрів мікробних біоресурсів в Україні, про що свідчать окреслені в цьому повідомленні основні здобутки фундаментальних і прикладних досліджень. Детальна інформація про ККМПА на сайті http://mccap.org.ua.

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ МІКРООРГАНІЗМІВ В УМОВАХ ДІЇ НЕІОНІЗУЮЧОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Громозова О.М., Войчук С.І., Підгорський В.С.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, Київ, Україна.
e-mail:gren.elen@gmail.com

Електромагнітне випромінювання (ЕМВ) в наш час є важливим фізичним фактором довкілля, який впливає на усі ланки живого. На жаль, дослідження особливостей функціонування мікроорганізмів в умовах дії неіонізуючого ЕМВ – малочисельні. Між тим, саме мікроорганізми є необхідною складовою усіх земних процесів.

В ході багаторічного вивчення структурних і функціональних особливостей дріжджів *Saccharomyces cerevisiae, Shizosaccharomyces pombe, Candida utilis*, було показано, що радіочастотне (РЧ) ЕМВ має протекторний ефект дії по відношенню до стресових факторів (pH, T, антибіотики). Навкруги клітини утворюється полісахаридний шар, який і обумовлює виникнення стійкості опромінених клітин до стресових факторів. Відбуваються зміни в структурі і в'язкопружних властивостях поверхні клітин. Встановлено, що за дії випромінювання транскрипційна активність FLO11 гену збільшувалася, що супроводжувалося підвищенням адгезивних властивостей клітин дріжджів до абіотичних та біологічних об'єктів ЕМВ інгібує активність глюкозо-6-фосфатгідрогенази та ферментів циклу трикарбонових кислот (сукциндегідрогенази, альфа-кетоглутаратдегідрогенази, ізоцитратдегідрогенази) у *S. cerevisiae*, але стимулює активність цих ферментів у *C. utilis* і *S. pombe*. В умовах опромінення клітин спостерігається активація синтезу ергостеролу ЦПМ та послаблення певних етапів біосинтезу жирних кислот. Питома швидкість росту *S. cerevisiae* збільшується на 15-20%, що супроводжується змінами в тривалості ростових фаз та фаз клітинного циклу. Неіонізуюче випромінення метрового, сантиметрового та міліметрового діапазонів має цито- та генотоксичний потенціал. Механізм дії цього чинника обумовлений утворенням активних форм кисню (АФК) та вільних радикалів, які призводять до окислення білків та руйнування ДНК. АФК може викликати порушення білків, про що свідчить активація експресії *UBC6*, гену який кодує один з білків убіквітинового комплексу знешкодження дефектних білків. Рівні експресії *UBC6* збільшувалися в 1,5-2,1 раза ($p \leq 0,05$) під дією на клітини дріжджів ДВЧ-ЕМВ (40,68 МГц, 15 Вт, 5-30 хв). Очевидно, це призводить до зміни внутрішньоклітинної осмолярності і pH, що слугує сигналом для активації відповідних сигнальних шляхів і запуску репараційних процесів.

Таким чином, ефективність біологічної дії ЕМВ залежить від фізіолог-біохімічного стану мікроорганізму і здатності нівелювати отримані ушкодження. Ефект дії має видову та штамову специфічність і визначається характеристиками опромінення клітин.

ВПЛИВ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПОШИРЕННЯ ПАТОГЕННИХ МІКРООРГАНІЗМІВ І СПРИЙНЯТЛИВІСТЬ ОРГАНІЗМУ РОСЛИНИ-ГОСПОДАРЯ ДО ХВОРОБ

Гуляєва Г.Б.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна.
e-mail:huliaieva_a@imv.org.ua

Антропогенна діяльність, яка обумовлює, в тому числі, викиди забруднювачів у атмосферу (CO2, метану) призвела до підвищення середньої температури на Землі й викликала цілу низку наслідків, включаючи порушення природних циклів, підвищення рівня моря та загострення екстремальних погодних явищ [Lahlali et al, 2024; Kweku et al., 2019; Kabir et al, 2023]. Варто зазначити, що кліматичні зміни й фактори, що їх супроводжують стали наслідком складної взаємодії природних явищ і антропогенної діяльності, як то: спалювання викопного палива, вирубка лісів, сільськогосподарського і промислового виробництва та ін [Lahlali et al, 2024]. Водночас зміна клімату може також модулювати вірулентність патогенів [Singh et al, 2023; Lahlali et al, 2024], істотно впливаючи на вирощування сортів-господарів та сприйнятливість їх до хвороб [Lahlali et al, 2024; Moullec et al, 2019]. З підвищенням глобальних температур розширився географічний ареал багатьох патогенів рослин, піддаючи нові регіони та види хворобам, які раніше обмежувалися теплим кліматом [Geng et al, 2025; Lahlali et al, 2024]. Кліматичні фактори та антропогенна діяльність можуть безпосередньо мати глибокий вплив на різноманітність патогенних мікроорганізмів [Geng et al, 2025]. Так, клімат, визначений як важливий рушійний фактор глобального поширення фітопатогенних грибів [Li et al, 2023]. Виявлено, що забруднювачі повітря, такі як мікроскопічні тверді частинки, O3, CO, NO2 і SO2, можуть змінювати структуру спільноти патогенів, що переносяться повітрям з очисних споруд, впливаючи на їх виживання [Yang et al., 2022]. Система рослина-господар – фітопатоген також вразлива до постійних змін, внаслідок чутливості до дії як абіотичних, так і до біотичних чинників [Laine, 2023]. Добре відомо, що на розповсюдження хвороб сильно впливає біорізноманіття господаря, його морфологія та абіотичні умови [Laine, 2023]. Підвищення рівня CO2 може опосередковано підвищувати ризики виникнення хвороб, впливаючи на біомасу, щільність та абіотичні умови в межах рослинного покриву господаря [Laine, 2023; Burdon, Zhan, 2020]. Ці зміни можуть безпосередньо впливати на передачу хвороб, тим самим змінюючи епідеміологічні ореоли [Laine, 2023; Truscott, Gilligan,2003]. На розповсюдження патогенів й сприйнятливість рослин до хвороб також впливає підвищення концентрації антропогенного азоту, опосередковане посиленням ростових процесів, хімічного складу рослин і зміни структури рослинного покриву [Truscott, Gilligan,2003]. До дії біотичних факторів відноситься також фрагментація середовища, зокрема внаслідок модифікації ландшафту дорожньою мережею, що спричинює неоднорідності як абіотичних, так і біотичних факторів, які є критичними для динаміки захворювання й можуть коливатися з часом як у межах ділянок, так і на рівні ландшафту [Laine, 2023]. Зокрема аналіз розповсюдженого в повітрі збудника хвороб диких рослин виявив його посилену концентрацію вздовж доріг разом із накопиченням інфекцій переважно в центральних вузлах дорожньої мережі [Laine, 2023; Numminen, Laine, 2020]. Разом із тим, сільськогосподарська діяльність безпосередньо впливає на поширення патогенів завдяки: зміні ландшафтів, збільшення викидів вуглецю, осушуванню земель, хімічному впливу, зменшенню різноманіття, розповсюдженню патогенів у рослинах-векторах навколо сільськогосподарських угідь, що може посилити ризик хвороб у агроекологічному поєднанні. Таким чином, вплив антропогенної діяльності є суттєвим діючим чинником розповсюдження, мутацій і сприйнятливості організму-господаря до хвороб, наслідки якої ще недостатньо досліджені.

ЗМІНА ЕКОЛОГІЧНОЇ ПЛАСТИЧНОСТІ *PSEUDOMONAS SYRINGAE* PV. *SYRINGAE* ЗА ВПЛИВУ ВОЄННИХ ДІЙ В УКРАЇНІ

Данкевич Л.А., Леонова Н.О.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна.
e-mail: ldankevich@ukr.net

Внаслідок збройної агресії Російської Федерації великі площі земель, зокрема сільськогосподарського призначення, постраждали внаслідок вибухів боєприпасів, горіння техніки, точок ведення вогню, пожеж, виливу паливо-мастильних матеріалів тощо. Підвищився рівень забруднення ґрунтів токсичними речовинами, за високотемпературного впливу внаслідок вибухів знищено органічну речовину та біоту ґрунту. Біологічний захист рослин на постраждалих територіях в Україні також потребує вирішення оскільки від цього залежить конкурентоспроможність агропродукції і сталий розвиток агроекосистем та екосистем вцілому. Зокрема, останнім часом розширюються дослідження здатності окремих таксонів фітопатогенних бактерій (р. *Xanthomonas, Ralstonia, Acidovorax, Burkolderia, Dickeya* та вид *Pseudomonas syringae*) пристосуватися до значних коливань кліматичних умов. Багато фітопатогенний бактерій які до сьогодні займали доволі обмежений ареал значно його розширюють. В України антропогенне навантаження на довкілля посилюється інтенсивним веденням бойових дій майже на 25% площі території нашої держави. Тому метою наших досліджень була оцінка стану мікробіому ґрунтів, що зазнали впливу військових дій та дослідження їх фітотоксичних властивостей. Зразки ґрунту відбирали поблизу населеного пункту с. Сенькі́вка Чернігівського району Чернігівської області. Зразки були розмежовані за впливом вибухових речовин якого вони зазнали. Для проведення мікробіологічних чисельність мікроорганізмів у зразках ґрунту визначали за кількістю колоній, що виросли на чашках Петрі, і виражали у КУО на 1 г абсолютно сухого ґрунту (АСҐ). Виділення метагеномної ДНК та секвенування ампліконів V3-V4 варіативної ділянки гена 16S рРНК здійснювали за експериментально підібраних умов. Амплікони секвенували на приладі Іллюміна MiSeq як paired ends бібліотеку (2 по 250 нуклеотидів) з глибиною секвенування 100 000 зчитувань з кожного кінця (Novogene Europe, Німеччина). У зразку ґрунту, що зазнав впливу тротилу, відмічено зниження (майже у 3 рази) кількості фосфатмобілізувальних мікроорганізмів та на 5 % амоніфікуючих мікроорганізмів. У зразках ґрунту що зазнав впливу тротил-гексогену, відмічено зменшення кількості усіх еколого-функціональних груп мікроорганізмів (від 1,5 до 10,9 разів), окрім мікроміцетів і целюлозоруйнівних мікроміцетів. Метагненомні дослідження мікробних угрупувань зразків ґрунту що зазнав впливу військових дій (β та α-різноманіття) показали зниження загальної кількості таксонів (OTU), у зразку що зазнав впливу тротилового вибуху на 35,5 %, а у зразку що зазнав впливу тротил-гексогенового вибуху– 59,8% порівняно з контролем. За даними теплових карт (хітмепів) у обох зразках, що зазнали впливу військових дій виявлено середній і частіше ніж середній або високий рівень чисельності таксону *P. syringae* pv. *syringae*. Поява даного збудника у зразках ґрунту що зазнали впливу військових дій може свідчити про підвищення його фітотоксичності.

СПРЯМОВАНІСТЬ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ҐРУНТІ ЗА ШТУЧНОГО ФОРМУВАННЯ МІКРОБІОМУ

Дворецький В.В., Бунас А.А., Дворецький М.В.
Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна
e-mail: bio-206316@ukr.net

Мікробіом бере участь у формуванні всіх важливих властивостей ґрунту, які визначають інтенсивність і спрямованість процесів ґрунтоутворення в тому числі гумусу; формує біодинамічну врівноваженість процесів синтезу і розкладу органічної речовини та доступність поживних речовин для рослин. Вважається, що передпосівне оброблення насіння біопрепаратами є найефективнішим способом інтродукції мікроорганізмів у ґрунт. Оскільки мікроорганізми, які знаходяться на поверхні насіння після оброблення у першу чергу на відміну від аборигенних мають безпосередній контакт з зародковим коренем та проростком. Це досволяє сформувати ефективний мікробіом з необхідними властивостями для рослини.

Дослідження з ефективності формування мікробіому кореневої зони сільськогосподарських культур (пшениці ярої і капусти білоголової) за дії біопрепаратів визначали у вегетаційному досліді. Проводили передпосівне оброблення насіння відповідно до норм застосування біопрепаратів. Контролем слугувало оброблене насіння стерильною водою. Мікроорганізми-агенти біопрепаратів: 1. комплекс з 16 штамів, а саме *Bacillus licheniformis, B. megaterium, B. subtilis, B. amyloliquefaciens, B. pumilus, Glomus intraradices, G. mosseae, G. aggregatum, G. etunicatum, Rhizopogon villosulus, R. luteolus, R. amylopogon, R. fulvigleba, Pisolithus tinctorius, Scleroderma cepa, S. citrinum; 2. Paenibacillus polymyxa; 3. B. subtilis*; 4. комплекс з штамів *Glomus sp., Trichoderma harzianum, Streptomyces sp., P. fluorescens, B. megaterium var phosphaticum, B.subtilis, B. mucilloginosus, Enterobacter sp.; 5. Azotobacter chroococcum.* Всі біопрепарати характеризуються рістстимулюючими властивостями, поліпшуючі азотне живлення, формуючі мікоризу, захищачі рослини від фітопатогенів та сприяють оздоровленню ґрунту і отриманню міцних рослин.

Спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті визначали за екологічними коефіцієнтами: мінералізації ($К_{мін.}$); оліготрофності ($К_{ол.}$); педотрофності ($К_{пед.}$); трансформації органічної речовини ($К_{тор.}$). Дані коефіцієнти дозволяють оцінити життєздатність та функціонування мікробіому кореневої зони рослин безпосередньо в момент дослідження так і спрогнозувати перебіг мікробіологічних процесів.

Екологічні коефіцієнти розраховували на основі чисельностей мікроорганізмів основних еколого-трофічних та таксономічних груп. Визначено, що у ґрунті кореневої зони пшениці ярої та капусти білоголової $К_{ол.}$ був нижче 1. $К_{мін.}$ кореневої зони пшениці досліджуваних варіантів був у межах 0,5−0,82, а капусти $К_{мін.}$=0,6−0,9. $К_{пед.}$ у варіантах де проводилась інокуляція насіння мікроорганізмами як пшениці так і капусти перевищував значення контрольного варіанту у 1,5 – 2 рази в залежності від мікроорганізмів які були інтродуковані в кореневу зону. $К_{тор.}$ ґрунту кореневої зони пшениці ярої та капусти найменше у 1,3 рази і найбільше у 2,7 рази в залежності від застосованого біопрепарату перевищував показники $К_{тор.}$ контролю. Таким чином, о у ґрунті всіх досліджуваних варіантів де застосовували мікроорганізми склались сприятливі умови для мікробіому, що дозволять відновити та запустити процеси синтезу гумусу за наявності достатнього рівня органічного матеріалу.

Значення коефіцієнтів довели, що інтродукція мікроорганізмів у кореневу зону сільськогосподарських рослин не лише формує мікробіом, а й збалансовує протікання всіх фізіолого-метаболічних процесів мікробіоценозу і ґрунту, що в свою чергу сприяє гомеостатичному стану агроекосистеми. Отже, доречність та необхідність формування та коригування складу мікробіому кореневої зони сільськогосподарських рослин є безаперечними та агронеобхідними елементами технологій вирощування агрокультур.

МЕТАБОЛІЧНА ТА КОРОЗИВНА АКТИВНОСТІ БАКТЕРІЙ БІОПЛІВКИ

Демченко Н.Р., Ткаченко С.В.
Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка, м. Чернігів, Україна. e-mail: nata_demch@ukr.net

Формування біоплівки є однією з основних стратегій виживання більшості мікроорганізмів, зокрема за умов мікробної корозії сталі. На сьогодні відомо, що стійкість до дії протимікробних препаратів є ключовою характеристикою біоплівок, яка пов'язана з екзополімерним матриксом, підвищеною щільністю клітин та персистуючими клітинами. У зв'язку з цим стає необхідним розробляти нові підходи до пошуку ефективних інгібіторів мікробної корозії сталі при довгостроковому використанні в промисловості.

Найбільш ефективними інгібіторами мікробної корозії сталі є азотовмісні гетероциклічні сполуки з протимікробними властивостями щодо сульфатвідновлювальних бактерій. Нами раніше було показано, що четвертинні солі триазолоазепінію є ефективними інгібіторами-біоцидами мікробної корозії сталі. При пошуку ефективних інгібіторів-біоцидів необхідно враховувати пригнічення здатності мікроорганізмів до формування та руйнування наявної біоплівки. В зв'язку з цим, вивчення корозивної та метаболічної активностей бактерій сульфідогенного мікробного угруповання, які сформували біоплівку на поверхні сталі за дії четвертинних солей триазолоазепінію, є ключовим моментом подальшого пошуку ефективних інгібіторів-біоцидів довгострокової дії.

Метою роботи є оцінка корозивної та метаболічної активностей бактерій біоплівкової форми росту, сформованої за дії четвертинних солей триазолоазепінію.

Вивчення корозивної (гравіметричний метод) та метаболічної (йодометричне титрування) активностей бактерій біоплівкової форми росту під впливом четвертинних солей триазолоазепінію здійснювали за умов мікробної корозії сталі. Для створення умов мікробної корозії використовували сульфідогенне угруповання бактерій, у складі якого визначені сульфатвідновлювальні (СВБ), залізовідновлювальні (ЗВБ) та денітрифікувальні (ДНБ) бактерії в кількості 10^5 кл/мл, 10^6 кл/мл та 10^4 кл/мл відповідно.

З'ясовано, що досліджувані біоплівкові культури, мають високу здатність до біоплівкоутворення. Так, встановлено, що на поверхні сталевого зразка формується потужна біоплівка за чисельністю корозійно активних бактерій (на рівні контролю): СВБ – 10^4 - 10^{10} кл/см^2, ЗВБ – 10^3 – 10^4 кл/см^2, ДНБ – 10^3- 10^4 кл/см^2. Імовірно, можна припустити, що висока здатність до біоплівкоутворення корозійно активних бактерій біоплівкової форми росту, що перебували під впливом інгібіторів-біоцидів, є показником їх персистенції.

Корозивна активність біоплівкових культур, сформованих під дією броміду 1-(2-оксо-2-фенілетил)-3-(4-толуідінометил)-6,7,8,9-тетрагідро-5Н-[1,2,4]триазоло-[4,5-а] азепінію та броміду 1-[2-(4-хлорофеніл)-2-оксоетил]-3-(4-метоксианілі-нометил)-6,7,8,9-тетрагідро-5Н-[1,2,4]триазоло[4,5-а]азепінію, менше порівняно з контролем: швидкість мікробної корозії сталі зменшується в 2,6 та 3,0 рази відповідно.

Метаболічна активність бактерій біоплівкової форми росту, сформованих під дією досліджених четвертинних солей триазолоазепінію, знижується. Продукування біогенного сірководню зменшується до 50%. При цьому чисельність СВБ (найбільш агресивна складова угруповання) в планктоні зберігається на рівні контролю (10^6 кл/мл). Це вказує на зменшення агресивності бактерій біоплівкової форми росту, сформованої під дією четвертинних солей триазолоазепінію.

Отже, оцінка корозивної та метаболічної активностей бактерій біоплівкової форми росту сульфідогенного мікробного угруповання, сформованих за дії четвертинних солей триазолоазепінію, дозволить глибше зрозуміти поведінку мікроорганізмів у процесах мікробної корозії сталі при довгостроковому використанні інгібіторів-біоцидів.

ЦЕЛЮЛАЗНА АКТИВНІСТЬ ҐРУНТІВ М. ЛУЦЬКА ТА ПРИМІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

Дяків С.В.[1], Кузьмішина І.І.[2], Бойко П.К. [2], Комович Л.В. [1], Бурачук Х.В. [1]

[1]Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна
[2]Волинський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк, Україна
e-mail: s.diakiv@lntu.edu.ua

Вміст органічної речовини у ґрунті є однією із основних характеристик, яка формує його родючість, а, отже, суттєво впливає на приріст біомаси рослин та їхню врожайність. Окрім безпосереднього внесення органічних добрив у ґрунти важливою і беззаперечною у трансформації речовин і деградації органічних решток є роль ґрунтової мікробіоти. Сучасна біологізація аграрної сфери сприяє швидкому поширенню та успішному використанню таких препаратів, як деструктори стерні, основними складовими яких і є целюлозоруйнівні мікроорганізми різних таксонів. Проте одним із менш широковживаних прийомів є дослідження та поліпшення складу аборигенної мікробіоти, представники якої безпосередньо реалізують трансформацію речовин у ґрунтах. Інтенсивність деструкції целюлози залежить від видового складу мікробіоти та ферментних систем мікроорганізмів, а також – від характеристик ґрунту, природних умов району. Дослідження сумарної целюлазної активності ґрунту класичним аплікаційним методом не є ресурсозатратним, а також залишається загальнодоступним та високоінформативним показником для характеристики активності ґрунтової мікробіоти, прогнозування вмісту органічної речовини у ґрунті.

У світлі трагічних для України подій від 24 лютого 2022 року чисельність населення західних областей стрімко зростає, підвищується кількість транспорту, тому видається важливим дослідити тиск урбанізації на ґрунтову мікробіоту. Досліджували 10 зразків окультуреного (непарні номери проб) і некультивованого (парні номери проб) ґрунтів із таких екотопів: №1-2 – дачний масив у с. Гаразджа Луцького р-ну; №3-4 – приватні паї вздовж дачного масиву та автотраси; №5-10 – урбаноземи м. Луцька (наближено до промзони – вул. Єршова, пн.-сх. напрям; на околицях міста (промзона по вул. Заньковецької – пн.-схід напрямок; вул. Даньшина – виїзд з міста, пд-зх. напрямок)). Целюлазну активність досліджували за деструкції лляного полотна аплікаційним методом. Модельний експеримент тривав 35 діб за температури повітря 19–23 ºС. Оцінку інтенсивності руйнування целюлози проводили за шкалою Д. Г. Звягінцева.

Для характеристики умов району дослідження описали типові види судинних рослин місцевої флори, встановили переважання представників родин *Asteraceae* (напр.: *Solidago canadensis* L., *Artemisia vulgaris* L., *Taraxacum officinale* Wigg., *Achillea submillefolium* Klok. et Krytzka) та *Poaceae* (напр.: *Elymus repens* (L.) Gould, *Calamagrostis arundinacea* Adans., *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.). Методом Тюріна у модифікації Симакова визначали вміст гумусу у ґрунтах дослідних ділянок, який варіював у межах 0,75%–3,47%, більшість зразків ґрунтів є мізерно незначно або низькогумусні. Визначали кислотність водних витяжок ґрунтів, досліджені ґрунти належать до нейтральних або слаболужних (pH 6,47–7,99).

Целюлазну активність встановили у всіх досліджених пробах, проте вона суттєво варіювала, від дуже слабкої до сильної (11,38 – 52,02 % розщеплення лляного полотна). У ґрунтах поза містом активність у ґрунтах з оброблених ділянок була нижчою, ніж у закинутих ділянках (в 1,4 рази та 1,8 рази). В урбаноземах спостерігали протилежну тенденцію – вищу активність в оброблених ґрунтах (в 1,2 – 4,1 рази), що, ймовірно, можна пояснити удобренням ґрунту чи іншими агротехнічними заходами з боку власників земельних ділянок і різного ступеня деградацією закинутих ділянок, про що свідчила менша видова різноманітність флори та, очевидно, вищий вміст сполук ВМ через близкість до автотрас.

БАКТЕРІАЛЬНІ ЗБУДНИКИ ХВОРОБ НАСІННЯ СОЇ ТА ВІДПОВІДНІ СИМПТОМИ ЇХ ПРОЯВУ

Житкевич Н.В., Гнатюк Т.Т.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна.
e-mail: Nataliazit1@gmail com.

Бактеріальні хвороби сої в Україні в цілому пильно відстежуються, ведеться спостереження за рухливістю кола їх збудників, вивчаються біологія патогенів та симптоми ураження. Однак, поза увагою залишилася відповідність симптомів бактеріального ураження насіння сої та певних патогенів. Тому метою роботи було дослідження симптомів хвороб насіння сої та співставлення симптомів із збудником бактеріальної хвороби.

Для досягнення мети проаналізовано близько 160-ти зразків насінин з різних сортів сої із різних регіонів України. Було отримано 64 штами бактеріальних культур, які проявляли високу вірулентність при штучному зараженні. Надалі відбір та ідентифікація бактеріальних фітопатогенів проведено на основі визначення їх головних біологічних властивостей (культурально-морфологічні та фізіолого-біохімічні властивості). Було визначено, що при ураженні насіння поширеними патогенами із кола бактеріальних збудників бактеріозів сої можуть спостерігатися такі симптоми:

Pseudomonas syringae **pv.** ***glycinae*** – чорно-коричнева пляма із розтріскуванням оболонки або на насінині від шва розходяться коричневі продовгуваті плями, також уся насінина може набувати коричневого кольору.

Xanthomonas axonopodis **pv.** ***glycines*** - світло-коричневі або зеленуваті некротичні плями кутастої форми; у насінини може бути зморшкувата та трохи розтріскана поверхня або нерівне розтріскування краю насінини; сама насінина може бути видовженої форми або повністю деформована.

Curtobacterium flaccumfaciens **sp.** ***flaccumfaciens*** – насінина може бути деформована, мати тріщини або чорну пляму, яка повільно розповсюджується по всій поверхні чи декілька малих сірих плям до 1мм у d. Насінина може мати рожевий відтінок.

Pantoea agglomerans **-** насінина може бути деформована та мати сіро-зелене, коричневе, червоно-коричневе забарвлення або кутасті плями такого ж кольору. Інколи на поверхні насінини можна спостерігати невеликий заглиблення від 1мм у d.

Слід зазначити, що при остаточному визначенні ураження насіння на бактеріоз обов'язковим є виконання «Триади Коха» для патогенних бактерій.

Також визначено, що вищеперераховані збудники зустрічаються незалежно від сорту сої. Зазвичай сорти відрізняються між собою відсотком ураження, видом бактеріального патогена та наявністю або відсутністю сумісної грибної та бактеріальної інфекції. Завдяки достатньої кількості обстежених сортів насіння сої підтверджено, що найбільш відомі бактеріальні фітопатогени сої зберігаються у насінні. Новий, ще недавно потенційний збудник іржаво-бурої плямистості сої *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* впевнено поширюється і адаптується в нових кліматичних умовах України. Факультативний фітопатоген *Pantoea agglomerans* все частіше виявляється при зберіганні насіння.

Зараження та поширення бактеріальних патогенів сої найбільш за все відбувається через насіння, обеззараження якого є, безперечно, головною складовою обмеження бактеріозів. В свою чергу ідентифікація хвороб насіння значним чином прискорить покращення стану врожаю, а також дозволить знешкодити фітопатогена на початковій стадії розвитку рослини.

ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ *AGROBACTERIUM RADIOBACTER* ТА ЙОГО РОЛЬ У ПІДТРИМАННІ МІКРОБНОГО БАЛАНСУ В РИЗОСФЕРІ РОСЛИН

Жмур О.В., Чабанюк Я.В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна.
e-mail: alesya20100@gmail.com

Agrobacterium radiobacter (синонім *Rhizobium radiobacter*) є грамнегативною аеробною бактерією родини *Rhizobiaceae*, поширеною в ґрунтових екосистемах та ризосфері рослин. На відміну від свого патогенного родича, *Agrobacterium tumefaciens*, який викликає корончатий гал, *A. radiobacter* не містить пухлинотворної Ті-плазміди й є непатогенним сапрофітом, здатним до симбіотичних та конкурентних взаємодій у ризосфері.

Особливу увагу серед штамів *A. radiobacter* привертає штам K84, відомий завдяки продукуванню агроцину 84 – бактериоцину, що вибірково пригнічує розвиток патогенних агробактерій, блокуючи їхній білковий синтез. Ця особливість зробила штам K84 одним із перших успішно використаних біоконтролюючих агентів у сільському господарстві. Ефективність використання штаму K84 підтверджено у різних кліматичних умовах, зокрема у США, Австралії, Новій Зеландії та Європі.

З польового досліду з вивчення рослинно-мікробних взаємодій рослин малини з мікроміцетами роду *Trichoderma* нами виділено штам *A. radiobacter*, як перспективний агент для створення біопрепарату. Виділений штам демонстрував значну антагоністичну активність щодо патогенних мікроорганізмів, що дозволяє розглядати його як ефективного біоконтролюючого агента для ягідних культур.

Крім прямої антагоністичної дії, *A. radiobacter* активно взаємодіє з іншими представниками ґрунтової мікробіоти, формуючи конкурентні та симбіотичні взаємовідносини. Він здатний змінювати склад мікробних угруповань ризосфери, зменшуючи чисельність фітопатогенних мікроорганізмів і підтримуючи активність корисних бактерій родів *Pseudomonas, Bacillus* та *Streptomyces*.

Також *A. radiobacter* демонструє важливу роль у біогеохімічних циклах, зокрема в кругообігу азоту, фосфору та вуглецю. Він має здатність до біологічної фіксації атмосферного азоту, мобілізації важкорозчинних фосфатів і деградації органічних сполук, включаючи ксенобіотики. Ці функції посилюють його значення у підтриманні родючості ґрунтів та екологічної стійкості агроценозів.

Встановлено, що деякі штами *A. radiobacter* можуть індукувати системну стійкість рослин до різноманітних патогенів. Це відкриває додаткові перспективи для використання цієї бактерії як пробіотика рослин у сталому землеробстві. Водночас необхідний постійний моніторинг генетичної стабільності біопрепаратів, створених на основі *A. radiobacter*, оскільки відомі випадки горизонтального переносу патогенних плазмід.

Таким чином, *A. radiobacter* є багатоцільовим агентом у підтриманні здоров'я ґрунтових екосистем, що відкриває широкі можливості для його застосування у біологічному контролі, стимулюванні росту рослин та біоремедіації.

ЕФЕКТИВНІСТЬ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ З БІОФУНГІЦИДНОЮ ДІЄЮ У ПОСІВАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Заболотний О.І.[1], Розборська Л.В.[1], Заболотна А.В.[2]

[1]Уманський національний університет, м. Умань, Україна.
[2]Уманський педагогічний університет імені Павла Тичини, Умань, Україна.
e-male: aleks.zabolotnyi@gmail.com

Мікробні препарати з фунгіцидним ефектом нині є важливою складовою у регуляції численності хвороботворних мікроорганізмів у посівах польових культур. Мікроорганізми, що виступають у якості діючої речовини таких препаратів, здатні вступати у конкурентні взаємовідносини з аборигенними видами мікроорганізмів та можуть витупати індукторами стійкості природних систем. Численними дослідженням доведено, що певні мікроорганізми здатні виступати антагоністами фітопатогенів.

Зокрема, дослідженнями із застосуванням біофунгіцидних препаратів на основі штамів мікроорганізмів у посівах тритикале озимого виявлено, що за використання біофунгіциду Бактофіт у нормах 2,0; 2,5 та 3,0 л/га зниження поширеності ураження листків тритикале озимого плямистостями сягало до 4,8; 4,4 і 3,3%. Застосування цих ще норм Бактофіту на фоні бактеризації насіння Меланорізом сприяло підсиленню сумісної дії препаратів, що забезпечило зниження поширеності ураження листків плямистостями до 3,6; 3,1 та 2,4% відповідно. Дещо менш ефективну дію мало застосування біофунгіциду на фоні передпосівної обробки насіння Біозлаком. У цих варіантах досліду відсоток ураження плямистостями складав від 2,9–4,5%.

Виконаними у 2024 році дослідженнями із застосуванням мікробних препаратів з біофунгіцидною дією Фітоцид 1,0 л/га, Фітохелп 1,0 л/га, Бактофіт 2,0 л/га та Фітодоктор БТ 1,5 кг/га в умовах дослідного поля кафедри біології Уманського національного університету встановлено, що застосування мікробних препаратів з фунгіцидним ефектом позитивно вплинуло на фітосанітарний стан посівів пшениці озимої.

Так, зокрема, у разі обробки посівів культури препаратом Фітоцид поширеність септоріозу складала 1,5% при 3,5% у контролі; поширеність піренофорозу – 1,3% проти 3,6% у контролі, бурої листкової іржі – 2,0% проти 4,0% у контролі. У цьому ж варіанті досліду поширеність борошнистої роси склала 2,5% порівняно з 8,1 у контролі. Дещо ефективнішою у плані контролювання фітопатогенних збудників було внесення препарату Фітохелп, за застосування якого поширеність септоріозу, піренофорозу і бурої листкової іржі становило відповідно 1,3; 1,2 та 1,5%, а поширеність борошнистої роси – 2,0%. За обприскування посівів пшениці озимої Бактофітом прослідковувалося подальше пригнічення поширеності фітопатогенних збудників. Зокрема, септоріозу – до 1,0%, піренофорозу – до 1,1% а бурої листкової іржі та борошнистої роси – до 1,2%.

Найбільш ефективним серед усіх варіантів досліду щодо пригнічення збудників листкових хвороб виявилося обприскування посівів препаратом Фітодоктор БТ. Тут поширеність септоріозу, піренофорозу, бурої листкової іржі та борошнистої роси знизилася відповідно до 0,8; 0,8; 1,2 та 1,2%. Очевидно, найбільше пригнічення фітопатогенів саме у варіанті із використанням Фітодоктору БТ зумовлено найвищою концентрацією у цьому препараті клітин *Bacillus subtilis* – $5{,}0\times10^9$ КУО/мл препарату, тоді як у інших препаратів вміст клітин був меншим.

Отже, аналіз одержаних експериментальних даних показав, що застосування у посівах пшениці озимої біологічних препаратів мікробного походження з фунгіцидним ефектом сприяє зниженню поширення в посівах листкових хвороб. Найбільш ефективним у покращенні фітосанітарного стану посівів культури, за рахунок найвищого вмісту клітин *Bacillus subtilis* виявилося внесення препарату Фітодоктор БТ, що знизило поширеність септоріозу, піренофорозу, бурої листкової іржі та борошнистої роси знизилася відповідно до 0,8; 0,8; 1,2 та 1,2%.

ЧУТЛИВІСТЬ ЗБУДНИКІВ БАКТЕРІАЛЬНИХ ХВОРОБ ГОРІХУ ВОЛОСЬКОГО ДО РІЗНИХ СПОЛУК МІДІ

Зарудняк М.І., Данкевич Л.А.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна.
e-mail: zarudnakmikola@gmail.com

З моменту першого використання бордоської суміші в 1885 році для боротьби зі збудниками хвороб рослин було розроблено та застосовано велику кількість антимікробних сполук на основі міді (Cu). Хоча ці сполуки здійснили революцію у захисті сільськогосподарських культур у XX столітті, їх постійне застосування викликає занепокоєння щодо довготривалості і стійкості такої системи захисту рослин. Основними перевагами використання цих сполук є: висока токсичність для збудників хвороб рослин, низька вартість, низька токсичність міді (Cu) для ссавців та їх хімічна стабільність і тривалість дії. Але за тривалий час використання сформувалися і негативні аспекти використання мідьвмісних препаратів а саме: значна фітотоксичність, виникнення резистентних до даних сполук штамів мікроорганізмів зокрема і збудників хвороб рослин, накопичення міді (Cu) в ґрунті та негативний вплив на ґрунтову біоту, погіршення показників якості харчових продуктів. Останнім часом побільшало досліджень які підтверджують не ефективність використання мідьвмісних препаратів для захисту рослин від збудників хвороб рослин зокрема і бактеріальних. Горіх волоських є експортною для України культурою. За даними Міністерства сільського господарства США у 2020-2021 рр. Україна посіла п’яте місце у світі серед країн-експортерів ядра горіху волоського. Горіх волоський здатні уражувати наступні види фітопагенних бактерій: *X. arboricola* pv. *juglandis* (збудник бактеріального опіку, коричневого апікального некрозу та вертикального виразкового раку волоського горіху), *P. syringae* pv. *syringae* (плямистість листя), *A. tumefaciens* (рак коренів), *Brenneria rubifaciens* (глибокий рак кори), *Brenneria nigrifluens* (мілкий рак кори). Шкодочинність окремих збудників для даної культури може складати 40-60%. Саме тому, дослідження чутливості збудників бактеріальних хвороб горіху волоського до сполук міді є вкрай актуальним. У дослідженні використали штами, виділені з уражених дерев горіху волоського, зокрема *Agrobacterium* spp. –3 шт; *Xanthomonas* spp. –16 шт. *Pseudomonas* spp. – 6 шт та типові і колекційні штами видів, які можуть уражувати волоський горіх (*A. tumefaciens* – 13 шт; *X. arboricola* pv. *juglandis* – 3 шт, *P. syringae* pv. *syringae* – 1 шт). У дослідженнях ми також використали комерційні мідь вмісні препарати діючою речовиною яких є: сульфат міді, гідроокис міді, 770 г/кг, хлорокис міді 861 г/кг, оксид міді, 239.36 г/л + гідрооксид міді, 236.64 г/л, фосфонат міді 250 г/л. Дослідження антагоністичного впливу мідівмісних препаратів проводили загальноприйнятими методами. Попередньо нами показано що ключовими збудниками горіху волоського в Україні є *X. arboricola* pv. *juglandis, P. syringae* pv. *syringae, A. tumefaciens*. За результатами досліджень 100% протестованих штамів *X. arboricola* pv. *juglandis* виявилися чутливими до хлорокису міді, оксиду міді, + гідрооксиду міді, 86% — до гідроокису міді, 71% — до сульфату міді та 7% — до хлорокису міді. Натомість всі штами *X. arboricola* pv. *juglandis* є не чутливими до сульфату міді. Крім того 100% протестованих штамів *P. syringae* pv. *syringae* є чутливими до суміші оксид міді + гідрооксиду міді, фосфонату міді і сульфату міді, але не чутливими до хлорокису міді та гідроокису міді. В ході досліджень також показано що 63 % штамів *A. tumefaciens* є чутливими до сульфату міді, 50% — до гідроокис міді та 38% — до суміші оксид міді, + гідрооксиду міді. Натомість всі штами *A. tumefaciens* є не чутливими до фосфонату міді і гідроокису міді. Отже всі збудники бактеріальних хвороб горіху волоського є варіабельні за чутливістю до мідьвмісних препаратів, що наштовхує на думку про пошук більш ефективних сполук для захисту рослин.

АНТАГОНІСТИЧНА АКТИВНІСТЬ ШТАМІВ *TRICHODERMA* ЩОДО ДЕЯКИХ ТОКСИГЕННИХ *ASPERGILLUS* SPP.

Каганюк П.П.[1], Савчук Я.І.[2]

[1]*ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна.*
[2]*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУ, м. Київ, Україна.*
e-mail: majka42@ukr.net

Мікроміцети роду *Trichoderma* широко відомі як високоактивні антагоністи цілого ряду фітопатогенних мікроміцетів, зокрема, представників *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Colletotrichum* spp., *Botrytis* spp. та ін. Ефективність штамів *Trichoderma* як антагоністів зумовлена цілим рядом факторів, і проявляється в механізмах прямого, так і не прямого антагонізму. З огляду на це, інтерес вчених до пошуку нових ізолятів *Trichoderma* з високим рівнем антагоністичної активності щодо фітопатогенів є актуальним. Однак, крім названих фітопатогенів велику проблему для виробників рослинництва і тваринництва становлять деякі види *Aspergillus* spp., які продукують мікотоксини – *A. parasiticus, A. ochraceus, A. flavus* та ін. Останній є особливо небезпечним. Штами цього виду здатні синтезувати більше трьох десятків мікотоксинів які за своєю хімічною будовою відносять до класу афлатоксинів. Серед яких найбільш небезпечним для теплокровних є афлатоксин B_1, який за своєю токсичністю не поступається трихотеценовим мікотоксинам, і визначення його вмісту в продуктах рослинництва та їх переробки є обов'язковим. Зокрема, дуже чутливими до афлатоксинів є молодняк кролів, індиків, качок, свиней, коней, собак та ін. Нажаль, не рідкісні випадки мікотоксикозів пов'язаних з вживанням забрудненої афлатоксинами їжі і у людей. Не менш небезпечною є група охратоксинів основними продуцентами яких є *A. ochraceus* та *A. sulphureus*. Ця група мікотоксинів характеризується сильною нефротоксичною дією, а також вражає інші органи та тканини. Поряд з цим, штами *Aspergillus* завдяки своїй здатності до біосинтезу великої кількості вторинних метаболітів з різноманітною біологічною активністю здатні безпосередньо впливати на ріст і розвиток рослин. Так, в ряді робіт *Циганенко із співавт*. встановлена властивість різних видів *Aspergillus* синтезувати сполуки із фітотоксичною активністю. Таким чином, представники *Aspergillus* можуть визначати поряд із деякими іншими видами (*Fusarium* spp., *Penicillium* spp.) загальну фітотоксичність ґрунту, що негативно впливатиме на ріст і розвиток рослин, і разом із цим, синтезувати мікотоксини. З огляду на викладене, актуальним завданням є пошук ефективних штамів антагоністів щодо токсигенних представників *Aspergillus* з метою біоконтролю цієї групи мікроміцетів-шкідників. Нами було досліджено методом дуальної культури антагоністичну активність 20 штамів *Trichoderma* щодо токсигенних видів *Aspergillus*: *A. flavus, A. parasiticus, A. ochraceus, A.niger, A. sulphureus, A.versicolor* та *A.ustus*. Результати експерименту показали, що досліджувані штами *Trichoderma* володіють високим рівнем антагоністичної активності щодо аспергілів. Так, найбільш активними були чотири штами – 2768, №2, 3108 та 2925 з середнім значенням затримки росту тест-культур більше 70%. Дещо менш активними виявилась група з семи штамів 3113, 1662, 6067, 2924, №1, 3057 та 344, які пригнічували ріст досліджуваних штамів *Aspergillus* в межах 63-68%. Всі інші штами *Trichoderma* за антагоністичною активністю знаходились в межах значень затримки росту тест-культур 49-59%.

Таким чином, проведені нами дослідження засвідчили високий антагоністичний потенціал штамів *Trichoderma* щодо представників токсигенних видів *Aspergillus*. З огляду на це, в подальшому планується дослідити антифунгальну активність низькомолекулярних метаболітів з найбільш активних штамів *Trichoderma* для встановлення можливості їх використання, поряд із препаратами із живих культур, для біоконтролю вказаних шкідників.

ФОРМУВАННЯ РИЗОБІАЛЬНОГО АПАРАТУ ЧИНИ ПОСІВНОЇ ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

Карпенко В. П., Притуляк Р. М.

Уманський національний університет, м. Умань, Україна.
e-mail:radak7484402@ukr.net

Зернобобові культури, серед яких упродовж останніх років набирає популярності чина посівна, є не лише цінним джерелом амінокислот і рослинного білка, а й важливим складником функціонування ризобіального симбіозу, завдяки якому зв'язуються значні кількості атмосферного азоту та покращуються фізико-хімічні показники ґрунту.

Дослідження виконували в польових умовах кафедри біології Уманського національного університету. Дію біологічних препаратів Біонеостим (N, P_2O_5, K_2O, Mg, Mn, CaO, S, B, Mo, Fe, Cu, Zn, водорозчинні гумінові речовини – 0,25–20 г/л, *Pseudomonassp*. D-1, *Paenibacilluspolymyxa* 5, *Trichodermasp*. D-1 – $1{,}0\times10^5$–$1{,}0\times10^6$ КУО/см^3) і Вермистим Д (амінові, гумінові, специфічні білкові і фульвокислоти, вітаміни, фітогормони, бактерії: *Lactobacillusplantarum* (>100 тис), *Lactobacilluscasei* (>10 тис), *Rhodopseudomonaspalustris* (>10тис), *Saccharomycescerevisiae* (>10 тис)) вивчали на чині посівній сорту Іволга за обробки насіння перед сівбою та рослин під час вегетації

Формування ризобіальногоапарату оцінювали за методикою, викладеною В. В. Волкогоном (2010).

Одержані експериментальні дані за передпосівної обробки насіння Біонеостимом засвідчили зростання кількості бульбочок на коренях чини посівної у порівнянні з контролем у фазі бутонізації на 4 шт./рослину, їх маси – 2,3 мг/рослину.

Найвищі кількісно-вагові показники ризобіального апарату чини посівної формувались у варіанті досліду із застосуванням Вермистиму Д 8,0 л/га, внесеного на фоні передпосівної обробки насіння сумішшю Біонеостиму і Вермистиму Д. Таке поєднання препаратів забезпечило збільшення числа бульбочок у фазі бутонізації чини на 17 шт./рослину, їх маси – 27,5 мг/рослину відносно контролю.

Формування ризобіального апарату чини посівної залежало не лише від застосовуваних препаратів, а й від фази розвитку культури:у фазу цвітіння – утворення бобівкількість і маса бульбочок на кореневій системі чини зростала в порівнянні до фази бутонізації у середньому на 21–59%. Водночасу варіанті із застосуванням Біонеостиму для обробки насіння з наступним післясходовим внесенням Вермистиму Д кількість і маса бульбочок зростали у порівнянні з контролем на 23 шт./рослину та 186,0 мг/рослину, у варіанті з використанням цих же препаратів для обробки насіння з наступним обприскуванням посівів Вермистимом Д – 25 шт./рослинуі 222,2 мг/рослину відповідно.

Таким чином, з наведеного експериментального матеріалу можна зробити висновок, що формування ризобіального апарату чини посівної залежить від комбінування досліджуваних препаратів:передпосівна обробка насіння сумішшю Біонеостиму і Вермистиму Д з наступним внесенням Вермистиму Д по сходах забезпечувала зростання кількості бульбочок кореневої системи залежно від фази розвитку культури в середньому на 17–25 шт./рослину та 27,5–222,2 мг/рослину.

АКТИНОМІЦЕТИ ГНІЗД РИЙНИХ ОС РОДУ SCELIPHRON KLUG, 1801

Качор А.[1, 2], Затушевський А.[2], Питель-Гута С.[3], Самборський М.[1], Братійчук Д.[4], Заячківська А.[4], Палущак А.[4], Лужецький А.[4], Ребець Ю.[1]

[1]ГС «Німецько-Український Центр передових досліджень природних сполук», м. Львів, Україна.
[2]ТОВ «Експлоджен», м. Львів, Україна.
[3]Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна.
[4]Університет Саарланду, м. Саарбрюкен, Німеччина.
e-mail: anya.aiva18@gmail.com

Вищі організми, зокрема комахи, формують стабільні екологічні взаємодії із бактеріями, які часто включають використання вторинних метаболітів мікроорганізмів для захисту. Так, вивчення мікробіому мурах-листорізів призвело до виявлення ряду нових біологічно активних метаболітів в першу чергу протигрибкової дії. Саме тому вивчення мікробіому комах із складною соціальною поведінкою чи складним життєвим циклом відкриває нові можливості для спрямованого пошуку нових природних метаболітів із певними властивостями.

Рийні оси роду *Sceliphron* будують свої гнізда з глини та піску, заповнюючи їх паралізованими павуками, які в подальшому використовуються личинками як джерело живлення. Умови в середині такого гнізда сприяють розвитку пліснявих грибів, однак грибкове забруднення гнізд є рідкісним явищем. Таким чином ми припустили, що мікроорганізми, асоційовані із матеріалом гнізд, можуть мати захисну функцію. З метою дослідити таку можливість ми проаналізували склад мікробних угруповань гнізд *Sceliphron curvatum* та *Sceliphron destillatorium*, зібраних у західних областях України. Метагеномне секвенування ампліконів ділянок 16S та ITS виявило значне переважання представників роду *Alternaria* у гніздах *S. destillatorium* (91% усіх ідентифікованих грибів) та *Aspergillus* (65%) у гніздах *S. curvatum*. У той же час в обох випадках актинобактерії становили 7,5% та 27,5% всього прокаріотричного мікробіому досліджуваних гнізд.

Актиноміцети є продуцентами широкого спектру біологічно активних сполук, зокрема антибіотиків. Зважаючи на це, ми провели виділення актиноміцетів із гнізд рийних ос *S. curvatum* та *S. destillatorium*, що дозволило отримати 65 штамів із шести досліджених гнізд. Ізоляти були ідентифіковані як представники родів *Streptomyces*, *Micromonospora*, *Nocardiopsis*, *Actinomadura*, *Micrococcus* та *Blastococcus*. З 65 ізолятів 45 штамів (69,2%) виявляли антимікробну активність проти тест-культур. Значна частина виділених актиноміцетів інгібували ріст грибів (*Alternaria alternata* (41,5%), *Botrytis cinerea* (49,2%), *Debaryomyces hansenii* (36,9%)) та Грам-позитивних бактерій (*Kocuria rhizophila* (47,6%)), тоді як лише окремі ізоляти були активними проти Грам-негативних бактерій (*Erwinia persicina* (1,5%), *Pseudomonas putida* (1,5%)). Для аналізу вторинних метаболітів було застосовано високоефективну рідинну хроматографію, поєднану з мас-спектрометрією (ВЕРХ-МС), у комбінації з прогнозуванням біосинтетичних генних кластерів у відповідних геномах на основі аналізу antiSMASH. У результаті виявлено, що значна частина ізолятів актиноміцетів синтезує ряд відомих протигрибкових природних сполук, зокрема кандицидини, антиміцини та альтераміди, що підтверджує нашу гіпотезу про захисну функцію актиноміцетів у мікробіомі гнізд під час розвитку личинок рийних ос.

СИМБІОТИЧНА АКТИВНІСТЬ СОЧЕВИЦІ ХАРЧОВОЇ (*LENS CULINARIS* MEDIK.) ЗА ВПЛИВУ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА ФУНГІЦИДІВ

Козак В. О., Пида С. В., Мацюк О. Б., Москалюк Н. В., Герц Н. В.
Тернопільський національний педагогічний університет імені В. Гнатюка, м. Тернопіль, Україна. e-mail: shelest.1995@ukr.net, spyda@ukr.net

Сочевиця харчова (*Lens culinaris* Medik., 1787) є однією із найбільш важливих продовольчих рослин родини Бобові (*Fabaceae*), яка засвоює 23,0-86,8 кг/га атмосферного азоту та залишає у ґрунті 90 –120 кг/га біологічного N_2. У зв'язку із цим, передпосівна обробка насіння препаратами на основі активних селекціонованих штамів специфічних ризобій є актуальним агроприйомом у технології вирощування культури.

Метою роботи було дослідити параметри формування та функціонування симбіотичних систем сочевиці харчової сорту Red за впливу монообробки насіння Ризобофітом, *Rhizobium leguminosarum* biovar *viceae* (*R. leg*) штамів С4-30, 724, Ф 11-2, Ф 16-1 та на фоні застосування фунгіцидів Лайвіт і Максим в ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України (Тернопільська обл.).

У результаті формування симбіотичних відносин між бобовими культурами та бульбочковими бактеріями утворюються високоспеціалізовані кореневі бульбочки. Їх кількість на коренях є важливим критерієм ефективності взаємодії рослини і бактерій. Встановлено, що у фазі формування бобів показник кількості бульбочок на коренях сочевиці харчової коливався у межах 5,2–12,5 шт./рослину. Найбільше бульбочок виявлено за інокуляції насіння Ризобофітом (12,5±1,3 шт./рослину), що на 54 % вище, порівнюючи із контролем (8,1±0,9 шт./рослину). У ґрунті дослідних ділянок наявні місцеві популяції бульбочкових бактерій, які спонтанно інокулювали корені рослин контрольного варіанту (насіння зволожене водою, 1,5 % від маси). За моновпливу фунгіциду Лайвіт кількість бульбочок на коренях сочевиці достовірно зростала на 40 % (11,3±0,4 шт./рослину), за моновикористання фунгіциду Максим – знижувалася на 10 % порівнюючи з контролем. При сумісному застосуванні мікробних препаратів та фунгіциду Лайвіт виявлено тенденцію до зниження кількості бульбочок на коренях рослин. Обробка насіння Ризобофітом, *R. leg* Ф 11-2, *R. leg* Ф 16-1 на фоні фунгіциду Максим сприяла збільшенню їх чисельності на 19-37 %.

Важливим показником біологічної фіксації азоту симбіотичними системами сочевиці харчової є азотфіксувальна активність бульбочок, значення якої коливалось у межах 0,013±0,001–0,154±0,017 нМоль C_2H_4/росл.×год. Найактивніше фіксували азот симбіотичні системи, утворені місцевими популяціями бульбочкових бактерій, за монообробки насіння фунгіцидом Лайвіт, що у 2,5 рази більше, порівнюючи із контролем (0,058±0,008 нМоль C_2H_4/росл.×год). Сумісне застосування Лайвіту з R. leg С4-30 та R. leg 724 підвищувало загальну азотфіксувальну активність на 44, 0 та 17,0 %, з Ризобофітом, R. leg Ф 11-2 та R. leg Ф 16-1 – знижувало на 20,0, 61,0 та 14,4 % відповідно. Інокуляція насіння Ризобофітом та R. leg С4-30 статистично вірогідно підвищувала на 110 % та 150 % нітрогеназну активність, порівнюючи з контролем, що можна пояснити більшою кількістю бульбочок на коренях рослин. У варіанті із монозастосуванням фунгіциду Максим досліджуваний показник достовірно зростав у 1,5 рази, за комплексного застосування цього фунгіциду з мікробними препаратами спостерігалося зниження нітрогеназної активності бульбочок на 43-77 %.

Отже, моноінокуляція Ризобофітом і штамами *R. leg* та їх поєднане застосування із фунгіцидами Лайвіт і Максим по-різному впливають на формування бульбочок на коренях сочевиці харчової сорту Red та їх нітрогеназну активність за вирощування рослин на фоні спонтанної інокуляції в умовах Тернопільської області. Обробка насіння перед сівбою фунгіцидами Лайвіт і Максим статистично вірогідно підвищувала азотфіксувальну активність бульбочок, утворених місцевими популяціями *R. leg.*

ВПЛИВ TRICHODERMA VIRIDE НА МІКРОМІЦЕТИ КОРЕНЕВОЇ ЗОНИ СОЇ ТА НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУЛЬТУРИ

Копилов Є.П., Шаховніна О.О., Надкернична О.В.
Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, м. Чернігів, Україна. e-mail: evgenk2013@gmail.com

Характер взаємодії *T. viride* 2227 як з мікроміцетами кореневої зони сої вивчали у дрібно-ділянкових польових дослідах протягом 2023-2024 рр. Як свідчать одержані дані, мікоценоз дерново-підзолистого ґрунту ризосфери сої формували мікроміцети, які належали до родів *Acremonium, Alternaria, Aspergillus, Cladosporium, Fusarium, Gliocladium, Mortierella, Mucor, Penicillium, Rhizopus, Trichoderma, Verticillium* та родини *Dematiaceae*, серед яких найбільш чисельними були мікроміцети роду *Fusarium* (82,50 тис. КУО) та *Penicillium* (22,83 тис. КУО). Загальна кількість грибів у контрольному варіанті складала 136,40 тис. КУО в 1 г ґрунту.

Щодо родового складу грибів кореневої сої, необхідно зазначити, що грибний ценоз на відмитих коренях був значно збіднений у порівнянні з ризосферним грунтом. Так на коренях були відсутні гриби родів *Aspergillus, Cladosporium, Mortierella, Mucor, Rhizopus, Verticillium*.

Фітопатогенний комплекс кореневої зони сої був представлений грибами родів *Fusarium* (видами *F. oxysporum, F. oxysporum var orthoceras, F. verticilloides, F. solani, F. gibbosum)* та *Alternaria* (видами *A. alternata, A. consortiale*). Гриб *T. viride* 2227, внесений у грунт з насінням сої, приживався як у ризосферному грунті, так і в ризоплані культурі, де його чисельність складала відповідно 11,55 та 7,15 тис. КУО, що у 4,66 - 5,18 разів більше, ніж у контрольному варіанті. Передпосівна обробка насіння сої *T. viride* майже не позначилося на загальній кількості мікроміцетів, також залишилась без змін чисельність мікроміцетів роду *Penicillium* у ризосферному грунті, а на відмитих коренях вона навіть збільшилась з 0,55 до1,65 КУО. Проте внесена триходерма суттєво вплинула на фітопатогенний комплекс кореневої зони рослин. Так у ризосферному грунті чисельність фузаріїв зменшилася з 82,50 до 30,25 тис. КУО або у 2,7 разів, на відмитих коренях – з 8,53 до 3,30 або у і 2,6 рази. Чисельність грибів роду *Alternaria* в ризосферному грунті зменшилася з 1,64 до 0,55 тис. КУО або у 2,98 разів. Це може свідчити про антагоністичну активність триходерми щодо мікроміцетів родів *Fusarium* і *Alternaria* – збудників кореневих гнилей і альтернаріозу сої.

Вивчення антагоністичної дії *T. viride* 2227 на фітопатогенні гриби *Fusarium oxysporum, F. oxysporum var. orthoceras, F. moniliforme, F. solani Alternaria alternata, A. consortiale, Alternaria sp.,* методом зустрічних культур показало високу антагоністичну активність триходерми.

Отже гриб *T. viride* 2227, внесений у грунт з насінням сої, приживався як у ризосферному грунті, так і в ризоплані культурі, де його чисельність складала відповідно 11,55 та 7,15 тис. КУО , що у 4,66 - 5,18 разів більше, ніж у контрольному варіанті. Крім того гриб виявляв антагоністичну активність щодо мікроміцетів родів *Fusarium* і *Alternaria*, що може свідчити про антагоністичну активність триходерми щодо мікроміцетів – збудників кореневих гнилей і альтернаріозу сої. Одержані результати підтверджують численні дані про представників роду *Trichoderma* як агентів біоконтролю фітопатогенів багатьох сільськогосподарських культур, у тому числі і сої.

Гриб *T. viride* 2227, внесений у грунт з насінням сої, позитивно впливав на урожайність культури. Так, за результатами польових дослідів, урожайність сої за використання триходерми у 2023 році склала 3, 17 т/га, проти 2,82 т/га у контрольному варіанті. У 2024 році відповідно 3,21 і 2,82 т/га.

Отже, новий штам *T. viride* 2227 може бути запропонований як біоагент мікробного препарату для захисту рослин сої від кореневих хвороб, таких як фузаріоз та альтернаріоз і підвищення продуктивності культури.

ТЕМПЕРАТУРНІ УМОВИ ЯК ФАКТОР МІКРОБІОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ В УМОВАХ НЕСТАБІЛЬНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Крупєй К. С.[1], Рильський О. Ф. [2]
[1]*Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, м. Запоріжжя, Україна.*
[2]*Запорізький національний університет, м. Запоріжжя, Україна.*
e-mail: krupeyznu@gmail.com, rylsky@ukr.net

Нестабільне електропостачання в Україні призводить до порушення температурного режиму зберігання харчових продуктів, що сприяє розмноженню мікроорганізмів і підвищує ризик харчових отруєнь. Вивчення змін мікробіоти продуктів за різних температур дозволяє оцінити безпеку споживання продуктів під час відключень електроенергії.

Для дослідження обрали 3 види свіжого м'яса (куряче філе, свинина, яловичина), молоко (свіже та пастеризоване) та твердий сир 2-х торгових марок. Продукти зберігали за різних температурних режимів: в холодильнику (температура на верхній полиці становив +5,5 °С, на нижній – +4 °С), у морозильній камері (-16 °С) та за кімнатної температури (+20 °С) протягом 3-х діб. Для аналізу мікробіоти свіжого м'яса готували гомогенат у фізіологічному розчині, розводили 1:10, після чого проводили посів контролю (до зберігання) та дослідних зразків глибинним методом на МПА (для визначення ЗМЧ), на Вільсона-Блера (для виділення облігатних анаеробів та їх ідентифікації за допомогою тест-системи API 20 A), поверхневим методом – на Ендо (для виявлення бактерій групи кишкової палички – БГКП). Ентеробактерії визначали за 4 біохімічними тестами IMViC. Молоко (розведене 1:10) засівали поверхневим методом, а сир – методом відбитків (на МПА). Після 24-х годин інкубації при 37 °С підраховували кількість колонієутворювальних одиниць (КУО). Анаеробних мікроорганізмів культивували в анаеростаті (Schuett-biotec). Всі дослідження проводили у трикратній повторності, з перерахунком КУО на 1 г для м'яса, 1 мл для молока та 1 см² для сиру [ДСТУ 8381:2015; Наказ МОЗ України № 548; Коваленко Н. І. та ін., 2021].

У контрольних зразках курячого філе кількість бактерій була найбільшою (2610±125,28 КУО/г), в яловичині – вдвічі менше, а у свинині – в 4,5 рази менше (1260±37,80 і 585±11,11 КУО/г, відповідно). При зберіганні в холодильнику бактеріальне обсіменіння збільшилось у 15 разів для курячого філе та яловичини, в 38 разів – для свинини. У морозильній камері КУО було вдвічі менше для курячого філе і свинини, але на 20 % вище для яловичини. За кімнатної t через 3 доби в м'ясі почалися гнильні процеси, з домінуванням кокової мікробіоти. У свинині після 3-х діб зберігання в холодильнику виявлено 2 КУО/г *Clostridium perfringens* (збудник харчових отруєнь людини), а при зберіганні за кімнатної t патогенів було у 8,5 раза більше (17 КУО/г). Також у свинині на 3-тю добу зберігання за кімнатної t виявили 18 КУО/г БГКП, тоді як у курячому філе – 6 КУО/г. В інших зразках м'яса *Cl. perfringens* та БГКП не виявлені. У свіжому молоці кількість бактерій була в 31 раз більша, ніж у пастеризованому. За кімнатної t молоко швидше скисало (домінували лактобактерії і стрептококи). У холодильнику кількість бактерій у свіжому молоці збільшилась у 1,5 рази на верхній полиці та в 2,2 рази – на нижній. У пастеризованому молоці бактерій було в 9,2 та 3,3 рази більше на верхній та нижній полиці, відповідно. У зразках, розташованих ближче до морозильної камери, домінували палички та коки, тоді як на нижній полиці переважали дріжджі. У сирах при зберіганні в холодильнику мікробіота майже не змінювалась, а за кімнатної t кількість бактерій зросла в 4,6 рази для сиру № 1 і в 2,3 рази для сиру № 2.

За результатами дослідження розроблені рекомендації щодо безпечного зберігання харчових продуктів. Перспективами подальших досліджень є вивчення впливу різних температурних режимів на мікробіоту інших продуктів, у тому числі на вміст санітарно-показових мікроорганізмів.

ХАРАКТЕРИСТИКА БУЛЬБОЧКОВИХ БАКТЕРІЙ, ЗДАТНИХ ВСТУПАТИ У СИМБІОТИЧНІ ВЗАЄМОВІДНОСИНИ З АРАХІСОМ

Крутило Д.В.,Кулик В.Г., Ушакова М.А.

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, м. Чернігів, Україна.
e-mail:krutylodv@gmail.com

Арахіс звичайний (*Arachis hypogaea* L.) є однією з господарсько цінних бобових культур. Його батьківщиною вважається Південна Америка, а основні посіви зосереджені в країнах Азії та Африканського континенту. У Європі ця культура малопоширена. В Україні арахіс успішно культивують у південних регіонах – у Миколаївській, Одеській, Херсонській, Запорізькій та Дніпропетровській областях. Посівні площі арахісу в країні незначні, проте останнім часом його інтенсивно починають впроваджувати у виробництво на зрошуваних землях. Особливістю арахісу є те, що він може вступати у симбіотичні взаємовідносини як із повільно-, так із швидкорослими бульбочковими бактеріями. Нині відомо понад 30 видів *Bradyrhizobium*, які підтверджені як мікросимбіонти арахісу (*B. lupini, B. japonicum, B. lablabi, B. vignae, B. subterraneum* та ін.). У різних країнах серед швидкорослих ризобій у бульбочках арахісу ідентифіковані такі види як *Rhizobium tropici, R. (Pararhizobium) giardinii, Neorhizobium galegae* та *N. huautlense*. Однак домінуючими у бульбочкових популяціях ризобій арахісу, як правило, є штами із повільним ростом. Відмічено, що у деяких регіонах Китаю швидкорослі бульбочкові бактерії взагалі не інфікують арахіс. У літературі відсутні відомості щодо ґрунтових популяцій ризобій арахісу в агроценозах України. Враховуючи незначну поширеність культури, залишаються невизначеними види місцевих бульбочкових бактерій, які можуть нодулювати арахіс. Метою нашої роботи було дослідити наявність у ґрунтах України бульбочкових бактерій, здатних нодулювати арахіс, виділити нові штами ризобій, вивчити їх морфолого-культуральні і серологічні властивості та здатність формувати симбіоз із різними бобовими культурами.

Ідентифікацію ризобій у бульбочках проводили за допомогою серологічного методу із використанням набору специфічних антисироваток, отриманих до штамів мікросимбіонтів сої (*B. japonicum* 46, М8, КВ11, 634б, OR, HR, NR), люпину (*B. lupini* 367а, 30л), вигни (*Bradyrhizobium* sp. В1) та квасолі (*Rhizobium phaseoli* 700, ФБ1, ФД3). При вирощуванні рослин арахісу на дерново-підзолистому ґрунті та чорноземі вилугуваному у бульбочкових популяціях ризобій виявлені представники двох видів – *B. lupini* і *B. japonicum*. Домінуючими мікросимбіонтами арахісу були бульбочкові бактерії люпину серогрупи 367а (54,2 і 45,8% відповідно до ґрунту). Меншу кількість бульбочок формували інтенсивнорослі ризобії сої серогрупи КВ11 (16,7 і 12,5%). Частка бульбочкових бактерій, не віднесених до досліджуваних серогруп, становила 21,9 та 41,7%. На нашу думку, неідентифіковані мікросимбіонти арахісуможуть бути представниками нових серогруп *B. lupini*і *B. japonicum* або можуть належати до інших видів ризобій. Із бульбочок арахісу виділено 15 нових штамів бульбочкових бактерій, які за морфолого-культуральними та серологічними ознаками ідентифіковані як *B. lupini* серогрупи 367а (7 од.), *B. japonicum* серогрупи КВ11 (4 од.) та *Bradyrhizobium* sp. (4 од.). Нові штами *B. lupini* з бульбочок арахісу здатні інфікувати люпин білий та жовтий, проте не нодулюють сою. Штами, ідентифіковані як *B. japonicum*, утворюють бульбочки на коренях сої, але не заражають люпин. Отримано серологічно неідентифікований штам *Bradyrhizobium* sp. AR3, який спроможний формувати активний симбіоз як з люпином, так із соєю (фенотипи Nod^+Fix^+). Отже, в агроценозах України наявні угруповання бульбочкових бактерій, здатних нодулювати арахіс. Отримано 15 нових штамів ризобій арахісу, які ідентифіковані як *B. lupini, B. japonicum* та *Bradyrhizobium* sp.

ВІД ГЕНУ ДО СПОЛУКИ – ГЕНОМНІ ПІДХОДИ ДЛЯ ПОШУКУ НОВИХ АНТИБІОТИКІВ

Куриленко О.[1,2], Качор А.[1,2], Мельник С.[1,2], Денека М.[1,2], Затушевський А.[2], Штабська Ю.[2], Самборський М.[1,2], Осташ Б.[3], Лужецький А.[4], Ребець Ю.[1,2]

[1] ГС «Німецько-Український Центр передових досліджень природних сполук»,м. Львів, Україна.
[2] ТОВ «Експлоджен», м. Львів, Україна.
[3] Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна.
[4] Університет Саарланду, м. Саарбрюкен, Німеччина.
yurko.rebets@gmail.com

Одним із ключових факторів поточної ситуації в сфері пошуку та розробки антибіотиків є відсутність нових біологічно-активних хімічних сполук, які би слугували основою для подальшого розвитку у медичні препарати. За останні десятиліття було відкрито лише декілька нових класів сполук, в основному природних метаболітів бактерійного походження, які потенційно можуть бути розвинені у антибіотики для медичного застосування. Однак, аналіз геномів мікроорганізмів, в першу чергу актинобактерій, показав наявність значного різноманіття кластерів генів біосинтезу (БКГ) вторинних метаболітів, більшість із яких є критичними. Такі мовчазні кластери, в разі їх активації, можуть слугувати джерелом нових біологічно активних сполук.

Німецько-Український Центр передових досліджень природних сполук займається розробкою підходів та методів ідентифікації, клонування та активації кластерів генів біосинтезу вторинних метаболітів мікроорганізмів. Нами створено колекцію штамів актиноміцетів із різних джерел. На даний момент колекція налічує близько 1500 ізолятів, з яких близько 700 охарактеризовано щодо філогенетичної приналежності та біологічної активності. Однак, ці штами в першу чергу розглядаються як джерело генів біосинтезу активних метаболітів, ніж власне їх продуценти. Для клонування кластерів генів біосинтезу нами використовуються два підходи: масове клонування усіх БКГ за рахунок конструювання космідних геномних бібліотек; та спрямоване клонування методом рекомбінації спряженої із трансформацією (TAR – transformation-associated recombination). В результаті використання цих підходів нами було клоновано ряд БКГ та за рахунок їх гетерологічної експресії одержано декілька природних сполук із різними біологічними активностями, серед яких противірусна сполука лімокроцин, 2 потенційно нові аміноглікозидні антибіотики та фунгіцид.

ФІЗІОЛОГІЧНІ РЕАКЦІЇ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ НА ПОЗАКОРЕНЕВЕ ВНЕСЕННЯ METHYLOBACTERIUM SP. ЗА ПОВНОЇ ТА ЗНИЖЕНОЇ ДОЗИ АЗОТУ

Левішко А.С., Маменко П.М., Колодяжний О.Ю.

Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна.
e-mail:alodua2@gmail.com

Розробка екологічно безпечних методів підвищення продуктивності рослин за одночасного зменшення залежності від хімічних добрив у зерновому виробництві є актуальним напрямом сучасного сільського господарства. Одним із перспективних підходів є позакореневе застосування мікробних препаратів поряд із традиційною обробкою насіння. Такі препарати вирізняються простотою використання та високою екологічною безпечністю.

Бактерії роду *Methylobacterium* sp. мають значний потенціал як мікробні агенти, здатні стимулювати ріст і розвиток рослин. У зв'язку з цим було проведено дослідження їх впливу на фізіолого-біохімічні та агрономічні показники озимої пшениці сорту Богдана. Експеримент здійснювали на тлі повної (180 кг/га) та зниженої (130 кг/га) дози азоту, із застосуванням і без застосування фоліарної обробки біоагентом у фазі кущіння.

Результати дослідження свідчать, що обробка мікроорганізмом не впливала суттєво на ріст надземної маси, однак сприяла збільшенню площі кореневої системи в орному шарі. Позакореневе внесення препарату подовжувало період вегетації, зберігаючи фотосинтетичну активність листків, імовірно завдяки покращенню продихової провідності. Це подовжувало період фотосинтезу та сприяло кращому формуванню урожаю, особливо за умов зменшеного внесення азоту.

Окрему увагу було приділено впливу обробки *Methylobacterium* sp. на фотосинтетичні пігменти (хлорофіл a, хлорофіл b, каротиноїди). Хоча загальний вміст пігментів не збільшувався, за умов зменшеної дози азоту їх концентрація залишалася на високому рівні. Це свідчить про здатність бактерії активізувати метаболізм азоту в рослинах, забезпечуючи фотосинтетичну стабільність навіть за дефіциту елементу.

Таким чином, застосування *Methylobacterium* sp. може бути ефективним методом зниження залежності від хімічних добрив, забезпечуючи сталий ріст рослин в умовах нестачі ресурсів.

Перспективність використаного штаму підтверджена результатами експерименту. Однак для глибшого розуміння механізмів дії та оптимізації агротехнологічних рішень потрібні подальші дослідження. Особливу увагу слід приділити здатності бактерії покращувати азотне живлення культур у стресових умовах, що відкриває можливості для її широкого впровадження у системи екологічно орієнтованого землеробства.

ЧИСЕЛЬНІСТЬ АСОЦІАТИВНИХ АЗОТФІКСУВАЛЬНИХ БАКТЕРІЙ РОДІВ AZOTOBACTER *ТА CLOSTRIDIUM ЗА ДІЇ ГЕРБІЦИДУ ТВІСТ ТА РРР БІОЛАН В ПОСІВАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ*

Леонтюк І.Б.

Уманський національний університет, м. Умань, Україна.
e-mail;irinaleontuyk0@gmail.com

Велику роль у грунтових мікроорганізмах відіграють вільноживучі азотфіксатори, які зосереджені переважно в ризосфері. Встановлено, що позитивна дія бактерій роду *Azotobacter* на рослини визначається двома факторами: поглинанням молекулярного азоту та різноманітних біологічно активних речовин (фітогормонів, антибіотиків, вітамінів групи В, органічних кислот, амінокислот). Азотфіксуючі бактерії роду *Clostridium* також поглинають молекулярний азот і перетворюють його у форми, доступні іншим мікроорганізмам і рослинам.

Зі збільшенням норми внесення гербіциду Твіст кількість асоціативних бактерій роду *Azotobacter* у ризосфері пшениці озимої зменшувалась в порівнянні з контрольним варіантом Так, за обробки посівів пшениці озимої гербіцидом Твіст у нормах 40, 50 і 60 г/га на десяту добу після внесення гербіциду відмічалося зниження чисельності бактерій роду *Azotobacter* на 31, 33 і 40% відповідно до норм препарату в порівнянні з контролем.

За сумісного внесення у посівах пшениці озимої гербіциду Твіст із регулятором росту рослин Біолан кількість оброслих колоніями грудочок ґрунту відносно варіантів із самостійним внесенням гербіциду зростала, однак все ж таки була нижчою за показник у контролі на 22, 24 і 29% відповідно до норм гербіциду Твіст. Застосування у посівах пшениці озимої РРР Біолан у нормі 20 мл/га стимулювало ріст азотфіксувальних бактерій роду *Azotobacter* та забезпечувало збільшення їх росту на 7% відносно контролю.

Ріст азотобактера у ризосфері пшениці озимої на 20-й день обліку у варіанті досліду із внесенням РРР Біолан відновлювався і становив 100%. За внесення Твісту в нормах 40–60 г/га кількість оброслих колоніями грудочок знижувалась на 1–4 шт. Сумісне внесення тих же норм гербіциду з РРР Біолан 20 мл/га виявляло оптимальний вплив на розвиток бактерій роду *Azotobacter*, де зниження кількості оброслих колоніями грудочок ґрунту відносно контролю складало 1–3 шт. Отримані дані дають можливість нам стверджувати, що за внесення в посівах пшениці озимої регуляторів росту в баковій суміші з гербіцидом негативна дія гербіциду послаблюється. Особливо найбільш позитивний вплив на ріст азотфіксувальних бактерій роду Azotobacter виявляє композиція препаратів 40 г/га Твісту сумісно з РРР Біолан 20 мл/га що, очевидно, є наслідком зниження негативної дії ксенобіотика на рослини і ґрунт за активізації фізіолого-біохімічних процесів рослин під впливом рістрегулятора. На 10-ту добу після використання в посівах пшениці озимої гербіциду Твіст у нормах 40, 50 і 60 г/га кількість бактерії роду *Clostridium* зменшувалась, проте вона перевищувала контроль на 72, 44 і 26% відповідно, тоді як на 20-ту добу їх чисельність зростала на 3,7; 2,0 та 1,0 КУО/г ґрунту. За сумісного використання тих же норм гербіциду Твіст із регулятором росту рослин Біолан чисельність бактерій роду *Clostridium* перевищила контроль на 6,0; 5,0 і 4,0 тис. КУО/г ґрунту – на 10 добу, та 4,0; 2,7 і 0,33 тис. КУО/г ґрунту – 20-ту добу відповідно до внесених препаратів.

Таким чином, доведено, що розвиток асоціативних азотфіксаторів у посівах озимої пшениці залежить від принципів і способів застосування досліджуваних препаратів. Азотфіксувальні бактерії роду *Azotobacter* виявляють чутливість до дії гербіциду в ранній період після застосування гербіциду, водночас бактерії роду *Clostridium* більш стійкі до дії цього хімічного агента. Найвищі рівні активності ризосферних азотфіксаторів родів *Azotobacter* і *Clostridium* спостерігаються при одночасному застосуванні Твісту в нормі 40 г/га з Біоланом 20 мл/га.

БІОРІЗНОМАНІТНІСТЬ АКТИНОБАКТЕРІЙ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ ЧОРНОГО МОРЯ ТА КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ

Лісютін Г.В., Штеніков М.Д., Страшнова І.В., Васильєва Н.Ю., Коротаєва Н.В., Потапенко К.С., Чабан М.М., Іваниця В.О.
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, м. Одеса, Україна.
e-mail: lisyutin_g@ukr.net

Актинобактерії завдяки своїм адаптаційним властивостям широко представлені у різноманітних екологічних нішах, здатні рости навіть за екстремальних умов навколишнього середовища і тому вважаються однією з найрозповсюдженіших в природі груп грампозитивних бактерій. Переважна більшість ідентифікованих і досліджених представників типу *Actinomycetota* представлена ґрунтовими стрептоміцетами, що спонукає вчених сьогодні переорієнтовуватися на пошук нових перспективних штамів актинобактерій в екстремальних екосистемах або у незвичайних природних субстратах. Метою дослідження було вивчення біологічної різноманітності актинобактерій північно-західної частини Чорного моря та Куяльницького лиману.

Використання поживних середовищ Гаузе 1 та 2, Чапека, Ешбі, крохмаль-аміачного та ґрунтового агарів дозволило отримати чисті культури актинобактерій з проб морської води (2), мушлі мідій (14), обростань черепашнику (20), бетонних (36), металевих (2) і пластикових (2) поверхонь в Одеській затоці Чорного моря та 7 ізолятів з Куяльницького лиману. Штами, виділені з різних джерел, характеризувалися різноманітною морфологією колоній, що залежала не тільки від складу середовища і віку культури, а й обумовлена плеоморфізмом актинобактерій, гетерогенністю навіть всередині одного виду. Специфічні умови морського середовища і, тим більше, лиману впливають на фізіологію актинобактерій: стійкість до хлориду натрію, здатність до використання різних джерел вуглецю, температурний діапазон росту, продукування водорозчинних та меланоїдних пігментів значною мірою варіювали в залежності від місця виділення, що підтверджує високу адаптивність штамів до умов існування. Ензиматичний потенціал виділених актинобактерій є переважно штамозалежним, при цьому більшості з них притаманна каталазна, пептидазна, ліпазна та амілазна активності, більш половини всіх ізольованих штамів проявили желатиназну, нітратредуктазну та уреазну активності.

Хемотаксономічний аналіз штамів показав, що жирнокислотний склад переважної більшості досліджених актинобактерій містить ізомери насичених та ненасичених жирних кислот із загальною кількістю атомів вуглецю від 10 до 17. За допомогою бібліотеки MIDI Sherlock (ACTIN 3.80) штами актинобактерій були попередньо ідентифіковані з різними індексами подібності до родів *Streptomyces* (91,0%) та *Nocardiopsis* (9,0%). Порівняльний аналіз спектрів ЖК у вегетативних і дормантних клітинних форм виявив досить стабільні ліпідні профілі у всіх досліджених актинобактерій. Відомо, що для профілів клітинних жирних кислот роду *Streptomyces* характерна перевага 12-17-вуглецевих насичених жирних кислот з розгалуженим ланцюгом. Жирнокислотний склад клітин штамів роду *Nocardiopsis* містив ізомери насичених та ненасичених ЖК із загальною кількістю атомів вуглецю від 13 до 19. Для видової ідентифікації виділених штамів актинобактерій використано молекулярний підхід на підставі гену 16S рРНК з використанням баз даних EzBioCloud, Silva та NCBI BLAST. Так, до виду *Streptomyces ambofaciens* віднесено 22,2%; до видів *S. albidoflavus* і *S. cavourensis* – по 11,1%; до виду *S. globisporus* - 6,34% виділених штамів. Види *S. pactus, S. lienomycini* та *S. purpureus* склали по 3,17%, види *S. zinciresistens, S. californicus, S. plicatus, S. rochei, S. parvus* та *S. longispororuber* – по 1,58% від загальної кількості ізольованих штамів. До виду *Nocardiopsis alba* віднесено 7,93%, *N. umidischolae* та *N. dassonvillei* - по 3,17%, *N. valliformis* - 1,58% штамів актинобактерій. Неідентифікованими до виду представниками родів *Streptomyces* та *Nocardiopsis* залишились відповідно 7,93% та 6,34% усіх виділених штамів актинобактерій.

БІОРІЗНОМАНІТНІСТЬ БУЛЬБОЧКОВИХ БАКТЕРІЙ НУТУ, ПОШИРЕНИХ В ҐРУНТАХ УКРАЇНИ

Логоша О. В.[1], Воробей Ю. О.[2]

[1]*Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів, Україна.*
[2]*Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, м. Чернігів, Україна.*
e-mail: olha.lohosha94@gmail.com, yu.a.vorobey@gmail.com

Рослини нуту звичайного *(Cicer arietinum)*, однієї з найпоширеніших бобових культур у світі, у симбіозі зі специфічними бульбочковими бактеріями роду *Mesorhizobium*, здатні засвоювати атмосферний азот, що забезпечує високі врожаї без використання мінеральних азотних добрив.

У ґрунтах України природні популяції даних бактерій сформувалися на ділянках багаторічного вирощування нуту, зокрема в Одеській області, а також в селекційних центрах, де вирощували дикорослі види нуту, які можуть формувати симбіоз з різними видами бульбочкових бактерій, що відносяться до роду *Mesorhizobium.*

Вивчення біорізноманітності бульбочкових бактерій є важливим напрямком для селекції нових високоефективних штамів – специфічних мікросимбіонтів бобових рослин.

В результаті проведених досліджень, було показано, що в ґрунтах зони Полісся відсутні аборигенні популяції бульбочкових бактерій нуту, про що свідчила відсутність бульбочок в контрольних варіантах (без інокуляції ефективними штамами) при вирощуванні нуту на полях Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (Чернігівський район), а також в приватному господарстві (Корюківський район).

В зоні Лісостепу відбирали зразки рослин нуту різних сортів, які вирощувались в Харківській (Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН), Тернопільській (Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка) та Львівській областях (Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН) в нових регіонах вирощування даної культури.

Найбільша кількість ізолятів, була виділена з бульбочок нуту, що вирощувався в Степовій зоні Одеської області (дослідні поля Селекційно-генетичного інституту – НЦНС).

Всі отримані ізоляти відповідали загальним характеристикам бактерій роду *Mesorhizobium*, проте розрізнялись за швидкістю росту. Ми поділили отримані штами на дві групи: швидкорослі бактерії, що формували відносно великі колонії діаметром 2–4 мм на 2-3 добу культивування при вирощуванні на гороховому агарі, та бактерії з помірною швидкістю росту – невеликі колонії (1–2 мм) колонії з’являлись на 4-7 добу культивування.

Загалом, серед штамів, виділених зі сформованих популяцій бульбочкових бактерій у регіонах з тривалим вирощуванням нуту (Одеська обл.) кількість штамів з помірним ростом, була вищою ніж, серед виділених із молодих популяцій, що лише починають формуватися в нових зонах культивування (Львівська, Харківська та Тернопільська області).

ВПЛИВ *TUBER MELANOSPORUM* НА ЕКОЛОГІЧНІ КОЕФІЦІЄНТИ ҐРУНТУ В ПОСІВАХ *HELIANTHUS ANNUUS* L.

Мазур С.О., Бухтик С.С.
Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна.
e-mail: mazurlanalana@gmail.com; *e-mail: s.buhtik@profi.land*

Соняшник займає чільне місце серед олійних культур, що культивуються в агроекосистемах, завдяки його винятковій економічній значущості та здатності адаптуватися до широкого спектра кліматичних умов. Одним із фундаментальних чинників, що визначають його агрономічну продуктивність, є симбіотична взаємодія з ґрунтовими мікроорганізмами, зокрема з арбускулярними мікоризними грибами, такими як *Glomus intraradices*, *Rhizophagus irregularis*, *Funneliformis mosseae* та *Tuber melanosporum*. Цей процес значною мірою модулюється кореневими ексудатами – низькомолекулярними органічними метаболітами, що секретуються рослиною в ризосферу, відіграючи ключову роль у регуляції мікробіологічної динаміки та трансформації фізико-хімічних властивостей ґрунтового середовища.

Експериментальне дослідження, результати якого представлено нижче, було зосереджено на оцінці впливу біопрепарату на основі мікоризоутворюючого гриба *T. melanosporum* на екологічні коефіцієнти ґрунту в посівах соняшника протягом ключових фенофаз розвитку – від появи другого трійчастого листа (ВВСН 10–19) до цвітіння (ВВСН 61–69). Аналіз таких показників, як коефіцієнти мінералізації/іммобілізації ($К_{мін.}$), педотрофності ($К_{пед.}$), оліготрофності ($К_{ол.}$) і трансформації органічної речовини ($К_{тор.}$), дозволив виявити закономірності у функціонуванні ґрунтово-біотичного комплексу під впливом симбіотичних грибів. Дослідження мікробіологічних процесів у ризосфері соняшника за умов внесення *T. melanosporum* розкриває багатогранний вплив мікоризоутворюючих грибів на структуру та функціонування ґрунтово-біотичного комплексу. Збільшення коефіцієнта педотрофності ($К_{пед.} \approx 0{,}4$ у середньому за фазами з препаратом) вказує на інтенсифікацію розкладання органічної речовини, зокрема гумусових сполук, що супроводжується підвищенням доступності поживних елементів для рослин і мікроорганізмів. Водночас зростання оліготрофності ($К_{ол.} \approx 0{,}3$) сигналізує про поступове виснаження легкодоступного поживного резерву, що є типовим явищем у системах із високою мікробною активністю. Коефіцієнт мінералізації/іммобілізації у контролі перевищує одиницю на пізніших фазах (1,67), що є маркером домінування деструктивних процесів із вивільненням мінеральних форм елементів, таких як азот, унаслідок розкладання органічних субстратів. Натомість внесення *T. melanosporum* суттєво знижує цей показник (0,73–0,74), що свідчить про переорієнтацію мікробних процесів у бік синтезу та стабілізації органічної речовини, ймовірно за рахунок активності мікоризних грибів, які сприяють зв’язуванню вільного азоту та трансформації вуглеводів.Особливої уваги заслуговує зростання коефіцієнта трансформації органічної речовини ($К_{тор.}$), який у варіанті з препаратом досягає максимальних значень (17,9 на фазі бутонізації), що вказує на оптимізацію біотрансформаційних процесів і створення сприятливих умов для функціонування ґрунтової мікробіоти. Ця тенденція зберігається протягом усього вегетаційного періоду, підкреслюючи стабільність і пролонговану ефективність біопрепарату.

Отже, інокуляція посівів соняшника мікоризоутворюючим грибом *T. melanosporum* демонструє виражений позитивний вплив на мікробіологічну активність і трофічні взаємодії в ґрунті, сприяючи переорієнтації метаболічних процесів від деструкції до синтезу поживних елементів, що є критично важливим для підтримки росту й розвитку рослин. Отримані результати підтверджують перспективність використання мікоризних біопрепаратів як інструменту для підвищення екологічної стійкості агроекосистем.

СКРИНІНГ РИЗОСФЕРНИХ БАКТЕРІЙ, ЗДАТНИХ ПОКРАЩУВАТИ РОЗВИТОК РОСЛИН СОЇ

Мельникова Н.М., Омельчук С.В., Жемойда А.В.

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, м. Київ, Україна.
e-mail: mnn_knu@ukr.net

Серед цінних для сільського господарства культур, які відіграють важливу роль у підтриманні глобальної продовольчої безпеки, особливе місце належить сої, яка відзначається, передусім, високим вмістом білка і незамінних амінокислот. Створення технологій, спрямованих на підвищення продуктивності цієї рослини, залишається пріоритетним напрямком сучасних наукових досліджень. Одним із найбільш ефективних інструментів покращення росту і розвитку сої є широке залучення у землеробство рістстимулюючих ризосферних мікроорганізмів, які здатні підтримувати оптимальний рівень живлення рослин, стимулювати ростові процеси макроорганізму, продукуючи фітогормони, контролювати кількість фітопатогенів у прикореневій зоні за допомогою речовин із антибіотичною активністю, тощо. З огляду на це актуальним видається пошук ефективних ризобактерій із розширеним спектром рістстимулюючої дії, які здатні покращувати розвиток рослин сої, зокрема на найбільш ранніх етапах онтогенезу, створюючи передумови для максимальної реалізації потенціалу врожайності цієї зернобобової культури.

Досліджували вплив бактерій, ізольованих із ризосфери сої (F1, A20, S5 і RS1) та гороху (RP5 і RP13), на розвиток рослин *Glycine max* (L.) Merr. сорту Васильківська в умовах вегетаційного експерименту. Мікроорганізми культивували на агаризованому манітно-дріжджовому середовищі до стаціонарної фази росту. Насіння сої інокулювали мікробними суспензіями, оптична густина яких складала 0,2 при довжині хвилі 600 нм. Критеріями для оцінки рістстимулюючої активності ізолятів були схожість насіння, а також маса надземної частини і коренів рослин, які визначали у фази одного трійчастого листка (V1), двох трійчастих листків (V2) та бутонізації (V3-V4).

Передпосівна інокуляція насіння сої суспензіями ризосферних бактерій A20 і F1 викликала достовірне підвищення його схожості, а також сприяла збільшенню сирої надземної маси рослин порівняно до контролю (насіння не обробляли мікробною культурою) у фази одного (V1), двох трійчастих листків (V2) і бутонізації (V3-V4). Показники сухої надземної маси у фазу одного трійчастого листка (V1) за використання мікроорганізмів суттєво не змінювались, тоді як у фази двох трійчастих листків (V2) та бутонізації (V3-V4) відбувалось їх достовірне підвищення. Лише ризобактерії F1 стимулювали розвиток кореневої системи. Мікроорганізми з прикореневої зони сої S5 і RS1 та гороху RP5 покращували проростання насіння сої, проте в подальшому суттєво не впливали на ріст рослин. Обробка насіння ризобактеріями гороху RP13 сприяла зростанню кількості проростків сої порівняно до контрольного варіанту та збільшенню сирої надземної маси рослин у фазу одного трійчастого листка (V1).

Результати наших досліджень вказують на необхідність поглибленого вивчення рістстмулюючих властивостей ризосферних бактерій сої A20 і F1 і визначення їх видової належності, а також на перспективність використання зазначених мікроорганізмів для покращення росту та розвитку сої, оскільки вони виявили значний позитивний вплив на формування проростків і масу рослин протягом ранніх етапів вегетативного росту, що має суттєве значення для встановлення та функціонування ефективного соєво-ризобіального симбіозу, а відтак підвищення продуктивності цієї культури.

РИЗИК РОЗВИТКУ ГНІЙНИХ УСКЛАДНЕНЬ ПРИ КОНТАМІНАЦІЇ РАН УМОВНО-ПАТОГЕННИМИ МІКРООРГАНІЗМАМИ

Мінухін В.В., Косілова О.Ю., Євсюкова В.Ю., Макарук Ю.Г., Казмірчук В.В.

ДУ «Інститут мікробіології та імунології ім. І.І. Мечникова НАМН України», м. Харків, Україна.e-mail: vcenarada4@gmail.com

Ранова інфекція – проблема не лише військового часу. Це інфекція, яка починається з порушення цілісності тканини та призводить до важких ускладнень. В експериментальних та клінічних дослідження було доведено, що для розвитку інфекційного процесу в рані потрібна контамінація, яка перевищує критичний рівень 105-106 мікроорганізмів на 1 грам тканини. При цьому, якщо ступінь обсіменіння мікроорганізмами буде 102-103 то контамінація рани можлива лише у 12 – 15 % хворих. У клінічних умовах ускладнення контамінованих ран може бути при недотриманні або порушенні умов стерилізації інструментів. У ході досліджень встановлено, що головний шлях контамінації при рановій інфекції – контактний. На сьогодні при гнійних хірургічних інфекціях частіше за інших висіваються стафілококи та грамнегативні бактерії, які належать до родини *Enterobacteriaceae*, а також до групи неферментуючих бактерій родів *Pseudomonas, Acinetobacter, Alcaligens*, не виключені неспороутворюючі анаеробні бактерії. За багаточисленними дослідженнями, мікроорганізми з гнійних очагів дедалі набагато більше виділяються в асоціаціях, які складаються з різноманітних видів. Є припущення, що поява в асоціації грамнегативних бактерій підвищує вірулентність мікрофлори та ускладнює важкість гнійного процесу. В останні роки, у зв'язку з удосконаленням методів бактеріологічного дослідження спостерігається суттєве збільшення виділення неклостридіальної анаеробної флори. На ряду з цим постає питання про доцільність використання бактеріологічного методу для виділення та ідентифікації анаеробів з рани. За рекомендацією Американської спільноти це є не доцільним у зв' язку з тим, що тканини рани є контамінованими анаеробними мікроорганізмами, які входять до складу нормофлори шкіри. Розвиток ранової інфекції ускладнюють супутні хвороби. В першу чергу це діабет, судинні захворювання, ожиріння. Частота інфікування ранової поверхні коливається від 5 % до 35 %.

Гнійно-септичні ускладнення займають домінуючу позицію та складають 75 – 80 %. Зазвичай ранова інфекція має змішану мікрофлору. Особливо це підтверджують військові дії, де у 60 - 70 % є розвиток первинної інфекції після вогнепального поранення і контамінація відбувається через одяг та порушення санітарно-гігієнічних умов. Стає очевидним, що первинна хірургічна обробка повинна бути у поєднанні з комплексним консервативним лікуванням гнійних ран в першу фазу ранового процесу. Хірургічну обробку частіше доповнюють фізичними методами активної дії на рану, які поліпшують результати некректомії. Це осмотерапія, застосування сорбентів, обробка гнійної рани пульсуючим напором рідини, в тому числі з антисептиками, вакуумна обробка і т.д.

Для очищення ран від гнійно-некротичних мас та мікрофлори використовують ультразвук та лазерне опромінення. В цілому фізичні методи використовуються обмежено в лікуванні гнійних ран, тому що механізми їх впливу на перебіг ранового процесу недостатньо вивчені, що ускладнює вибір дози впливу та її інтенсивність, а також тривалість дії, технічні і економічні недоліки. В клінічній практиці для лікування гнійних ран також застосовуються ферменти, такі як трипсин, хемотрипсин та інші. При проведенні досліджень було встановлено, що багато з ферментів мають протеолітичну дію, сприяють лізису та відторгненню недієздатних тканин, але їх активність при місцевому застосуванні короткотривала. В зв'язку з цим ми бачимо зростання випадків ранової інфекції, що в свою чергу призводить до антибіотикостійкості, що ускладнює процес лікування. Для запобігання контамінації потрібно здійснювати мікробіологічний контроль спрямований на виявлення патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів.

ВПЛИВ ФОРМУВАННЯ МІКРОБНИХ БІОПЛІВОК НА ЧУТЛИВІСТЬ ДО АНТИБІОТИКІВ

Міхєєв А.О.

Буковинський державний медичний університет, м.Чернівці, Україна.
e-mail: maos@bsmu.edu.ua

На сьогодні однією із головних проблем медицини є стрімке зростання стійкості мікроорганізмів до антимікробної терапії, що зумовлене зростанням чисельності захворювань мікробної етіології та недостатністю ефективної їх діагностики і терапії. Як результат – досягнення очікуваного ефекту немає. Тому, насамперед, необхідно чітко знати природу збудника та умови реалізації його патогенних властивостей в організмі людини. Вивчення просторово-харчових особливостей організації мікроорганізмів в макроорганізмі є одним із сучасних напрямків мікробіології.

Скупчення мікроорганізмів на різноманітних поверхнях та їхня здатність розвивати резистентність до наявних антибіотиків є важливим питанням, що викликає інтерес. Щоб вижити в суворих умовах навколишнього середовища чи організму людини, включно із використанням усіх відомих антибіотиків, мікроорганізми утворюють унікальну структуру – біоплівку. Це організовані угруповання мікроорганізмів, що є важливою стратегією їх виживання як у навколишньому середовищі, так і у макроорганізмі. Дослідження у цій галузі має важливе значення для медичної науки, оскільки здатність патогенних бактерій до утворення біоплівок створює суттєві перешкоди – першочергово сприяє підвищенню стійкості до дії антимікробних засобів, а також низки факторів імунного захисту організму. Процеси життєдіяльності бактерій у складі біоплівок різняться із традиційними уявленнями класичної мікробіології. Сформовані біоплівки з бактерій, грибів або мікробних асоціацій суттєво ускладнюють перебіг та загоєння ран, є частою причиною інфекцій, дихальних шляхів, тканин чи кісток, видільної та серцево-судинної системи, статевих органів, ШКТ. Окрім того, біоплівки стійкі до екстремальних умов і можуть захищати мікроорганізми від несприятливих факторів, зокрема антибіотиків. Чисельні експериментальні дослідження показали, що мікроорганізми формують біоплівки на найрізноманітніших поверхнях, навіть штучних – обладнання, устаткування, посуд тощо. При цьому в природних умовах практично усі відомі нам мікроорганізми не існують самостійно чи ізольовано, перебуваючи у складі сформованих угруповань, а організм людини практично заселений аналогічними співтовариствами нормальної мікрофлори. Початок ж більшості інфекційних захворювань розпочинається з їх формування – це здатність більшості патогенних мікроорганізмів до колонізації. Відповідно, накопичені знання про мікробні біоплівки сприятимуть вивченню нових аспектів дії антимікробних препаратів на бактерії або гриби, що їх утворюють.

Практично більшість мікроорганізмів, які формують біоплівки, характеризуються певними особливостями: стійкість до імунної системи, здатністю виділяти в матрикс біоплівок та у зовнішнє середовище токсинів, можливістю виживати за високих концентрацій антибіотиків та збільшеною інтенсивністю обміну позахромосомними генетичними факторами. На сьогодні недостатньо вивченою є саме взаємодія антимікробних препаратів з мікроорганізмами у складі біоплівок, а для низки відомих бактерій і грибів у біоплівках показана була здатність до формування резистентності стосовно антимікробних препаратів, що перевищували мінімальну інгібуючу концентрацію у тисячі разів.

Таким чином, сучасні уявлення показують нездатність антибіотиків повністю знищувати мікроорганізми у вигляді біоплівок навіть на стадії їх формування. При цьому вони не лише не проникають повністю у біоплівки, а й діють лише на частину бактерій у складі цих угруповань. А наявні стандартні методи мікробіологічних досліджень не дають чіткої інформації про дію антибіотиків на мікроорганізми в складі біоплівок.

БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ЗБУДНИКА *HELMINTOSPORIUM SOLANI DURIEU & MONT* В УМОВАХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Немерицька Л. В., Журавська І. А.

Житомирський агротехнічний фаховий коледж, м. Житомир, Україна.
e-mail: luda_nemerizka72@ukr.net, innazhuravska1@gmail.com

Однією з небезпечних захворювань під час зберігання картоплі є парша сріблястa, внаслідок якої відходи у вигляді хворих бульб після зимового зберігання в окремі роки складали до 27 %.

Метою наших досліджень, які виконувалися на кафедрі агрономії та лісового господарства Житомирського агротехнічного фахового коледжу передбачалося встановити симптоматику та біологічні особливості розвитку збудника *H. solani Durieu & Mont.* в умовах Полісся України.

У результаті проведення досліджень щодо симптоматики хвороби встановлено, що на поверхні бульб сорту Лаура з'являються плями сірого кольору зі сріблястим блиском діаметром 1-10 мм. Плями поступово покривають значну частину поверхні бульби, особливо в її столонному кінці. На поверхні плям були добре помітні дуже дрібні тьмяно-чорного забарвлення у вигляді крапок – склероції збудника, які знаходилися в уражених клітинах шкірочки бульби по периферії плями.

Щодо вивчення біологічних особливостей збудника *H. solani Durieu & Mont.* нами підтверджено, що конідієносці прямі, циліндричні, темнооливкові з перегородками. Конідії обернено-булавоподібні з 2–8 перегородками, звужені на вершині, коричневі, біля основи із темно-коричневим або чорним рубцем, зверху світлі.

Інтенсивність росту збудника *H. solani Durieu & Mont.* залежало від складу і типу середовища. З огляду на фізіологічні та морфологічні особливості гриба *H. solani Durieu & Mont.* для тестування біологічних середовищ нами були вибрані: картопляно-глюкозний агар, вівсяний агар, ячмінний та житній агар.

Так, в умовах середовища біологічного походження – картопляно-глюкозний агар (КГА) – на третю добу вирощування гриба *H. solani Durieu & Mont.* діаметр колоній становив 7,1 мм (на інших біологічних середовищах, в середньому, 4,8 мм); на синтетичному середовищі Чапека росту гриба практично не було. Грибниця гриба *H. solani Durieu & Mont*. продовжувала інтенсивно розвиватись на всіх видах біологічних середовищ. Зокрема, на 17 добу найбільший діаметр колоній гриба залишався на картопляно-глюкозному агарі – 34,1 мм (на інших біологічних середовищах діаметр колоній в середньому становив 28,0 мм); на синтетичному середовищі Чапека на 11 добу діаметр колоній становив 1,5 мм, а на 17 добу – лише 3,0мм.

Отже, найкращим середовищем для росту і розвитку гриба *H. solani Durieu & Mont.* є картопляно-глюкозний агар.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ЗБУДНИКА *PHYTOPHTHORA INFESTANS* НА РІЗНИХ ЗА СТІЙКІСТЮ СОРТАХ КАРТОПЛІ

Немерицька Л. В., Журавська І. А.

Житомирський агротехнічний фаховий коледж, м. Житомир, Україна.
e-mail: luda_nemerizka72@ukr.net, innazhuravska1@gmail.com

У результаті взаємодії генів рослини-господаря з генами вірулентності збудника *Phytophthora infestans* здебільшого протистоять гени стійкості картоплі. А тому по типу контролю ознаки стійкості картоплі проти патогена та виходячи із генетичних ознак імунітету доцільно розділяти цю ознаку на надчутливу стійкість (вертикальну) і польову (горизонтальну).

Відомо, що стійкість і схильність картоплі до фітофторозу залежить від наявності в обох організмів (рослини і патогена) комплементарних генів. Паразит може розвиватися, якщо на кожний домінантний ген стійкості у нього відповідно є комплементарний ген вірулентості.

Ми притримуємося думки більшості дослідників, що надчутлива стійкість картоплі до фітофторозу контролюється незалежними R-генами у відповідності із законами Г. Менделя. У зв'язку з цим поява в популяції рас із більш складним набором генів вірулентності, в порівнянні з R-генами рослини-господаря, призводить до ураження раніше стійких сортів та гібридів збудником *P. infestans*.

Але в останні роки світова селекція приділяє основну увагу створенню сортів з високим ступенем польової (горизонтальної) стійкості, яка незалежить від расового різновиду патогена. Проявлення польової стійкості пов'язано з комплексним співвідношенням багатьох факторів, зокрема інтенсивністю спороношення та швидкістю поширення міцелію в тканинах, довжиною проходження інкубаційного періоду, продовженістю періоду зараження фенотипу сорту та ін.

Метою досліджень, які здійснювалися в Житомирському агротехнічному фаховому коледжі було встановлення особливостей розвитку збудника *P. infestans* на сортах, що характеризуються різним ступенем резистентності до фітофторозу.

У результаті отриманих експериментів нами встановлено, що збудник *P. infestans* найбільш активно розвивався на сприйнятливих до фітофторозу сортах Явір, Тирас, Радич, Рів'єра. При цьому довжина інкубаційного періоду на цих сортах в середньому становила 3,1 доби, в той час як на стійких сортах Слов'янка, Серпанок, Скарбниця, Белларoза цей показник складав – 4,1 доби. Щодо ступеня інтенсивності спороношення збудника *P. infestans* нами встановлено, що максимальне спороношення фітофтороз формував на сприйнятливих сортах Тирас і Радич, де відповідно складав 2,1; 2,2 бали. Найвища продуктивність спороношення збудника *P. infestans* виявлена у сприйнятливого до фітофторозу сорту Тирас, яка сягала 30,5 конідій/мм^2.

На відносностійких до фітофторозу сортах картоплі Слов'янка, Серпанок, Скарбниця, Белларoза збудник *P. infestans* розвивався значно слабше і практично не формував спороношення гриба, що свідчить про наявність в їх геномів R–генів, що контролюють надчутливий тип стійкості проти фітофторозу.

ЕФЕКТИВНІСТЬ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР У ЗЕРНО-КАРТОПЛЯНІЙ КОРОТКОРОТАЦІЙНІЙ СІВОЗМІНІ

Пархоменко М.М.[1,2]

[1]Національний університет «Чернігівська політехніка», м.Чернігів, Україна.
[2]Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України, м. Чернігів, Україна. e-mail: miroslav.parkhomenko@gmail.com

У сучасних умовах аграрного виробництва короткоротаційні сівозміни розглядаються як ефективна альтернатива монокультури. З огляду на специфіку агрокліматичних умов Чернігівського Полісся із домінуючими низькородючими дерново-підзолистими ґрунтами, постає необхідність комплексного дослідження впливу різних систем удобрення на продуктивність короткоротаційних сівозмін.

Метою роботи було дослідження впливу мікробних препаратів на продуктивність зерно-картопляної короткоротаційної сівозміни в умовах Чернігівського Полісся.

Дослідження проводили в стаціонарному польовому досліді Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті в зерно-картопляній короткоротаційній сівозміні «жито озиме – картопля – овес – люпин вузьколистий» методом розщеплення ділянок стаціонарного польового досліду на двох фонах: I – без інокуляції та II – з інокуляцією. Підбір мікробних препаратів для інокуляції насіння було проведено залежно від культури сівозміни згідно з рекомендаціями щодо їхнього застосування: жито озиме – Діазобактерин (*Azospirillum brasilense*), картопля – Біогран (*A. brasilense*), овес – Мікрогумін (*A. brasilense*), люпин – Ризогумін (*Bradyrhizobium sp.*). Середня сівозмінна норма внесення мінеральних добрив – $N_{60}P_{50}K_{60}$, органічних – гній 10 т/га. На фоні інокуляції дози технічного фосфору та азоту зменшували на 20 кг/га в діючій речовині. Сидеральними культурами були люпин вузьколистий та жито озиме.

Результати досліджень за 2016-2020 рр. показують, що найвищу продуктивність культур сівозміни забезпечила органо-мінеральна система удобрення із середньорічним внесенням на 1 га площі 10 т гною в поєднанні із сидератом люпином вузьколистим на фоні мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{50}K_{60}$, що становить відповідно фонів I та II: 5,17 – 5,82 т к.од./га озимого жита, 6,67 – 7,51 т к.од./га картоплі, 3,82 – 4,34 т к.од./га вівса та 3,22 – 3,71 т к.од./га люпину вузьколистого. Оптимізація мінерального живлення шляхом застосування мікробних препаратів сприяла підвищенню врожайності жита озимого на 9-16 %, картоплі – на 9-13 %, вівса – на 10-14 % та люпину вузьколистого – на 11-15 % на всіх варіантах. При цьому ефективність застосування мікробних препаратів була найвищою за використання систем удобрення «сидерат (люпин вузьколистий) + гній 10 т/га + $N_{60}P_{50}K_{60}$» і «сидерат (люпин вузьколистий) + $N_{60}P_{50}K_{60}$». Найнижчий приріст від інокуляції за роки досліджень спостерігали на варіантах «гній 20 т/га» і «гній 10 т/га + $N_{60}P_{50}K_{60}$». Встановлено вплив систем удобрення в поєднанні з мікробними препаратами на поживний режим ґрунту. Найвищий рівень мінеральних сполук азоту, рухомого фосфору та обмінного калію протягом ротації сівозміни спостерігали за довготривалого використання органо-мінеральної системи удобрення «сидерат (люпин вузьколистий) + гній 10 т/га + $N_{60}P_{50}K_{60}$». Загалом біопрепарати за ротацію сівозміни на 3-7 % підвищували надходження NPK в агроекосистему. Питома вага інокуляції у створенні оптимального поживного середовища становила 1,6 кг/га азоту, 8,0 кг/га – фосфору та 2,0 кг/га калію у абсолютному виразі, або відповідно 7 %, 3 % і 3% у відносному до показників їхнього вмісту на початку ротації сівозміни.

Отже, органо-мінеральна система удобрення на основі органічних добрив – гною середньосівозмінною дозою 10 т/га та бобового сидерату – і мінеральних добрив $N_{60}P_{50}K_{60}$ забезпечила за ротацію сівозміни відтворення родючості ґрунту і найвищі показники урожайності та продуктивності культур короткоротаційної сівозміни.

БАКТЕРІЇ РОДУ *BURKHOLDERIA* ТА ЇХ КОНТРОЛЬ

Пасічник Л.А., Буценко Л.М., Гнатюк Т.Т.
Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна.
e-mail: imv_phyto@ukr.net

Одним із найважливіших факторів, що впливають на розвиток бактеріальних хвороб сільськогосподарських культур, є температура. Оптимальною для росту збудників бактеріальних хвороб рослин родів *Ralstonia, Acidovorax, Burkholderia, Xylella, Xanthomonas* є температура 32-36°С, тоді як фітопатогени інших родів ростуть за нижчої оптимальної температури – 27-30°С. Тому зі зміною клімату зростає загроза поширення в Україні збудників бактеріальних хвороб, які ростуть за підвищених температур.

Нами з ураженого насіння та волоті рису (Одеська обл.) ізольовані бактерії, які за патогенними, морфологічними, культуральними, біохімічними властивостями ідентифіковані як *Burkholderia glumae* –збудник бактеріального опіку волоті рису. Бактеріальний опік волоті рису є шкідливою хворобою, для контролю збудника якої відсутній ефективний і малотоксичний бактерицид. Для знешкодження збудника може бути використана оксолінова кислота – шляхом обробки насіння або позакореневого внесення. Це єдина хімічна речовина, яка має доведену ефективність щодо *B. glumae.* В Україні препарат не є комерційно доступним.

Збудники роду *Burkholderia* виявлено нами у Запорізькій області на еустомі, яка входить до десятки найпопулярніших живих квітів у Європі та Азії. Зокрема, збудник в'янення та гниття стебел і пелюсток *Burkholderia gladioli*.

Тому нами проведено пошук перспективних засобів з антибактеріальною дією серед препаратів, які використовують в сільському господарстві для контролю збудників грибних хвороб – Хорус, Ридоміл, Тілт турбо, Ревус, Делан, Танос, Блюз, Світч та біопрепаратів – Фітоцид, Фітохелп, Мікохелп. Дослідили активні штами-антагоністи серед бактерій роду *Bacillus: Bacillus subtilis* А3, ізольований з ґрунту Київської області, ендофітні штами *Bacillus amyloliquefaciens* Е12 та *Bacillus pumilus* Е11, виділені із внутрішніх тканин насіння сосни звичайної, зібраного у Бучанському лісовому господарстві. Визначили чутливість фітопатогенних бактерій роду *Burkholderia* до іноваційних мікроелементних препаратів лінії «Добродій» – Добродій Комфорт і Добродій Мікро, які є карбоксилатами біоматеріалів і отримані методами електроімпульсної абляції, і комплексних препаратів на їх основі.

Нами встановлено, що досліджені хімічні та біологічні препарати не виявили антимікробної дії до штамів *B. gladioli*, ізольованих з еустоми.

Виявлено високу антагоністичну активність *B. subtilis* А3 до штамів *B. glumae* К9, К10, КН6, КН8, КН18, КН26 (зони відсутності росту 20-25 мм) та *B. amyloliquefaciens* Е12 до штамів *B. glumae* К9, К10, КН6, КН8 (зони відсутності росту 20 мм). Нижчу антагоністичну дію встановлено у *B. pumilus* Е11 щодо штамів *B. glumae* К4б, К9, К10, КН6, КН8, КН18 (зони відсутності росту 17-20 мм).

Встановлено, що композиція препаратів у складі 150 мл препарату Добродій Комфорт та 500 мл препарату Добродій Мікро, розведена в 10 л води є ефективною для контролю фітопатогенів родів *Pseudomonas, Xanthomonas, Clavibacter* та *Agrobacterium.* Ця композиція ефективна і щодо фітопатогенів роду *Burkholderia*. Так високу антибактеріальну активність (зони відсутності росту 20-35 мм) вказана композиція виявила щодо *B. glumae* КН26 і К9. Бактеристатичну дію (25 мм) виявлено щодо *B. glumae* К10. Слабшу дію (15 мм) фіксували щодо *B. glumae* К4б і КН8.

Отже, нами виявлені перспективні штами *B. subtilis* А3, *B. amyloliquefaciens* Е12 та композиція препаратів у складі 150 мл препарату Добродій Комфорт та 500 мл препарату Добродій Мікро для контролю фітопатогенів роду *Burkholderia*.

РОЗВИТОК МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ТЕРНОПІЛЬСЬКОМУ НАЦІОНАЛЬНОМУ ПЕДАГОГІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ГНАТЮКА

Пида С. В.[1], Конончук О. Б.[1], Москалюк Н. В.[1], Тригуба О. В.[2]

[1]*Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка, м. Тернопіль, Україна. e-mail: spyda@ukr.net*
[2]*Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія ім. Тараса Шевченка, м. Кременець, Україна.*

Розвиток мікробіологічних досліджень на кафедрі ботаніки (з 2013 р. ботаніки та зоології) Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка починається з науково-педагогічної діяльності професора К. М. Векірчика, який у 1967 р. був обраний за конкурсом на посаду доцента кафедри ботаніки в Кременецькому педагогічному інституті (з 1969 р. – Тернопільський педагогічний інститут) та доцента І. М. Бутницького (з 1970 р.). Професор К. М. Векірчик написав навчальні посібники «Мікробіологія з основами вірусології» (1973 р.), «Мікробіологія: лабораторні роботи» (1976, 1986 рр.), «Практикум з мікробіології» (2001 р.) підручники «Мікробіологія з основами вірусології» (1987, 2001 рр.) для студентів природничих факультетів педагогічних інститутів, які і сьогодні є єдиними для педагогічних закладів вищої освіти. У 1977 р. організував і обладнав окрему мікробіологічну лабораторію із стерилізаційним боксом, яка функціонує до тепер і носить ім'я «Лабораторія мікробіології імені професора Векірчика К. М.».

Дослідження біологічної фіксації молекулярного азоту симбіотичними мікроорганізмами проводились у тісній співпраці з відділом симбіотичної азотфіксації Інституту фізіології рослин і генетики НАН України (проф. Ю. П. Старченковим, нині С. Я. Коцем), Південним філіалом Інституту сільськогосподарської мікробіології (АР Крим) (проф. В. П. Патика, Т. М. Мельничук), нині – відділом фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України (проф. В. П. Патика), Інститутом сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України (проф. В. В. Волкогон, с. н. співробітник Ю. О. Воробей).

Співробітниками кафедри досліджено алелопатичні і симбіотичні особливості люпину при різних рівнях азотного живлення, симбіотичні властивості *Bradyrhizobium sp.* (Lupinus) штамів 1а, 2а, 3а, 4а, 5а, Саф.1, Саф.2, Саф.3 та експериментальним шляхом підібрано комплементарні пари симбіонтів «сорт люпину – штам *Bradyrhizobium sp.* (Lupinus)»: Олежка – 1а, 5а, Синій парус – 367а, Піщовий – 3а, 5а, алкалоїдна форма (люпин білий) – 5а, Мотив 369 – штами 4а, Промінь – 2а, 1а, Обрій – 1а, Борсельфа – 4а, Бурштин (люпин жовтий) – 1а, 3а у ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу, розроблено і запатентовано спосіб оцінки ефективності бобово-ризобіального симбіозу сортів люпину білого з *Bradyrhizobium sp.* (Lupinus) (проф. С. В. Пида); особливості симбіотичної азотфіксації і продуктивності козлятника східного (І. М. Бутницький, В. П. Заболотна), формування симбіотичної системи люпин – *Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*) за сумісного застосування ризобофіту та регуляторів росту рослин (С. В. Пида, О. В. Тригуба), ефективність інокуляції бульбочковими бактеріями квасолі звичайної та сої культурної за параметрами насіннєвої продуктивності (О. Б. Конончук).

Останнім часом на кафедрі ботаніки та зоології проводяться дослідження стосовно впливу мікробних препаратів на формування, функціонування симбіотичних систем і продуктивність *Faba bona* Medic. *Cicer arietinum* L., дослідження фізіологічних процесів і продуктивності *Lens culinaris* Medik. за впливу *Rhizobium leguminosarum* biovar *viceae* штамів С4-30, 724, Ф 11-2, Ф 16-1 та фунгіцидів Лайвіт і Максим (С. В. Пида, В. О. Козак, І. В. Чернік, О. Б. Конончук, Н. В Москалюк,О. Б. Мацюк, О. В. Тригуба).

ФОРМУВАННЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ СИМБІОТИЧНИХ СИСТЕМ *CICER ARIETINUM* L. ЗА ВПЛИВУ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ

Пида С.В., Чернік І.В., Конончук О.Б., Прокопів І.Б., Кравець М.Я.

Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка
м. Тернопіль, Україна. e-mail: spyda@ukr.net

У зв'язку із зміною кліматичних умов перспективною бобовою культурою для Західного Лісостепу може бути нут звичайний. Важливим елементом технологій, що застосовуються при вирощуванні бобових культур є передпосівна інокуляція насіння мікробіологічними препаратами на основі азотфіксувальних мікроорганізмів У процесі біологічної фіксації Нітрогену діазотрофами, завдяки їх ензиматичній діяльності, до організму рослини та в ґрунт надходить приблизно 100 млн т біологічного азоту. Важливими показниками, що характеризують симбіотичну систему бобової рослини є кількість, маса бульбочок та їх нітрогеназна активність.

Встановлено, що обробка насіння нуту звичайного сортів Буджак, Пам'ять, Скарб та Ярина перед сівбою бактеріальною суспензією штаму *Mesorhizobium ciceri* ND-64 (БС) і комплексним мікробним препаратом Ризогумін на фоні місцевих популяцій *M. ciceri* підвищувала нодуляційні процеси рослин і сприяла формуванню та функціонуванню їх симбіотичних систем. У ґрунті дослідних ділянок агробіолабораторії Тернопільського національного педагогічного університету наявні місцеві популяції бульбочкових бактерій нуту, які спонтанно інокулювали корені рослин контрольного варіанту (К).

За впливу БС та Ризогуміну на коренях нуту звичайного сортів Буджак, Пам'ять, Скарб і Ярина порівнюючи з К, яким слугували спонтанно інокульовані рослини, у фазах бутонізації, цвітіння та формування бобів утворилося в середньому на 25,8-65,8 %, 9,8-92,2 % та 16,7-72,2 % більше бульбочок з вищою на 13,9-39,8 %, 19,0-67,5 % та 16,3-105,0 % сухою масою. Найвищу азотфіксувальну активність (АФА) бульбочок упродовж вегетаційних періодів нуту звичайного сортів Буджак, Пам'ять, Скарб та Ярина за вирощування в ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу на фоні щільної популяції бульбочкових бактерій нуту виявлено у фазі масового цвітіння. За величиною АФА симбіотичних систем у зазначеній фазі сорти нуту звичайного можна розмістити у такій послідовності : Буджак > Пам'ять > Ярина > Скарб (К) та Буджак > Пам'ять > Скарб > Ярина (варіанти БС та Ризогумін). У процесі досліджень підтверджено наявність сортової специфічності нуту звичайного до конкретних штамів *M. ciceri* мікробних препаратів. Упродовж досліджуваних фенологічних фаз нуту звичайного кореневі бульбочки сорту Буджак всіх варіантів порівнюючи з сортами Пам'ять, Скарб та Ярина характеризувалися найвищою АФА. Обробка насіння нуту звичайного сорту Буджак перед сівбою Ризогуміном суттєвіше впливала на формування та функціонування симбіотичних систем порівнюючи з інокуляцією БС. Інокуляція насіння нуту звичайного сорту Пам'ять БС сприяла формуванню більшої кількості бульбочок на коренях рослин з вищою масою та АФА порівнюючи з симбіотичним апаратом, утвореним за обробки насіння перед сівбою Ризогуміном. Аналогічні результати стосовно формування та функціонування симбіотичних систем виявлено у нуту звичайного сорту Ярина. За впливу Ризогуміну симбіотична система сорту Скарб характеризувалася у середньому більшою кількістю бульбочок з вищою їх масою упродовж фенологічних фаз бутонізації, цвітіння та формування бобів, проте за інокуляції насіння БС виявлено вищу АФА бульбочок під час масового цвітіння та формування бобів.

Отже, застосування БС або мікробного препарату Ризогумін для обробки насіння нуту звичайного перед сівбою у ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу на фоні популяції місцевих бульбочкових бактерій нуту є обов'язковим елементом технології, що суттєво впливає на формування та функціонування симбіотичних систем.

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ

Пилипенко Л.М., Верхівкер Я.Г., Єгорова А.В., Килименчук О.О.

Одеський національний технолоічний університет, м. Одеса, Україна.
e-mail: l.n.pylypenko@ukr.net

Мікробіологічна стабільність харчової продукції тривалого зберігання – консервів, заморожених та сушених рослинних та тваринних продуктів - має вирішальне значення в їх безпечності для споживачів. За даними Держкомстату України виробництво тільки томатного та яблучного соків у 2020 році разом складало 105286,6 тис. літрів. Лише за станом на 2025р. згідно повідомленням сайту Zaxid.net - загальна потужність переробних заводів T.B. Fruit становить 1 млн тонн фруктів та овочів на рік. В умовах воєнного стану ускладнені логістичні потоки через повномасштабні воєнні дії на території України і саме тому особлива увага приділяється якості та безпечності харчової продукції.

Метою роботи було розроблення інноваційних підходів до забезпечення мікробіологічної стабільності вітчизняної харчової продукції, призначеної для повноцінного безпечного харчування в першу чергу учасників воєнних дій.

Враховуючи особливі умови харчування воєнного контингенту, головними завданнями вважали:

- розроблення режимів термічної обробки продукції у нових зручних для використання видах тари;
- визначення потенційних збудників харчових токсикоінфекцій, а також псування певних видів продукції;
- перевірки коефіцієнтів летальності небезпечних видів мікроорганізмів в залежності від особливостей складу харчової продукції;
- надання конкретних рекомендацій стосовно режимів, термінів і умов зберігання певних видів продукції.

Проведені розробки дали змогу рекомендувати більше 10 видів консервованих продуктів у зручних для використання (за кількісним, якісним вмістом і споживчими властивостями) видах тари. Ці розробки стали можливими за рахунок наукового обгрунтування режимів термообробки продукції. При цьому визначені теоретично потрібна і експериментально підтверджена летальність процесів термічної обробки конкретного харчового продукту в залежності від хімічного складу і потенційного вмісту в ньому збудників псування, зокрема *Bacillus cereus, Paenibacillus polymyxa, Paenibacillus macerans,* харчових отруєнь, наприклад *Clostridium perfringens* та інш., біологічних індикаторів для перевірки впливу на продукт процесу стерилізації - *Geobacillus stearothermophilus* ATCC 7953, тощо.

Проведені розробки забезпечують біологічну стабільність і високу якість розробленої продукції, характерної для кухонь різних територіальних регіонів, що вкрай важливо для організації зручного та безпечного харчування в воєнних умовах захисників України.

ГРИБОСТІЙКІСТЬ СУЧАСНИХ ТЕХНІЧНИХ ВИРОБІВ І МАТЕРІАЛІВ

Письменна Ю.Б., Савчук Я.І., Юр'єва О.М.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна.
e-mail: ulitca@ukr.net

Зі збільшенням ролі мікроміцетів у біодеструкції технічних матеріалів постає необхідність характеристики грибостійкості матеріалів та їх компонентів, особливо тих, що розроблені та застосовуються вперше. У доступній літературі є поодинокі повідомлення щодо комплексного вивчення грибостійкості технічних матеріалів. В Україні провідною науковою установою в галузі дослідження біодеструкції технічних виробів і матеріалів є Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного Національної академії наук України (ІМВ НАН України) на базі якого функціонує Випробувальна лабораторію грибостійкості і мікробіологічних досліджень технічних, медичних виробів і матеріалів, що акредитована Національним агентством акредитації України (Атестат акредитації №20638) відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025:2019.

Лабораторія грибостійкості має багаторічний досвід дослідження біопошкодження природних і технічних матеріалів. За період 2015-2025 р. Співробітниками лабораторії було досліджено грибостійкість більше 250 зразків різноманітних технічних матеріалів: поліуретанові, вінілові, полівінілхлоридні полімери, лакофарбові матеріали, мастильно-охолоджуючі рідини, бензин, авіаційний керосин, будівельні матеріали, деревина і вироби з неї та інші.

В результаті досліджень виявлено, що більшість сучасних технічних матеріалів є негрибостійкими і в умовах підвищеної вологості повітря пошкоджуються найчастіше мікроміцетами *Alternaria alternata, Aspergillus flavus, A. niger, A. versicolor, Cladosporium cladosporioides, C. sphaerospermum, Chaetomium globosum, Penicillium funiculosum, Scopulariopsis brevicaulis, Stachybotrys chartarum, Trichoderma viride.* Ці мікроскопічні гриби широкопоширені і належать до умовно-патогенних мікроорганізмів, можуть викликати мікози і є продуцентами мікотоксинів.

Біопошкодження матеріалів відбувається не лише на поверхні зразків, а і всередині, що доведено данними сканувальної конфокальної мікроскопії. Патерни колонізації технічних матеріалів мікроміцетами залежать щонайменше від трьох основних факторів: властивостей матеріалу, виду гриба і зовнішніх кліматичних умов. При цьому слід зазначити, що інтенсивність колонізації поверхні субстрату залежить як від макроскладу, так і мікродомішок. З огляду на це, актуальним завданням є дослідження окремих компонентів виробу/матеріалу з метою встановлення негрибостійких елементів, що дозволить виробнику змінити склад і покращити експлуатаційні властивості виробу. Також показано, що ріст мікроміцетів починався і був більш інтенсивним на неоднорідній поверхнні, на зрізах та на пористих матеріалах. Для розробки нових методик дослідження грибостійкості матеріалів, було досліджено вплив мікроскопічних грибів на різних стадіях розвитку: від обробки суспензією спор до впливу вже розвиненого міцелію зі спороношенням. Одним із важливих напрямків роботи є ревізія застарілих методик та стандартів з визначення грибостійкості, залучення нових тест-штамів до протоколів випробувань і запровадження диференційованого підходу до формування наборів тест-культур для визначення грибостійкості різних типів матеріалів з врахуванням їх експлуатаційних особливостей.

Таким чином, постає питання контролю грибостійкості нових технічних матеріалів, розробки нових методик визначення стійкості та впровадження державних і міжнародних стандартів визначення стійкості до біопошкоджень.

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ РІЗНОГО ПОХОДЖЕННЯ НА МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТРАНСФОРМАЦІЇ СПОЛУК ФОСФОРУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО НА ЧОРНОЗЕМІ ВИЛУЖЕНОМУ

Пищур І.М.

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України, м. Чернігів, Україна. e-mail: Pyschur@ukr.net

Ячмінь ярий вирощують в Україні як продовольчу, кормову й технічну культуру. При вирощуванні цієї культури актуальною є проблема оптимального та ощадного використання основних агроресурсів. Як відомо, ступені засвоєння рослинами сполук фосфору із ґрунту низькі і становлять лише 5-10%, а з фосфорних добрив у перший рік після їх застосування – не більше 20-25%. Згідно літературних даних, за сумісного застосування фосфорних добрив з гноєм дози туків можна зменшувати до 2 разів за рахунок підвищення біологічної активності ґрунту. Проте за обмеженого розвитку галузі тваринництва важливими чинниками впливу на біологічну активність ґрунту і засвоєння рослинами фосфору можуть бути солома та біомаса проміжних сидеральних культур.

Дослідження процесу біологічної трансформації сполук фосфору у кореневій зоні рослин ячменю ярого сорту Гося під впливом соломи пшеничної (5 т/га) і біомаси проміжного люпинового сидерату (13 т/га надземної біомаси) окремо та у поєднанні з мінеральними добривами проведено в основні фази онтогенезу рослин (кущіння, вихід у трубку, молочно-воскова стиглість) у польовому стаціонарному досліді Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН на чорноземі вилуженому.

В дослідженнях вивчали особливості формування угруповань фосфатмобілізівних мікроорганізмів у ризосферному ґрунті, фосфатазну активність ризосферного ґрунту та ступінь рухомості фосфатів у ризосфері. Визначали урожайність ячменю, вміст фосфору у зерні та винос фосфору з ґрунту з урожаєм та побічною продукцією.

Залежно від фаз розвитку чіткої різниці за чисельністю мікроорганізмів, які мінералізують органофосфати та розчиняють кальцій фосфати в ризосфері ячменю, не виявлено. Проте їх кількість залежала від виду добрив. Встановлено, що внесення в ґрунт органічної речовини підвищувало чисельність мікроорганізмів здатних мінералізувати органофосфати в 2-2,5 раза, а бактерій, що розчиняють кальційфосфати приблизно в 2 рази. Внесення мінеральних добрив без органічних не мало значного впливу на чисельність досліджуваних мікроорганізмів.

Внесення органічної речовини підвищує фосфатазну активність ґрунту приблизно в 2 рази. Мінеральні добрива негативно впливали на фосфатазну активність ґрунту.

В умовах досліду рухомість фосфатів була найвищою у варіантах, де вносили мінеральні добрива. Чим більшою була норма мінеральних добрив, тим вища була рухомість фосфатів. Найвищу рухомість фосфатів відмічено у фазу кущіння і вона поступово зменшувалася у фазу виходу у трубку та фазу молочно-воскової стиглості. Це ймовірно пов’язано з тим, що частина рухомого фосфору засвоювалася рослинами, а частина фіксувалася ґрунтом. Слід також зазначити, що рухомість фосфатів з мінеральних добрив у ризосфері рослин ячменю ярого помітно підвищувалась (до 12 %) по фоні з органічними добривами.

Встановлено, що за поєднаного використання люпинового сидерату та пшеничної соломи і при внесенні в ґрунт мінеральних добрив в нормі N90P90K90 підвищувалась засвоюваність P_2O_5з мінеральних добрив на 3,4 кг/га.

Отже, поєднання органічних і мінеральних фосфорних добрив мають значні перспективи для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур та ощадного використання агроресурсів.

МІКРОБІОМ AGARICUS BISPORUS (J. LANGE) PIL.

Рожкова Т.О.[1], Медведєв Д.Г.[1], Немерицька Л.В.[2]

[1]*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна. e-mail: rozhkova8@gmail.com*
[2]*Житомирський агротехнічний фаховий коледж, м. Житомир, Україна. e-mail: luda.nemerizka72@ukr.net*

Промислове вирощування грибів в Україні є ще молодою галуззю у сільському господарстві, яка постійно розвивається. Загальний обсяг виробництва культивованих грибів становить 60 тисяч тон, з яких 91% складає печериця двоспорова. На сьогодні випробуються різні технології вирощування цього гриба, але основним обмежуючим фактором є розвиток небезпечних хвороб, які можуть призводити до передчасного відмирання грибниці. Значне зараження патогенами пояснюється порушенням умов культивування грибів та відсутністю генетичного різноманіття комерційних штамів *A. bisporus* (Ковальов, 2024).

До мікробіому печериці входять гриби, бактерії та віруси. Серед фітопатогенних грибів в Україні зустрічають такі роди/види: *Trichoderma* sp., *Mycogon perniciosa* (Magnus) Delacr., *Verticillium fungicola* var. *fungicola* (Preuss) Hassebr., *Cladobotryum dendroides* (Bull.) W. Gams & Hooz. та *Cl. mycophilum* (Oudem.) W. Gams & Hooz. Іванова Т.В. (2020) вказує на зараження печериці змішаною вірусно-бактеріальною інфекцією. Було визначено такі віруси: MVX (*Mushroom Virus* X), ABV (*Agaricus bisporus Virus*) та La France. Бактеріальні хвороби найчастіше викликаються видами роду *Pseudomonas*: *P. tolaasii*, *P. cichorii*, та *P. agarici.*

Кількість мікроорганізмів з субстратів визначили на середовищах Чапека-Докса та МПА методом розведень. Мікроорганізми з міцелію та плодових тіл виділили після попереднього відмивання зразка від субстрату та стерилізації 96%-им розчином спирту.

Провели вивчення мікробіому субстрату, міцелію та плодових тіл з ознаками бактеріозів. Дослідили некротизовану та грибницю без симптомів з нормально сформованими плодовими тілами, старий міцелій та плодові тіла з ознаками бактеріозів. Визначили, що бактерії домінували у всіх обстежених зразках. У субстратах з різних варіантів найменшу кількість бактерій виділили з варіанту, де виросла нормальна грибниця з плодовими тілами ($6{,}2 \times 10^{10}$ КУО/г). Найбільша кількість була відмічена у субстраті з плодовими тілами, які мали ознаки бактеріозів (5×10^{11} КУО/г). Окрім бактерій у субстратах містилися і гриби (*Trichoderma* sp. та *Penicillium* sp.) окрім варіанту з безсимптомним міцелієм. Найбільша кількість грибів проросла з субстрату з плодовим тілом, яке мало ознаки бактеріозу ($3{,}5 \times 10^{6}$ КУО/г). Зі зразків з під плодових тіл з бактеріозами виділили вид *Trichoderma aggressivum* f. *europaeum* Samuels & W. Gams. У субстраті, де відбулася некротизація, виділили лише один *T. harzianum.* З міцелію *A. bisporus* здебільшого проросли також бактеріальні колонії. Серед грибного комплексу домінував *T. viride*. Цей вид було виділено з некротизованого та нормального міцелію. Зі старої грибниці проріс інший вид *Trichoderma* sp. Не спостерігали утворення характерного зеленого нальоту на міцелії. З міцелю з плодових тіл з ознаками бактеріозів виділили *Gliocladium* sp., *Penicillium* sp. та міцелій без спороношення. Дослідження мікробіому плодових тіл з ознаками бактеріозів також показало домінування бактерій. Серед грибів виділили *Trichoderma* sp. та *Alternaria* sp. На плодових тілах відмітили перебіг мокрої гнилі, яка супроводжувалась неприємним запахом.

Отже, у мікробіомі субстрату та *A. bisporus* домінують бактерії. Серед грибів визначено чотири роди (*Trichoderma* sp., *Gliocladium* sp., *Penicillium* sp. та *Alternaria* sp.). Найбільшого поширення набули представники роду *Trichoderma*. Всього відмітили виділення чотирьох видів роду: у субстраті - *T. harzianum* та *T. aggressivum*, у міцелії *T. viride* та *Trichoderma* sp., у плодових тілах - *T. viride* та *T. harzianum.*

ДОСЛІДЖЕННЯ КОНТАМІНАЦІЇ МІКРООРГАНІЗМАМИ ПОВЕРХНІ ГРАНУЛ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Сасіна Т.С.[1], Шевченко Л.А.[1,2], Глушаков В.В.[1]

[1]*Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, м. Чернігів, Україна. e-mail: taniateri5@gmail.com*
[2]*Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів, Україна*

Сьогодні в багатьох країнах стає нормою застосування агрономічно корисних мікроорганізмів (PGPM) у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. На їх основі створюються біологічні препарати, які все частіше розглядаються як екологічно обґрунтоване доповнення (а інколи й альтернатива) агрохімікатам. З'явилися повідомлення про ефективність використання мінеральних добрив, збагачених PGPM. Подібні рішення є досить привабливими, зважаючи на можливість оминати передпосівну інокуляцію насіння сільськогосподарських культур. Проте кількість публікацій, присвячених цим дослідженням, невелика та викликає багато запитань. У першу чергу варто з'ясувати виживаність мікроорганізмів на гранулах туків, яка може бути лімітована агресивним хімічним середовищем. Припускаємо, що здатні виживати на агресивній поверхні туків PGPM можливо виділити безпосередньо з поверхні гранул. Тому, метою наших досліджень було з'ясування ступеню контамінації мікроорганізмами гранул мінеральних добрив і дослідження їх властивостей. Чисельність мікроорганізмів на гранулах добрив визначали шляхом висіву водних розведень змивів із гранул. У дослідженні використовували гранули наступних видів добрив: азофоска, поліфоска, сульфат амонію, сечовина, сульфат магнію, каліймаг, простий суперфосфат. Добрива отримували від різних комерційних структур, які реалізують їх у промислових масштабах. Аналіз чисельності мікроорганізмів показав відсутність росту мікроміцетів. Облік чисельності бактерій на середовищі МПА свідчить про доволі високі показники їх чисельності – від 11 тис. КУО/г до 74 тис. КУО/г. Аналіз бактеріальних колоній та їх мікроскопіювання свідчить про наявність кількох бактеріальних морфотипів. Звертає на себе увагу домінування на гранулах добрив, незалежно від їх виду, морфотипу «a», частка колоній якого сягає 94 %. Наступний морфотип «b» схожий із попереднім, але клітини бактерій дещо меншого розміру, колонії при цьому більші (його чисельність менша ніж вище описаного в середньому у 10-15 разів). Також зустрічаються у незначній кількості коки (тип «c») та морфотип «d», представлений великими паличками, з'єднаними у ланцюжки. У ході досліджень ізольовано 112 бактеріальних культур та здійснено їх ідентифікацію. Встановлено, що бактерії, віднесені нами до найбільш численного типу «a», є представниками *B. amyloliquefaciens*; бактерії морфотипу «b» представлені *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum*; третій морфотип віднесено до *Micrococcus* sp.; бактерії морфотипу «d» ідентифіковано як *B. cereus*. Дослідження фізіологічної активності ізольованих мікроорганізмів свідчать, що жоден із них не проявляв нітрогеназної активності. Двадцять ізолятів виявляли рістстимуляторний вплив на паростки ячменю. 25 % серед виділених бактерій проявляли фосфатсолюбілізівну активність, також виявлено велику кількість целюлозоруйнівних бактерій (лише 15 % ізолятів взагалі не утворювали зон просвітлення на середовищі КМЦ). Окремі бактерії володіли антагоністичною активністю до збудників грибних захворювань. Подальші дослідження поєднання виділених бактерій з гранулами мінеральних добрив для підвищення урожайності сільськогосподарських культур можуть бути перспективними.

МІКРОБІОЛОГІЧНА ТРАНСФОРМАЦІЯ ФОСФОРУ В КОРЕНЕВІЙ ЗОНІ РОСЛИН КУКУРУДЗИ ЗА ДІЇ *PAENIBACILLUS POLYMYXA*

Токмакова Л.М., Патика В.П.

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України, м. Чернігів, Україна. e-mail: tokmakova_ln@ukr.net
Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна. e-mail: patykavolodymyr@gmail.com

Paenibacillus polymyxa формує термостійку овальну ендоспору та слизисту оболонку, що виконує важливу захисну функцію під час стресових умов, наприклад, на поверхні насіння (при бактеризації) і волосках кореневої системи рослин. Фосфатмобілізувальна бактерія *P. polymyxa* продукує органічні кислоти, екзополісахариди, які в процесі деструкції мінеральних фосфатів спроможні підкислювати природне середовище, що сприяє розчиненню важкорозчинних мінеральних фосфатів ґрунту і добрив та забезпечує посилення процесу засвоєння рослинами сполук фосфору. Бактерія синтезує фосфатазу – фермент, який відповідає за мінералізацію органічних сполук фосфору. *P. polymyxa* синтезує БАР, застосування яких можуть бути пов'язані з стимуляцією росту та розвитку рослин. Нами створено мікробний препарат Поліміксобактерин комплексної дії, який містить живи клітини *P. polymyxa* та позаклітинні метаболіти з фосфатмобілізувальною, рістстимувальною, антифунгальною активністю та рекомендовано для впровадження у виробництво прийоми оптимізації біологічних процесів в агроценозах кукурудзи, що включають бактеризацію насіння та обприскування рослин під час вегетації. Головним джерелом фосфорного живлення рослин є найбільш рухомі фосфати ґрунтового розчину. На чорноземі вилуженому в умовах польових дослідах на базі дослідного поля Інституту досліджено, що підвищення ступеня рухомості фосфатів у кореневій зоні рослин кукурудзи виражається у зниженні вмісту рухомих форм фосфатів у ризосферному ґрунті, внаслідок посиленого поглинання їх рослинами. Найнижчі показники вмісту P_2O_5 у ґрунті відзначали за дії *P. polymyxa.* Так, уміст фосфору у ризосферному ґрунті рослин кукурудзи знижувався у фазу виходу у трубку від 0,43 мг P_2O_5/дм^3 (у контролі) до 0,30 мг P_2O_5/дм^3 ґрунтового розчину, (бактеризація + обприскування рослин під час вегетації), фазу цвітіння – від 0,45 мг P_2O_5/ дм^3 до 0,28 мг P_2O_5/дм^3, фазу молочно-воскової стиглості – від 0,34 мг P_2O_5/ дм^3 до 0,19 мг P_2O_5/дм^3, це свідчить про активніше поглинання Фосфору з ґрунту кореневою системою рослин кукурудзи протягом усього вегетаційного періоду. Поліміксобактерин забезпечує посилення процесу засвоєння рослинами сполук фосфору з ґрунту, і як наслідок, підвищується загальний винос фосфору за дії бактеризації від 67,1 кг/га (у контролі) до 80,0 кг/га, обприскування рослин під час вегетації до 83,7 кг/га та бактеризації насіння + обприскування рослин під час вегетації до 96,4 кг/га. Ефективність фосфорного живлення рослин за впливу Поліміксобактерину збільшується від 19,2 % до 43,7 %, урожайність зерна кукурудзи від 1,6 т/га (19,7 %) до 3,0 т/га (37,0 %). вмісту білка у зерні від 8,7 % до 10,1 % (1,4 %) і крохмалю – від 59,8 % до 68,0 %. Використання агроприйому у технології вирощування кукурудзи є дієвим засобом підвищення економічної ефективності виробництва. Прибуток із розрахунку на 1 га зростає на 38,0 %, рівень рентабельності виробництва – на 58,7 %, що забезпечує окупність додаткових витрат прибутком на рівні 9,74 грн./грн.

ОСОБЛИВОСТІ ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ У ШЕСТИ ПОСТРАДІАЦІЙНИХ ГЕНЕРАЦІЯХ *CLADOSPORIUM CLADOSPORIODES* З ОЗНАКОЮ ПОЗИТИВНОГО РАДИТРОПІЗМУ

Тугай А.В.[2,1], Тугай Т.І.[1,2], Желтоножський В.О.[3], Садовніков Л.В.[3], Сергійчук Н.М.[1], Поліщук О.Б.[4]

[1]Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна», Київ, Україна.
[2]Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України, Київ, Україна.
[3]Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна.
[4]Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна.

Дослідження впливу хронічного іонізуючого опромінення на мікробіоту набуває пріоритетної ваги, оскільки вона, як відомо, є первинною ланкою багатьох трофічних ланцюгів, є постійною і активною компонентою біогеоценозу та відіграє значну роль у переміщуванні різного роду поживних речовин та деяких мікроелементів у ґрунті, включаючи радіонукліди. Для мікроміцетів характерна швидка зміна генерацій, що робить їх зручною моделлю для вивчення ефектів хронічного опромінення у низці генерацій, встановлення прямих та віддалених ефектів хронічного іонізуючого опромінення. Внаслідок Чорнобильської катастрофи у ґрунтах Зони відчуження ЧАЕС досі дозоутворюючими залишаються такі радіонукліди як ^{137}Cs, ^{90}Sr, $^{238\text{-}240}$Pu та ^{241}Am, що перетворило її на один із найбільших у світі полігонів для дослідження наслідків дії хронічного опромінення на біоту.

Незважаючи на значний обсяг цих досліджень, ще не з’ясовано наступні питання: які адаптаційні процеси сформувались у пост-радіаційних генерацій мікроміцетів з ознакою позитивного радіотропізму та можливі механізми реалізації їх завдяки особливостям функціонування ферментативного складника їхньої антиоксидантної системи.

Таким чином, актуальність досліджень віддалених наслідків дії опромінення у наступних генераціях, а саме реакції перекисного окислення ліпідів обумовлена важливою патогенетичною роллю вільно-радикального окислення як потужного фактора мембранодеструкції, а значить – більшості патологічних процесів. Окрім того, вивчення механізмів функціонування системи антиоксидантного захисту надає можливості регулювати перекисне окислення шляхом адекватної антиоксидантної терапії.

Метою даної роботи була оцінка впливу низьких доз опромінення, які імітували радіаційний фон в зоні відчуження, на фізіолого-біохімічні зміни у пост-радіаційних генерацій *Cladosporium cladosporioides* з ознакою позитивного радіотропізму та без таких властивостей.

Встановлено, що у низці пост-радіаційних генерацій штаму *C. cladosporioides* з позитивним радіотропізмом певним чином відбувається наслідування взаємопов’язаного характеру змін прооксидантної та антиоксидантної систем, які направлені на підтримання окисно-відновного гомеостазу. На противагу цьому, у пост-радіаційних генерацій контрольного штаму спостерігається збільшення ПОЛ, переважно триєнових коньюгат та малонового діальдегіду та зменшення активності супероксиддисмутази та каталази, тобто підвищення активності прооксидантних процесів не супроводжується збільшенням активності антиоксидантних процесів.

Отримані дані свідчать, що одним з механізмів, який забезпечує адаптацію до умов хронічного опромінення як у батьківського штаму C. cladosporioides з позитивним радіотропізмом так і у пост-радіаційних генерацій штаму, що не мав такої властивості є певний алгоритм швидкого підтримання окисно-відновного балансу, можливо, це прояв епігенетичного механізму адаптації.

ВИВЧЕННЯ ДИНАМІКИ ЗМІН КІЛЬКІСНОГО СКЛАДУ МІКРООРГАНІЗМІВ ОСНОВНИХ ЕКОЛОГО-ТРОФІЧНИХ ГРУП РІЗНИХ МОДЕЛЕЙ ПРИРОДНИХ ТА ЧАСТКОВО ТРАНСФОРМОВАНИХ БІОЦЕНОЗІВ

Тугай Т.І.[1,2], Тугай А.В.[2,1], Мележик О.В.[1], Ілюк Н.А.[1], Сергійчук Н.М.[1], Поліщук О.Б.[3], Мовчан В.О.[1]

[1]Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна», Київ, Україна.
[2]Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України, Київ, Україна.
[3]Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна.

Всесвітня інтенсифікація урбанізації протягом останніх десятиліть представляє низку важливих екологічних проблем для міських територій, включаючи значний вплив на землю та ґрунти. Хоча вивчення міських ґрунтів зростає в останні десятиліття, дослідження, як правило, більше зосереджені на забрудненні, ніж на будь-якому іншому аспекті. Одним із найменш досліджених складових міських ґрунтів є їх мікробіологічна компонента, оскільки накопичення знань про мікробіологічну складову ґрунту досі була зосереджена на природних або сільськогосподарських угіддях з невеликою кількістю досліджень, проведених на міських ґрунтах.

Для розробки стратегій сталого господарювання та збереження природних ресурсів важливим є вивчення взаємодії між ґрунтом та мікроорганізмами. Зокрема, вивчення особливостей функціонування мікробіоти у різних типах ґрунтів з різним антропогенним навантаженням має важливе значення для управління екологічною стійкістю екосистеми. Практично не досліджено склад мікробіоти ґрунту за інноваційного землекористування – пермакультури, зокрема й теплих грядок Розума (ТРГ). Метою дослідження було вивчення динаміки змін кількісного складу мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп трьох моделей біоценозів: рекреаційну ділянку на території Університету «Україна», ревайлдингову територію парку природи «Беремицьке» та експериментальну науково-дослідну ділянку за принципом ТРГ. Виявлені певні особливості чисельності мікроорганізмів окремих еколого-трофічних груп для кожного з трьох біоценозів. Для рекреаційної ділянки університету виявлено ряд закономірностей. Загальна біологічна активність (ЗБА), яка є додатком КУО всіх еколого-трофічних груп бактерій, у рази нижча за ЗБА двох інших біоценозів. Низькі значення коефіцієнтів мінералізації-іммобілізації в цьому біоценозі свідчать про переважання процесів трансформації органічних речовин над мінеральними (аміачними) формами азоту.

Інші закономірності виявлені при дослідженні екотопів ревайлдингової території парку «Беремицьке». Показано, що в ґрунті з водно-болотяних угідь переважають процеси трансформації та засвоєння органічних азотвмісних сполук, та виявлено невисокий рівень легкозасвоюваних органічних сполук. На противагу цьому в зораному ґрунті спостерігається збільшення трансформації мінеральних азотних сполук порівняно з органічними та спостерігається зменшення органічних поживних речовин, що необхідні для життєдіяльногості ґрунтового мікробіоценозу, про це свідчить зміни кількості амоніфікаторів, нітрифікаторів та педотрофів в цих екотопах. Найсуттєвіші зміни, щодо загальної біологічної активності (ЗБА) виявлені у ґрунті експериментальної науково-дослідної ділянки ТГР. Показано, що загальна біологічна активність (ЗБА) основного масиву ґрунту ділянки ТРГ більш ніж у 5 – 10 разів вища за ЗБА інших досліджених нами екотопів. Крім того, встановлено, що для цього екотопу притаманна однаково висока кількість КУО різних еколого-трофічних груп мікроорганізмів. Встановлено, що коефіцієнт мінералізації ($К_м$) дорівнює 1, що свідчить що інтенсивність процесів мінералізації та засвоєння органічних азотних сполук у ґрунті практично однакова. Виявлено, що величина коефіцієнту педотрофності дорівнює 1,1, що свідчить про відносний баланс процесів деструкції органічної речовини і процесів її синтезу в ґрунті.

ЧУТЛИВІСТЬ ГЕНОТИПОВО ТА ФЕНОТИПОВО МУЛЬТИРЕЗИСТЕНТНИХ ESKAPE-ПАТОГЕНІВ ДО АНТИСЕПТИКІВ

Фаустова М.О., Назарчук О.А., Лобань Г.А., Чумак Ю.В., Береза Є.М.

Полтавський державний медичний університет, м. Полтава, Україна.
e-mail: m.faustova@pdmu.edu.ua
Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова, м. Вінниця, Україна

Антимікробна резистентність визнана ВООЗ як значуща загроза глобальній системі охорони здоров'я. Особливу небезпеку здоров'ю людини несуть бактерії, що набувають стійкості до декількох фармакологічних груп антибіотиків одночасно. В зв'язку з цим була окреслена група бактерій ESKAPE, до якої увійшли *Enterococcus faecium, Staphylococcus aureus, Klebsiella pneumoniae, Acinetobacter baumannii, Pseudomonas aeruginosa* та представників родини *Enterobacteriaceae*, які характеризуються множинною резистентністю до відомих на сьогодні хіміотерапевтичних препаратів. Саме тому пошук речовин, що володіють протимікробною активністю щодо них є важливим напрямом у боротьбі з ESKAPE-патогенами. Метою було визначити чутливість генотипово та фенотипово мультирезистентних ESKAPE-патогенів до антисептиків.

Дослідження проводили на 90 клінічних штамах бактерій, виділених з вогнища інфекційно-запальних захворювань щелепно-лицевої локалізації. Серед них по 20 штамів *E. faecium, K. pneumoniae, A. baumannii, P. aeruginosa* та 10 штамів *S. aureus*, які проявляли генотипові та фенотипові ознаки мультирезистентності у рівних пропорціях. Ідентифікацію мікроорганізмів та їх чутливість до антибіотиків проводили за допомогою автоматичного бактеріологічного аналізатора Vitek2, наявність генів резистентності до антибіотиків - за допомогою методу сиквенування нового покоління на платформі SOLID. Чутливість мікроорганізмів до антисептиків проводили за допомогою методу серійних мікророзведень. Статистичну обробку даних проводили за допомогою програми GraphPad Prism 10 (США).

Чутливість генотипово мультирезистентних грампозитивних коків (S. aureus, Enterococcus spp.) до антисептиків не відрізнялася від чутливості золотистих стафілококів та ентерококів з фенотиповими ознаками множинної стійкості. Мінімальна бактерицидна концентрація (МБцК) хлоргексидину для штамів S. aureus достовірно перевищувала МБцК декаметоксину та мірамістину ($p \leq 0,05$). Мінімальна інгібуюча концентрація (МІК) хлоргексидину та декаметоксину щодо генотипово мультирезистентних *Pseudomonas* spp. були достовірно нижчими у порівнянні з аналогічними відповідними показниками для фенотипово стійких представників цього роду ($p<0,005$). МІК хлоргексидину та декаметокисну, а ткож МБцК усіх досліджуваних антисептиків щодо генотипово стійких ацінетобактерій були достовірно нижчими у майже 2,0 рази у порівнянні з аналогічними відповідними показниками для ізолятів з фенотиповими ознаками множинної резистентності ($p<0,005$). Декаметоксин володів найвищою активністю щодо генотипово мультирезистентних представників роду *Acinetobacter* у порівнянні з хлоргексидином та мірамістином. Лише МБцК хлоргексидину для генотипово мультирезистентних *Klebsiella* spp. виявилася достовірно нижчою за аналогічний показник антисептика щодо даних бактерій з фенотиповою стійкістю ($p=0,006$).

Чутливість до антисептиків грампозитивних генотипово та фенотипово мультирезистентних коків групи ESKAPE не відрізнялася. В свою чергу, *K. pneumoniae, A. baumannii, P. aeruginosa* з фенотиповими ознаками множинної стійкості до антибіотиків проявляли вищу чутливість до антисептиків, порівняно з генотипово стійкими штамами.

РОЗВИТОК ТА БІОГЕОХІМІЧНА АКТИВНІСТЬ МІКОБІОМУ ТЕМНОПЛЯМИСТИХ ПОРАЖЕНЬ ФРЕСОК В СОФІЙСЬКОМУ СОБОРІ, КИЇВ

Фоміна М.О.[1], Грищенко Н.В.[1,2]

[1]*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна. e-mail: M.Fomina@ukr.net*
[2]*Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, м. Київ, Україна. e-mail: n.v.hryshchenko@imbg.org.ua*

Застосування сучасних молекулярно-генетичних, зокрема метагеномних методів дослідження мікробного біорізноманіття дозволяє відкрити велику кількість мікроорганізмів, що не можуть бути культивовані, але мають значення в різноманітних екосистемах, а також в економічній та соціально-гуманітарній сферах, впливаючи, наприклад, на здоров'я людини або руйнування матеріалів і цінних культурно-історичних пам'яток. Тільки мультидисциплінарний підхід може допомогти з'ясувати реальне біорізноманіття мікроорганізмів - активних деструкторів об'єктів спадщини та всього комплексу біогеохімічних та біофізичних механізмів, що сприяють процесам біоруйнування пам'яток. Зважаючи на те, що в пам`ятці національного значення – Софійському соборі в м. Києві, спостерігалися темноплямисті ураження середньовічного настінного живопису, метою цієї роботи було охарактеризувати природу темних плям, а саме їх мікробіом та біогеохімічні механізми біоруйнування мінеральних фресок.

В роботі використовували комплекс сучасних культуронезалежних та культурозалежних методичних підходів, зокрема молекулярно-біологічні та метагеномні методи для виявлення та характеристики мікробної ДНК в зразках (qPCR, клонування, NGS), традиційні мікробіологічні методи для виділення та ідентифікації мікроорганізмів (мікроміцетів), мікроскопію високої роздільної здатності та методи хімії твердого стану (SEM/EDX та μXRD). Порівняльний кількісний аналіз мікробної ДНК мікроскопічних грибів та бактерій в місцях пошкоджень чітко показав, що головними агентами біоруйнування були міцеліальні гриби, а не бактерії. В дослідженнях біорізноманітності грибних угруповань на ділянках темноплямистих пораженнь було виявлено домінування облігатно ксерофільних аспергіллів. Проведений метагеномний аналіз динаміки розвитку грибного мікробіому - мікобіому в часі, з 2016 по 2022 рр., на ділянках з темноплямистим ураженням стін з живописом за використання клонування ITS-фрагментів з подальшим секвенуванням за Сенгером і секвенування нового покоління (NGS) ITS2-фрагментів продемонстрував абсолютне домінування в плямах двох видів: *Aspergillus halophilicus* і *Aspergillus vitricola*, що сумарно складали в різні роки 97-100% від загальної кількості секвенованих фрагментів і були визначені нами як маркерні для моніторингу темноплямистих пошкоджень собору. Колонізація мікроскопічними грибами фресок мала біогеохімічні наслідки, насамперед, порушення цілісності мінеральної матриці, що в основному складалася з кальциту. Мікроскопічні гриби утворювали ліганди і протони, що запускали біохімічні процеси біовивітрювання мінеральних фресок. Це, в свою чергу, призводило до розчинення мінералів і появи нових вторинних мікогенних мінералів: малату кальцію, гідратованого фосфату алюмінію та фосфату заліза (стренгіту), які можна розглядати як специфічні маркери грибного біоруйнування мінерального субстрату. Біохімічні процеси на фресках супроводжувалися біомеханічною деградацією мінералів шляхом прямого проникнення гіф у зруйновану мінеральну матрицю, чому сприяли тигмотропні реакції міцелію і змащування мікросередовища грибним слизом.

Отримані дані є основою для подальших досліджень, спрямованих на розроблення ефективних стратегій моніторингу та збереження об'єктів спадщини від мікробного біоруйнування ксерофільними мікроскопічними грибами.

BIODIVERSITY OF MICROORGANISMS IN SEED MATERIAL OF MAIN CROPS IN THE CONDITIONS OF THE ODESSA REGION

Balan G.O., Zorunko V.I.

Odessa State Agrarian University, Odesa, Ukraine
e-mail: fitoizr@gmail.com

The quality of seed material is the main guarantee of high, high-quality and stable crop yields. Seeds are the primary source of infection and spread of pathogens, which leads to deterioration of seed quality and reduced yield. Under natural conditions, internal infection or a "latent form" of seed damage prevails, which significantly complicates the assessment of their seed quality before sowing. Of great importance is the study of the species composition of microorganisms in seed, the diagnosis of infected seeds, because the elucidation of the factors of the occurrence and development of diseases is an important component of their control.

Laboratory studies were conducted on the Educational and Scientific Laboratory of Plant Diagnostics and Seed Expertise of the Faculty of Agrobiotechnology of the State Agricultural University. Analysis of the phytosanitary condition and seed quality were determined according to DSTU ISO 10381-1:2004, DSTU 3768:20XX, DSTU 3355-96, DSTU 7011:2009, DSTU 7491:2013, DSTU 3769-98, DSTU 4138-2002, DSTU-4525:2006. Analysis of the determination of the biodiversity of the microflora of the seed material of the main agricultural crops showed the presence of representatives of mainly fungal pathogenic microflora. On winter wheat seeds, the total contamination with phytopathogens was 9.0-16.0%. Among the identified pathogens, the most prevalent were *Alternaria* (*Alternaria tenuis*) 4.0-11.0% *Septoria* (*Septoria tritici*) 3.0-10.5% distribution. Powdery mildew pathogens *Erysiphe graminis* 8.4-14.0%, fusarium infection (*Fusárium gramineárum*) 4.0-7.8% were identified. Seed mold (a complex of fungi *Penicillium, Aspergillus, Mucor*) was detected on 5.0-8.4% of seeds. Analysis of the quality of winter barley seeds showed a total infection with phytopathogens within 14.0-19.0%%. Among the identified pathogens, *Alternaria* prevailed - 10.0-11.0% prevalence and seed mold (*Penicillium, Aspergillus, Mucor*) - 8.0-13.0% prevalence. Analysis of pea seed quality showed a total infection with phytopathogens within 23.0-28%%. According to the results of phytopathological examination of pea seeds, 6 pathogens were diagnosed. The most common pathogens on pea seeds were ascochyta (*Ascochyta pisi*) 29.6% - 31.2%. Pea rust (*Uromyces viciae*-fabae) - 6.5-8.3%, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl) 8.9-9.4%, powdery mildew (*Erysiphe communis* Grev. f. *pisi* Dietrich) 8.4-9.5%. Legume rust (*Rust legumibus*) - 4.6-5.3% and olive mold (*Cladosporium herbarum*) -1.8-2.1% were found in small quantities. Analysis of soybean seed quality revealed 6.2-9.2% of affected seeds, on which pathogens of *Alternaria* were diagnosed 65.2-72.3%, seed mold caused by a complex of mold fungi (*Penicillium, Aspergillus, Mucor, Botrytis*) - 10.8%, fusarium wilt - 5.4-12.2%, *Ascochyta sojaecola* - 0.5% and gray rot (*Botrytis cinerea* Pers) - 0.5%.

Analysis of seed quality and pathogen identification on sunflower hybrids showed the presence of 15.0% of affected seeds, on which pathogens of *Alternaria helianthi* were diagnosed - 4.0-5.0%, mold (*Penicillium, Aspergillus, Mucor, Botrytis*) - 7.0-12.0%, and *Fusarium* - 3.0-4.0%. Among the identified microflora on the seeds of the main agricultural crops, fungal ones dominated. Analysis of phytopathogens of seeds showed the presence of external infection in the form of fungi of various genera: *Alternaria, Septoria, Erysiphe, Fusárium, Ascochyta, Uromyces*. Among other fungal flora, fungi of the genera *Penicillium, Mucor, Aspergillus, Botrytis* were isolated - which cause moldy seeds. The presented fungi under certain conditions can be both saprophytes and parasites. Phytopathogens isolated from affected seeds can be a source of infection and cause damage plants. To ensure a good phytosanitary background and a high-quality harvest, it is necessary to conduct a phytosanitary examination of seed material for timely identification of phytopathogens and the application of effective protective measures in the form of seed treatment.

SOIL MICROBIOME ALTERATIONS AT THE EPICENTER OF AN ARMORED VEHICLE EXPLOSION

Demyanyuk O.[1], Mazur S.[1], Symochko L.[1,2,3]

[1]*Institute of Agroecology and Environmental Management of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
[2]*University of Coimbra, Coimbra, Portugal*
[3]*CERNAS - Research Centre for Natural Resources, Environment and Society, Coimbra, Portugal*
e-mail: demolena@ukr.net, mazurlanalana@gmail.com, lyudmilassem@gmail.com

The qualitative and quantitative structure of soil microbiome serves as an indicator of environmental contamination, reflecting the ecological consequences of various factors, including military activities. Investigating these microbial communities can contribute to the development of strategies for mitigating potential negative impacts on ecosystems.

The study of soil microorganism diversity was conducted according to standard protocols in areas affected by military activities (due to the combustion and explosion of heavy armored vehicles). The research results revealed significant changes in the functional structure of the soil microbiome. There was a substantial shift in the dominant microbial species across almost all ecological and trophic groups. The dominant microbiota in soil contaminated as a result of the pyrolysis of heavy armored vehicles included *Proteobacteria* (15.2–67.3%), *Bacteroidetes* (3.8–59.2%), *Firmicutes* (1.0–25.8%), and *Actinobacteria* (0.2–11.5%).

The number of micromycetes in the soil at the epicenter of the explosion and subsequent detonation of the ammunition increased 20.5 times and 7.7 times at a distance of 4.5 meters, respectively. The colony-forming units (CFU) of micromycetes in the soil at the explosion epicenter amounted to 206.3×10^3 CFU/g of soil, at a distance of 2 meters – 114.3×10^3 CFU/g, and at 4 meters – 77.3×10^3 CFU/g. In the control samples, their quantity ranged from 5.6×10^3 to 10.3×10^3 CFU/g of soil. The number of ammonifiers in soil samples that experienced significant thermal, physical, and chemical impact increased on average 10.3 times compared to the control sample, which was collected from an agroecosystem (where the field remained uncultivated during the hostilities).

This indicates the presence of stress conditions, including contamination by various organic and inorganic toxic compounds, which drive microbial adaptation and organic matter transformation. In contrast, nitrogen-mineralizing bacteria declined in soils contaminated by the explosion and subsequent pyrolysis of a T-72B3 tank and its ammunition. Their abundance showed a strong positive correlation with distance from the explosion epicenter ($r = 0.86$), likely due to significant alterations in the soil's physical and chemical properties.

However, at a distance of 4 meters from the explosion site, a significantly elevated concentration of nitrogen-mineralizing bacteria was observed. While the proliferation of this bacterial group is typically associated with enhanced soil stability, resilience, and fertility, in this context, their increased abundance likely reflects the availability of alternative organic substrates. Given the near-complete absence of vegetation cover in the affected area, it is plausible that xenobiotic compounds serve as the primary source of organic matter, driving shifts in microbial community composition and metabolic activity.

Moreover, a statistically significant increase in oligotrophic and pedotrophic microorganisms was detected, indicating the activation of intrinsic soil self-regulation mechanisms, including microbial self-replication and detoxification pathways. This suggests an adaptive microbial response to extreme physicochemical disturbances, likely facilitating the biogeochemical transformation of contaminants.

OPTIMIZATION OF *FUSARIUM SOLANI* SPECIES COMPLEX (FSSC) CONTROL MEASURES AS A STRATEGY TO REDUCE CHEMICAL PRESSURE IN AGROECOSYSTEMS

Gatskovskyi I., Rozhkova T.

D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine.
e-mail: yurii.aht@gmail.com

Recent studies indicate that the *Fusarium solani* species complex (FSSC) is one of the most widespread soil-borne phytopathogens in Ukraine. This complex is capable of infecting seeds and seedlings of numerous agricultural crops, including wheat, rye, barley, maize, soybean, common bean, and pea. The pathogen causes a significant reduction in seed germination and leads to necrosis, root rot, and seedling mortality. Given the broad distribution of FSSC in Ukrainian agroecosystems—especially in degraded soils and areas with high phytopathogenic pressure—studying chemical and biological control options for this pathogen is of critical importance.

Determining the optimal fungicide dosage helps to avoid excessive chemical load on the soil while ensuring effective suppression of the pathogen. A promising approach involves investigating possible synergistic effects through combinations of chemical and biological agents, which may significantly enhance overall efficacy and reduce the risk of resistance development. Systematic evaluation of individual fungicides and their combinations against FSSC will provide a foundation for scientifically grounded recommendations for plant protection in diverse soil and climatic conditions across Ukraine—key to stable and sustainable crop production.

To assess the fungicidal activity against FSSC, nine active substances from different chemical classes and mechanisms of action were tested: 1) β-tubulin inhibitor: carbendazim; 2) RNA synthesis inhibitor: mefenoxam; 3) Succinate dehydrogenase inhibitor (SDHI): boscalid; 4) Mitochondrial respiration inhibitor (QoI): pyraclostrobin; 5) Ergosterol biosynthesis inhibitors (EBI): prothioconazole, tebuconazole, propiconazole, imazalil, flutriafol.

Fungicides were tested at concentrations of 1, 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, and 400 ppm on Czapek-Dox medium supplemented with glucose. A commercial fungicide formulation combining several active ingredients (pyraclostrobin 20 g/L + imazalil 40 g/L + mefenoxam 30 g/L + flutriafol 50 g/L) was also evaluated.

The highest antifungal activity against FSSC was demonstrated by carbendazim, tebuconazole, and imazalil. These compounds provided complete inhibition of mycelial growth at concentrations of 50–100 ppm, while lower doses (25–50 ppm) still significantly reduced colony development compared to the control. Tebuconazole showed especially strong efficacy, fully halting pathogen development at 50 ppm.

Prothioconazole, propiconazole, and flutriafol showed moderate activity. Their inhibitory effects were dose-dependent: at 100–200 ppm, they reduced mycelial growth by 60–70% relative to control but did not achieve full inhibition even at the highest tested concentrations. Similar results were observed for the commercial fungicide formulation. The least effective compounds were boscalid, mefenoxam, and pyraclostrobin, which showed minimal inhibition even at 400 ppm.

These results suggest that the optimal formulation for *F. solani* control should include an active ingredient from the β-tubulin inhibitor class (carbendazim) and one from the ergosterol biosynthesis inhibitor class (tebuconazole, imazalil, or flutriafol). Such combinations offer a broad antifungal spectrum and can achieve over 50% inhibition of *F. solani* mycelial growth at concentrations as low as 1 ppm. This highlights their potential for developing effective plant protection strategies with minimal ecological impact and reduced risk of resistance development.

APPLICATION OF NEURAL NETWORKS FOR EVALUATING METACHROMASIA RESPONSE IN YEAST AS A BIOINDICATOR OF COSMOPHYSICAL IMPACTS

Gorgo Yu.P. [1], Gromozova O.M.[2], Hretskyi I.O.[2]

[1]National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky KPI», Kyiv, Ukraine.
[2]D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine.
e-mail: yugorgo@ukr.net

Due to significant climate changes and the impact of space weather on biota, the development of biosensors that sensitively respond to physicochemical changes in the environment is a pertinent issue. It has been established that the color change in the staining of volutin granules in *Saccharomyces cerevisiae* yeast with methylene blue (a metachromasia reaction) serves as a bioindicator of cosmophysical influences.

The basis of the metachromasia reaction is the aggregation of dye molecules when interacting with inorganic polyphosphates, which are components of volutin granules. The phenomenon of metachromasia manifests as a characteristic color change (distinct from the original color of the dye, methylene blue) during the staining of yeast volutin granules.It is known that the reorganization of electronic interactions within aggregates leads to a shift in resonance frequency, manifesting in three types of color changes in the metachromasia reaction. However, heterogeneity segments often appear within yeast volutin granules, where color variation in the metachromasia reaction results in red areas forming within still-blue volutin granules.Additionally, there is a subset of cells in which no color changes were observed during the metachromasia reaction due to a lack of response, and these cells must also be counted. An important task related to monitoring the number of cells showing color changes in the metachromasia reaction of volutin granules during geomagnetic disturbances of varying intensity is to develop methods for rapid assessment of such changes.

The use of neural networks, when appropriately trained, enables real-time, automatic evaluation of color changes in cells and their quantification during the metachromasia reaction [3,4]. A neural network architecture has been developed for the recognition and quantitative assessment of color changes and heterogeneity in the metachromasia reaction of volutin granules in *S. cerevisiae* UCM Y-517 yeast in real time.

To count the number of cells in the study groups, a program based on a non-recursive labeling algorithm was created. During the work, a comparison of the software based on two neural network architectures was conducted to determine the best results for recognition and quantitative assessment of yeast cells with varying coloration in the metachromasia reaction of volutin granules. It was found that the Unet architecture performed significantly better for cell classification and segmentation tasks compared to the Inception v3 architecture. The average relative error in automatic recognition across all cell groups was 3.85%, with a maximum relative error of 4.56%. The neural network's performance was 89.9% for cell segmentation detection and 86.4% for identifying color differences in the metachromasia reaction.

Considering that inorganic polyphosphates are multifunctional ancient molecules involved in numerous intracellular processes—ranging from substance transport to ATP synthesis and gene expression—and are present in all living cells, the metachromasiareaction involving these molecules may serve as a foundation for developing biosensor systems for use in space biology.

INFLUENCE OF WARFARE ON THE STATE OF SOIL MICROBIOTA

Gumeniuk I.I., Tsvihun V.O.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS, Kyiv, Ukraine/
e-mail: gumenyuk.ir@gmail.com

Among all forms of anthropogenic impact, war has the most destructive effect on the environment. The consequences of hostilities are manifested not only in the direct physical destruction of territories, but also in the large-scale consumption of natural resources that could be used to preserve and restore ecosystems, including soils. Positional warfare is particularly damaging, as it involves active digging of trenches, construction of fortifications and the constant movement of heavy equipment. This leads to the destruction of the surface soil layer, changes in its structure and disruption of the landscape profile. In addition to mechanical damage, chemical contamination poses a significant risk – fuel and lubricants, heavy metals, combustion products, and explosive residues (trotyl, hexogen, cyclonite, etc.) released as a result of munitions detonation. Operating or destroyed military equipment causes local accumulation of toxic substances that penetrate the soil, change the composition and structure of the microbiota, suppress the development of agronomically valuable microorganisms or promote the formation of predominantly pedotrophic forms. Such changes directly affect the biological activity of soils, reducing their fertility and environmental stability.

It is known that microorganisms can serve as test objects for assessing the impact of military operations. This is due to their ease of use, life cycle and the possibility of quick assessment. An integral indicator of soil condition and physiological and metabolic processes of its microbiocenosis is the intensity of CO_2 emission. It was found that the number of microorganisms of the main taxonomic groups (micromycetes, non-spore bacteria, actinomycetes, cellulolytic bacteria) significantly changed in the soil after active military operations. The studied soil samples were characterised by a two- to threefold decrease in the number of microorganisms. These features are a direct reflection of significant disruptions in the natural balance of bacteria and damage to the main components of soil ecosystems. The most sensitive groups of agronomically useful microorganisms were found to be phosphate mobilisers, nitrogen fixers and cellulosolytic microorganisms. They are responsible for the formation of a fertile soil layer, maintaining natural plant defences against diseases and obtaining high yields. This is confirmed by the prevalence of pedotrophic microorganisms, which reduce the amount of soil organic matter.

The results obtained in this study can serve as a basis for understanding ways to restore soil fertility. The next step in the research will be to develop practical recommendations for the reclamation of damaged land, in particular through the use of effective bioagents – microorganisms that can restore soil biological activity, remediate toxic compounds and contribute to the formation of a healthy soil environment. Further study of soil microflora in the post-war landscape of Ukraine is necessary to understand the depth of environmental changes and identify the most effective ways to restore soil ecosystems.

PROPERTIES OF BACTERIA ISOLATED FROM GRAY-YELLOW ROCK OF THE CENTRAL ENRICHMENT FACTORY "CHERVONOGRADSKA" SPOIL HEAP

Halushka A.A.[1], Meniv N.P.[1,2], Hnatush S.O.[1]

[1]*Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine.*
[2]*Andrei Krupynskyi Lviv Medical Academy, Lviv, Ukraine.*
e-mail: andriy.halushka@lnu.edu.ua

Central Enrichment Factory "Chervonogradska" spoil heap is a complex of unique technogenic substrates that create specific conditions for the development of microorganisms. Phylogenetic analysis of bacteria isolated from this spoil heap enables a deeper understanding of their evolutionary origin, adaptation mechanisms, and potential for ecological and biotechnological applications.

Molecular biology methods, such as 16S rRNA gene sequencing, enables the identification of bacteria and the elucidation of their evolutionary relationships. This enables the assessment of their ability to survive in extreme conditions, such as high acidity, the presence of toxic metals, or limited nutrient sources. Phylogenetic analysis also helps identify bacteria that can be used for bioremediation or other environmentally safe technologies.

Strains CEF-2 and CEF-10 of heterotrophic bacteria were isolated from the gray-yellow rock from the Central Enrichment Factory "Chervonogradska" spoil heap. Bacteria were grown in nutrient broth flasks on a rotary shaker or on nutrient agar plates at 27 °C.

Chromosomal DNA was isolated by gentle lysis. Protein purification was performed by salting out with potassium acetate. DNA was precipitated with isopropanol and washed with 70% ethanol. DNA was dissolved in deionized water. The 16S rRNA gene was amplified using universal primers: 27F AGAGTTTGATCCTGGCTCAG and 1492R GGTTACCTTGTTACGACTT. The PCR reaction was performed in a volume of 50 µl in 2 tubes for each strain using Taq polymerase (NEB M0273X). Chromosomal DNA of the strains was used as a template for the PCR reaction. PCR reaction products were analyzed by agarose gel electrophoresis and visualized by ethidium bromide staining. PCR products were gel purified using silica columns and analyzed for DNA concentration and purification quality. Products were sequenced with primers 27F AGAGTTTGATCCTGGCTCAG and 1492R GGTTACCTTGTTACGACTT using a BigDye terminator mix. Fragments were analyzed on an ABI Prism 3130 xl. The resulting nucleotide sequences (two for each sample, corresponding to DNA transcription from primers 27F and 1492R) were analyzed for data quality, assembled into one sequence for each strain, unreliable edges were trimmed, and the sequences were analyzed using BLAST searches in the GenBank database. Nucleotide sequences that had an identity value of more than 99% according to BLAST in the SILVA database were used for phylogenetic reconstruction. Multiple alignment was performed in the ClustalW program. Phylogenetic reconstruction was performed in the MEGA X application using the maximum likelihood method after 1000 bootstrap replications; the nucleotide substitution model was Tamura-Nei+G+I for strain CEF-2 and Kimura 2-parameter+G+I for strain CEF-10.

Strain CEF-2 is a motile catalase-positive aerobe. The results of the phylogenetic analysis showed that these bacteria belong to the genus *Brevibacillus*, their closest relative is *B. nitrificans*. Strain CEF-10 is a pleomorphic immobile catalase-positive aerobe. According to the phylogenetic analysis, it belongs to the genus *Acinetobacter*, its closest relative is *A. lwoffii*.

METAL-RESISTANT MICROORGANISMS AS A KEY TO SOIL RECOVERY AFTER EXPLOSIONS

Hnatush S., Maslovska O., Komplikevych S.

Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine.
e-mail: shnatush1965@gmail.com

Soil damage due to shell explosions is a critical issue for frontline regions of Ukraine. This study assessed the soil microbiome composition from a mortar shell crater 7 months post-explosion and an S-300 large-caliber shell crater one month after impact. The research also aimed to isolate metal-resistant microorganisms with plant growth-promoting properties, which are of promise for developing bio-preparations to facilitate the restoration of damaged soils.

Soil samples were collected in April 2024 from an area near the Rudak village (Sumy region) and near the Lyptsi village (Kharkiv region) from projectile craters (82 mm mortar shell and S-300, respectively) and adjacent (50 m) visually undisturbed control sites. The abundance of culturable microbiota was determined, and 16S rRNA-based metagenomic taxonomy was performed. Bacterial isolates were obtained and characterized using classical microbiological and biochemical methods. The PGP properties of the isolates were evaluated based on their ability to synthesize siderophores, fix N_2, solubilize $Ca_3(PO_4)_2$, and ZnO, as well as to enhance the growth of *Triticum aestivum* cultivar Tybalt.

The soil from the mortar shell crater showed a reduction in bacterial diversity. In the soil from the S-300 crater, alpha diversity indices were similar to those of the undisturbed soil at 50 m, although the number of detected species slightly decreased. The relative abundance of major bacterial phyla changed in the investigated crater soil samples compared to the visually undamaged soil. Specifically, in the crater soil from Rudak, the relative abundance of *Actinobacteriota* and *Proteobacteria* decreased, while *Firmicutes* became the dominant phylum. *Actinobacteria* and *Proteobacteria* were the dominant phyla in both the crater soil from Lyptsi and the undisturbed site. The abundance of sequences identified as *Firmicutes*, *Chloroflexi*, and *Methylomirabilota* decreased in the crater soil compared to the control, while *Acidobacteriota*, *Crenarchaeota*, and *Mixococcota* slightly increased. We isolated bacteria from the studied soil samples and investigated their resistance to heavy metal compounds at significantly higher concentrations than those found in the crater soil samples. Among the 58 isolates from Rudak soil samples, 90% were resistant to 10 mM iron(II) sulfate, 58% to 5 mM cobalt(II) chloride, 12% to 6 mM copper(II) chloride, and 91% and 89% to 0.1% and 0.5% potassium dichromate, respectively. Among the 29 isolates from Lyptsi soil samples, 69% were resistant to 10 mM iron(II) sulfate, 62% to 5 mM cobalt(II) chloride, 93% and 3% to 1 mM and 6 mM copper(II) chloride, respectively, and 90% and 79% to 0.1% and 0.5% potassium dichromate, respectively. Most isolates could synthesize siderophores, while less than half of the tested isolates fixed N_2. Among the metal-resistant microorganisms, strains exhibiting PGP properties (nitrogen fixation, inorganic phosphate and zinc oxide solubilization, cellulase activity, and siderophore production) were selected for further study. Based on morphological, physiological-biochemical, cultural characteristics, and 16S rRNA gene sequence analysis, *Streptomyces* sp. S253, *Bacillus* sp. S304, *Microbacterium* sp. S307, *Kocuria* sp. S309, and *Paeniglutamicibacter* sp. Kh112 were identified. These strains demonstrated PGP properties, including enhancing *T. aestivum* growth when cultivated on the extract from the crater soil.

In conclusion, shell explosions cause changes in the soil microbiome composition at all taxonomic levels. The study successfully isolated microbial strains exhibiting resistance to heavy metals and possessing plant growth-promoting properties. These microorganisms have potential for the development of bio-preparations aimed at the restoration of damaged soils.

This study was conducted within the project “Development of an approach to restore soil fertility in soils affected by hostilities using microbial biological preparations”, state registration No. 0124U000931.

MICROCOSM DESIGN SIMULATING ENVIRONMENT OF MEDIEVAL FRESCOES TO COMBAT HERITAGE BIODETERIORATION BY FUNGI IN SAINT SOPHIA CATHEDRAL, KYIV, UKRAINE

Kravchuk A.[1,2], Skorochod I.[1], Fomina M.[1]

[1]*D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
[2.] *Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine.*
e-mail: kravchuk.alona1@gmail.com

Fungi play tremendous role in heritage biodeterioration, manifesting extraordinary adaptability and extremophily, for example extreme xerophily in the indoor cultural heritage environments. Effective fight against fungal invasion requires deep understanding of various factors that may affect the process, and development of specific experimental approaches for each case.

The aim of this study was to design experimental microcosm simulating medieval frescoes in order to develop their specific antifungal treatment against xerophilic aspergilli causing dark-spotted biodeterioration.

Xerophilic *Aspergillus vitricola* isolate from dark-spots was used as a model fungus grown on medium mixed with ground medieval plaster in 6-well cell culture plates. Scanning electron microscopy (SEM), image analysis (ImageJ/Fiji), one-way ANOVA (MINITAB), spectrometry were used.

Plaster concentration significantly affected the microcosm colonization area by fungi. The increase in the colonization area at the plaster concentrations from 15 to 120 g/L occurred due to the increase of the marginal zone width of the colony with very sparse mycelium, where the modular growth strategy of the mycelial system shifted from dense phalanx growth to explorative guerrilla mode. SEM revealed endolithic behaviour, biogeochemical activity and great flexibility of morphological strategies of *A. vitricola* growth on plaster. Plaster content also influenced the total phenolic concentration. The colony colouration was significantly darkening with increasing plaster concentration: at concentration 2000 g/L the pixel brightness values of fungal colony was 1.3-fold lower compared to plaster-free control colonies. The presence of plaster in the medium was leading to the sharp decrease of the green component of the colony colouration, in contrast to the red and blue components which were declining only after plaster concentration reached 250 g/L.

Medium with 2000 g/L plaster appeared to be the best in simulating the original plaster features, and colour/brightness of colony grown on it were similar to the dark-spots on the cathedral walls. This microcosm variant was chosen for further studies where the effect of ethanol treatment on fungi was tested. Ethanol treatments caused increased conidiogenesis and hyphal aggregation during fungal recovery in the affected areas.

The microcosm simulating medieval fresco environment was specifically designed for testing various antifungals prior to their application on biodeteriorated walls *in situ*.

BIOLUMINESCENCE OF *PHOTOBACTERIUM PHOSPHOREUM* IMV B-7071 UNDER WEAK ELECTROMAGNETIC FIELDS OF EXTREMELY LOW AND HIGH FREQUENCIES

Martynyuk V.S.[1], Gromozova O.M.[2], Hretskyi I.O.[2], Tseyslyer Yu.V.[1], Dyrenko D.I.[2]
[1]*Institute of Biology and Medicine of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine*
[2]*D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine.*
e-mail: vittorio.martini.office@gmail.com, gren.elen@gmail.com

The bioluminescent reaction of *Photobacterium phosphoreum* IMV B-7071 serves as a sensitive indicator of the metabolic activity and functional state of bacterial cells. Its bioluminescence is affected by exposure to powered radiofrequency electromagnetic irradiation. However, the sensitivity of these photobacteria to extremely low-intensity microwave irradiation (ELIMI) and extremely low-frequency electromagnetic fields (ELF-EMF) remains poorly understood and is still a subject of scientific discussion. The aim of this study was to investigate the intensity of bioluminescence in *P. phosphoreum* IMV B-7071 under the influence of ELIMI and ELF-EMF. Bioluminescence studies were performed in liquid media of standard composition. Baseline bioluminescence levels were recorded digitally and processed using the ImageJ software. Temperature measurements were taken both within the bacterial suspension and at the bottom of the container using a thermocouple with an accuracy of ±0.1°C. Surface temperature was monitored using a thermal imaging camera (Topdon TC001). ELIMI exposure was conducted at a wavelength of 7.1 mm (42.2 GHz) and an intensity of 20 mW/cm². ELF-EMF exposure was applied at 7.85 Hz and 100 μT in a short-term exposure mode, following intense hydrodynamic stirring of the bacterial suspension. This stirring triggered a burst of luminescence, followed by a gradual decline to baseline levels. Bacterial luminescence is an oxygen-dependent process, and in control experiments, the oxygen concentration decreased from 3.27 mg/L to 3.01 mg/L. Dissolved oxygen levels were measured using the VisiFerm 845 DO ARC sensor (Hamilton). The magnetic component of ELF-EMF was monitored using a Hall sensor. The bioluminescence intensity of *P. phosphoreum* in aqueous solutions gradually increases, peaking around the second day of incubation, followed by a slow decline. Accordingly, electromagnetic exposure was applied during this peak bioluminescent period. During one-hour microwave irradiation via a waveguide, a minor increase in the temperature (2–3 °C) was observed at the center of the bacterial suspension. This temperature elevation occurred within the first few minutes and then stabilized. The microwave exposure and associated temperature rise did not alter the overall baseline bioluminescence intensity. However, it did induce distinct changes in the spatial distribution of luminescence, particularly associated with the formation of dendritic patterns. Luminescence in the central region of the Petri dish rapidly diminished and remained suppressed during exposure. Concurrently, luminescence intensified at the periphery, forming a spatially organized toroidal ("torus-like") pattern. After turning off of microwave exposure, the spatial distribution of luminescence reverted to its initial configuration, with restoration of the dynamic dendritic structure. Exposure to ELF-EMF following hydrodynamic stirring, which induced an initial burst of luminescence—resulted in a statistically significant increase (by 10–15%) in the baseline bioluminescence intensity. ELIMI did not affect the total background luminescence of *P. phosphoreum*, but small local temperature gradients led to the formation of dissipative structures in the bacterial suspension. This phenomenon can be explained by the Benard-Marangoni hydrodynamic effect resulted in separation of phases with different surface tension. The surface tension depends on both temperature and the presence of surface-active compounds, which are known to be produced by bacteria in order to protect them and to facilitate their movement in the water environment. *P. phosphoreum* also is sensitive to ELF EMF influence, showing a biological efficiency of this physicsl factor within 15% of the control values. Photobacteria is convenient model for further experimental verification of the hypothesis regarding the electromagnetosensitivity of microbial populations.

PLANT GROWTH-PROMOTING PROPERTIES OF MICROORGANISMS ISOLATED FROM DIFFERENT BIOTOPES

Maslovska O., Komplikevych S., Hnatush S.
Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine.
e-mail:olha.maslovska@lnu.edu.ua

Microorganisms play a pivotal role in stimulating plant growth. Their interaction with plants enhances nutrient availability and adaptation to adverse conditions. In the work, we studied the plant growth-promoting properties of 15 bacterial strains isolated by the staff of the Department of Microbiology at Ivan Franko National University of Lviv from diverse Antarctic substrates and leachates from the Lviv solid waste landfill.

Among the 15 studied bacterial strains, six (*Paenarthrobacter* sp. 2B-in-78, *Pseudomonas* sp. 3B-in-57, *Pseudomonas yamanorum* 9.9_102, *Pseudomonas arsenicoxydans* 89-1T-89, *Pseudomonas* sp. EO1, *Pseudarthrobacter* sp. 2B-K-54) exhibited the ability to fix molecular nitrogen. Five strains (*P. yamanorum* 79A-102, *Pseudomonas* sp. 3B-in-57, *P. yamanorum* 9.9_102, *Lysinibacillus* sp. Km8, and *Pseudomonas* sp. EO1) were capable of solubilizing ZnO, and four strains (*Paenarthrobacter* sp. 2B-in-78, *Paenibacillus tundrae* 5A_101, *Ochrobactrum rhizosphaerae* K3, and *Pseudarthrobacter* sp. 2B-K-54) produced cellulases. The highest ZnO solubilization index (4.0±0.33) was observed for *P. yamanorum* 79A-102, with slightly lower indices for *Lysinibacillus* sp. Km8 (1.6±0.2), *Pseudomonas* sp. 3B-in-57 (1.6±0.2), *P. yamanorum* 9.9_102 (1.06±0.2), and *Pseudomonas* sp. EO1 (1.06±0.2). The cellulase activity index of the strains ranged from 9.6 to 11.5. Notably, three *Pseudomonas* strains isolated from different Antarctic substrates (*Pseudomonas* sp. 3B-in-57, *P. yamanorum* 9.9_102, *Pseudomonas* sp. EO1) demonstrated the combined ability to fix molecular nitrogen, solubilize ZnO, and synthesize cellulases. All tested bacteria synthesized siderophores and auxin-like compounds.

The highest siderophore content was detected in the culture medium of *O. rhizosphaerae* K3 (30.4±0.91 conditional units/g dry cell weight). *P. yamanorum* 79A-102, *Paenarthrobacter* sp. 2B-in-78, *Flavobacterium* sp. 2B-in-99, *Pseudomonas* sp. 3B-in-57, and *P. yamanorum* 9.9_102 synthesized 3.0 to 7.0 conditional units/g dry cell weight of siderophores, while all other studied strains produced over 10.0 conditional units/g dry cell weight. The highest content of auxin-like compounds was found in the culture medium of *Pseudarthrobacter* sp. 2B-K-54 (7.64±1.14 µg/g dry cell weight). *Flavobacterium* sp. 2B-in-99, *O. rhizosphaerae* K3, and *Lysinibacillus* sp. Km8 synthesized auxin-like compounds at concentrations of 1.1±0.01, 1.9±0.03, and 1.5±0.02 µg/g dry cell weight, respectively. In the culture medium of other strains, the concentration of auxin-like compounds ranged from 0.1 to 0.46 µg/g dry cell weight. Seed bacterization with plant growth-promoting bacteria represents a promising approach to enhance the quality of agricultural production. Bacterization of *Triticum aestivum* cultivar Tybalt seeds with the studied bacteria resulted in increased seed germination. The most significant positive effects on germination were observed with *Pseudomonas* 3B-in-57, *Lysinibacillus* sp. Km8, and *P. yamanorum* 79A-102. Furthermore, seed bacterization with bacterial consortia, specifically *Lysinibacillus* sp. Km8 and *P. arsenicoxydans* 89-1T-89, *P. yamanorum* 79A-102 and *Pseudarthrobacter* sp. 2B-K-54, and *P. yamanorum* 79A-102 and *Arthrobacter* sp. E35, improved seed germination. The application of consortia *Lysinibacillus* sp. Km8 and *Arthrobacter* sp. E35, as well as *P. yamanorum* 79A-102 and *Pseudarthrobacter* sp. 2B-K-54, led to an increase in chlorophyll content in the leaves of seedlings.

The results demonstrate the prospects of using bacteria isolated from various extreme biotopes to improve plant growth in unfavorable conditions.

This study was partially conducted under the State Target Scientific and Technical Research Program in Antarctica for 2011–2025 and within the project “Development of an approach to restore soil fertility in soils affected by hostilities using microbial biological preparations”, state registration No. 0124U000931.

ANTAGONISTIC ACTIVITY OF BACTERIA ISOLATED FROM THE CENTRAL ENRICHMENT FACTORY "CHERVONOGRADSKA" SPOIL HEAP

Meniv N.P.[1,2], Halushka A.A.[1], Thor A.K.V.[1], Zakharchuk Kh.S.[1], Makaryk A.I.[1], Hnatush S.O.[1]

[1]*Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine.*
[2]*Andrei Krupynskyi Lviv Medical Academy, Lviv, Ukraine.*
e-mail: vinemoe@ukr.net

Spoil heaps, formed as a result of the activities of the Central Enrichment Factory "Chervonogradska", pose a serious environmental problem. They not only change the landscape, but also potentially threaten the environment through dust, acidic drainage and other negative factors. In this context, bacteria with antagonistic activity, isolated from such heaps, have significant potential for environmental solutions.

Research into the microbiota of waste heaps shows that certain types of bacteria can contribute to bioremediation - the natural process of cleaning contaminated environment. Their ability to interact with other microorganisms and organic substances opens up prospects for use in neutralizing toxic components that pollute soils and water resources. The antagonistic activity of bacteria can also help inhibit the reproduction of pathogenic organisms that can spread in such biotopes. Such bacteria can be used to combat phytopathogens or to optimize the processes of biodegradation of organic substances.

Therefore, the study of these bacteria not only makes it possible to reduce the environmental load on technogenic objects, but also contributes to the development of sustainable biotechnologies that help preserve natural resources and contribute to environmental safety.

The antagonistic activity of heterotrophic bacteria isolated from black and gray-yellow rock from the the Central Enrichment Factory "Chervonogradska" spoil heap was studied using the agar plug method. Strain CEF-1, isolated from gray-yellow rock, has a low level of antagonistic activity against the bacteria *Escherichia coli* B-4-E, *Proteus vulgaris* B-26-Pr, *Serratia marcescens* B-23-S, *Staphylococcus epidermidis* B-16-St and does not show antagonistic activity against *Citrobacter freundii* SR35 and fungi *Aspergillus brasiliensis* ATCC 9642 and *Hanseniaspora uvarum* ATCC 10639. Strain CEF-9 has a low level of antagonistic activity against fungi *H. uvarum* ATCC 10639 and did not show antagonistic activity against the bacteria *E. coli* B-4-E, *E. coli* 113-3, *E. coli* ATCC 25922, *P. vulgaris* B-26-Pr, *S. marcescens* B-23-S, *C. freundii* SR35, *S. epidermidis* B-16-St, *Staphylococcus aureus* B-17-St and fungi *A. brasiliensis* ATCC 9642. Bacteria *Acinetobacter* sp. CEF-10 showed a low level of antagonistic activity against *E. coli* ATCC 25922 and had no activity against other tested test cultures.

Strain CEF-11, isolated from black rock, has a medium level of antagonistic activity against *S. epidermidis* B-16-St and low activity against all other test cultures, except *S. aureus* B-17-St and *A. brasiliensis* ATCC 9642, against which it is inactive. Bacteria *Streptomyces* sp. CEF-12 have low activity only against *S. marcescens* B-23-S, *C. freundii* SR35, *S. epidermidis* B-16-St. Strain CEF-17 has a medium activity against *S. epidermidis* B-16-St and low activity against *E. coli* B-4-E and *C. freundii* SR35.

Thus, strains CEF-11 and CEF-17, isolated from black rock, showed the greatest antagonistic activity among the studied ones. *S. epidermidis* bacteria are the most sensitive to them.

STUDY OF ANTIBACTERIAL EFFECT OF MICROELEMENTAL PESTICIDES ON BACTERIAL PATHOGENS OF SOYBEAN

Novalska V., Hnatiuk T.

D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine.
e-mail: novalska.valeriia@gmail.com

In agriculture, chemical pesticides are still used to control plant diseases, which can lead to negative consequences. For example, they can have a negative impact on soil bacteria, plants, animals and even human health, being toxic and non-degradable. As a more environmentally friendly option, there may be pesticides based on nano- and microparticles, which are safer due to lower environmental toxicity.

The purpose of the study was to investigate the antibacterial effect of microelemental drugs on phytopathogenic bacteria.

In the experiment, we used collection phytopathogenic strains *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* IMV B-9176 (ICMP 2189), *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* IMV B-9192 and *Pantoea agglomerans* IMV B-9229; microelemental pesticides "Dobrodiy Micro" based on chelated organic acids with the ions of Cu, Zn, Mn and Co; "Dobrodiy Comfort" based on aquachelates of the ions of S, Se and I; a chemical fungicide of systemic action based on mancozeb, which has bactericidal effect on phytopathogenic bacteria.

The antibacterial effect was determined by co-cultivation of bacteria with the drugs. Microelemental pesticides were added to LB liquid nutrient medium at the following recommended doses: 150 µl of "Comfort" and 500 µl of "Micro" per 9 ml of medium; then 1 ml of bacterial suspension was added to the medium with the pesticides. "Comfort" and "Micro" were added separately and in combination, as they are recommended to be added together. The mancozeb-based fungicide as a positive control was diluted in the medium at the recommended dose of 0.05 g per 10 ml of liquid. As a negative control, the bacteria were inoculated into LB without the addition of any drugs. Then they were cultured for 18-24 h at 27-28°C, titrated tenfold and inoculated with 100 µl of the suspension per dish. After 18-24 h, the IMV B-9176 and IMV B-9229 strains were recorded, and after 72 h, the IMV B-9192 strain was recorded, as it requires more time for cultivation. Colonies were counted and the results compared.

The highest antibacterial efficiency among the microelemental pesticides was demonstrated by "Dobrodiy Micro": it showed a high inhibitory effect on the growth of phytopathogenic bacteria. In all variants, there was no growth of colonies, as well as in the presence of a mancozeb-based fungicide in the medium, which served as a positive control. "Dobrodiy Comfort" showed a worse antibacterial effect, although it had a bacteriostatic effect on phytopathogenic strains. A decrease in the number of bacterial colonies was observed in comparison with the negative control. For example, the number of CFUs of IMV B-9176 was reduced by about 20 times, IMV B-9229 by 4.5 times, and for IMV B-9192 by 130 times. The better effect of "Micro" can be explained by the presence of metal ions in the pesticide, which inhibit bacterial growth more effectively than the ions of non-metals such as I, Se and S in "Comfort" due to their higher chelating effect. The combined effect of the drugs also caused the growth of bacterial colonies to cease.

The microelemental pesticide "Dobrodiy Micro" showed a bactericidal effect at the same level as the mancozeb-based fungicide, causing a complete cessation of bacterial growth in the medium with their addition, and the microelemental pesticide "Dobrodiy Comfort" showed a bacteriostatic effect against phytopathogenic bacteria *P. savastanoi* pv. *glycinea* IMV B-9176 (ICMP 2189), *X. axonopodis* pv. *glycines* IMV B-9192 and *P. agglomerans* IMV B-9229.

THE ROLE OF LEGUME-RHIZOBIAL SYSTEMS IN AGROPHYTOCENOSES

Patyka V.P.[1], Petrychenko V.F.[2], Kolisnyk S.I.[2], Kobak S.Ya.[2],
Patyka M.V.[3], Kalinichenko A.V.[4]

[1]*D.K. Zabolotnyi Institute of Microbiology and Virology of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine.*
e-mail: patykavolodymyr@gmail.com,
[2]*Institute of Feed Research and Agriculture of Podillia of NAAS of Ukraine, Vinnytsia, Ukraine.*
[3]*National University of Life Resources and Environmental Management, Kyiv, Ukraine.*
[4]*Faculty of Natural Sciences and Technologies, University of Opole, Opole, Poland.*

Agricultural production is becoming increasingly dependent on factors that are being changed under the influence of environmental factors. In this regard, optimization of the nature management strategy and its continuous improvement to prevent negative consequences are of particular importance. One of the most important links in solving this problem is the optimization of biological processes in the soil. Ways to solve the problem: optimization of the structure of sown areas and plant production; creation of legume varieties with active symbiotic nitrogen fixation; application of innovative technologies; biologization of agricultural systems; improvement of the quality and safety of plant products. We have established that the efficiency of biological systems makes up (%): in peas –53, alfalfa –85, beans –90, soybeans –95, vetch –115, clover –160. The average size of symbiotic nitrogen fixation and its entry into the soils of Ukraine, in particular the amount of nitrogen fixation (kg of nitrogen per ha per year), remaining nitrogen in the soil (kg/ha), equivalent to the dose of mineral fertilizers (kg/ha) for legumes (peas, soybeans, vetch, lentils) make up, respectively, 50-90, 10-20, 25-35; for perennial leguminous grasses (alfalfa, clover, sainfoin, cowpea) – 90-280, 60-120, and 150-200 respectively. For the first time, molecular genetic methods have established that a gram of forest soil contains 4 × 10^7 prokaryotic cells, while one gram of agricultural soils –$2x10^9$ones. The amount of PCR product of prokaryotes (biomass in the soil) when growing legumes is constant and in crop rotation with the use of mineral fertilizers (real-time PCR, primer EU_3 before harvesting) make up (nanograms): in soybean, pea, clover when grown constantly – respectively, 0.008; 0.002; 0.003; in the specified crops when grown in crop rotation–0.030; 0.018; 0.040respectively. The productivity of legumes under the condition of effective plant-microbial interaction is given below (*C – Control; I – Inoculation):

	pea	soybean	vetch	alfalfa
			(green mass)	
	*C/I	*C/I	*C/I	*C/I
average yield, c/ha	32.7/35.8	22.9/27.2	20.6/22.1	362.1/420.0
protein content (CDS)	22.1/24.4	35.4/37.3	26.4/27.3	17.8/20.1
% protein yield, kg/ha	723/873	810/1014	544/603	6443/8442
Increase to control, %	20.7	25.2	10.8	31.0

Thus, legume-rhizobial systems ensure the biologization of agroecosystems in Ukraine, in particular, an increase in the productivity potential of legume crops by 1.5-5.0 c/ha, or from 630 to 2,100 UAH/ha, an increase in the protein content in grain from 34 to 40%, optimization of the sown areasstructure, or an increase in the profitability of crop rotations from 38 to 55%. The introduction of new high-yielding varieties of legumes with the increased nitrogen-fixing potential guarantees a yield increase by more than 12% and, on an area of 1 million hectares, provides an economic effect of 800 million UAH or more. The targeted creation of legume-rhizobial systems and their widespread use in modern agriculture in Ukraine ensures the maximum realization of the potential of high-yielding varieties of legumes. Innovative technologies are cost-effective, competitive, and environmentally friendly.

MICROORGANISMS OF BACTERIAL MATS IN THE FRESHWATER LAKES IRIZAR AND URUGUAY (MARITIME ANTARCTICA)

Peretyatko T. B.[1,2], Berest A. P.[1], Zelenchuk M. Ya.[1]

[1]*Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine.*
[2]*State Institution "National Antarctic Scientific Center", Kyiv, Ukraine.*
e-mail: taras.peretyatko@lnu.edu.ua

Bacterial mats of freshwater lakes in Maritime Antarctica are complex microbial consortia formed under the influence of extreme environmental factors, including low temperature, increased ultraviolet radiation, limited availability of organic carbon, and specific hydrochemical conditions. These micro-ecosystems play a pivotal role in the biogeochemical processes of terrestrial environments. A crucial aspect of their functioning is the species and functional composition of the bacterial communities, which determines their capacity to solubilize mineral compounds, degrade organic matter, and maintain ecological balance in these unique systems.

The objective of study was to determine the abundance of trophic groups of bacteria within bacterial mats from freshwater lakes of the maritime Antarctic and to analyze their taxonomic diversity using metagenomic analysis. In addition to quantifying and characterizing the taxonomic composition of various bacterial groups in these biotopes, the study also further sought to identify the dominant microbial taxa and to evaluate the effects of local abiotic factors on the structure and distribution of bacterial communities.

To assess the species composition of the microbial communities, metagenomic DNA was extracted and the V3–V4 variable region of the 16S rRNA gene was sequenced. Molecular-genetic analysis revealed taxonomic heterogeneity among the lakes. In bacterial mats collected from a freshwater lake on Irizar Island, cyanobacteria of the genera *Tychonema* (13–32%) and *Leptolyngbya* (5.5–17%) predominated. In contrast, bacterial mats from freshwater lakes on Uruguay Island were dominated by representatives of the genus *Pseudomonas* (10–19%).

A quantitative assessment was conducted for copiotrophic, oligotrophic, cellulolytic, phosphate-solubilizing, and zinc-solubilizing bacteria. The methodological framework of the study involved the use of selective nutrient media to differentially quantify the aforementioned ecological-trophic groups of microorganisms. Bacterial abundance was determined after 7–10 days of cultivation on R2A, TSA, KM-cellulose medium, Pikovskaya's medium, and mineral MSM medium supplemented with ZnO.

Bacterial counts in three samples ranged from 10^2 to 10^4 CFU/g of dry bacterial mat from a freshwater lake on Irizar Island. Phosphate-solubilizing bacteria were the most abundant group, with their numbers exceeding those of copiotrophic bacteria by 2.5 to 10 times. In bacterial mats from a freshwater lake on Uruguay Island, bacterial abundance ranged from 10^1 to 10^3 CFU/g of dry bacterial mat. The dominant group consisted of microorganisms capable of solubilizing orthophosphate ions. The concentration of orthophosphate ion in the water was higher than that observed at Irizar Island. Zinc-solubilizing bacteria were the least abundant group.

These findings highlight significant variations in bacterial abundance and diversity among lake ecosystems, pointing to the influence of local environmental factors on microbial community structure. The obtained results also demonstrate the dominance of phosphate-solubilizing bacteria, indicating active biogeochemical phosphorus transformations and their potential impact on the ecological balance of the lakes.

NEW LONG-READ SEQUENCING TECHNOLOGIES REVEAL INSIGHTS INTO INTERACTIONS AND ADAPTABILITY OF MICROBIAL COMMUNITIES

Reva O.N.

Centre for Bioinformatics and Computational Biology (CBCB), BGM, University of Pretoria, South Africa.

Advances in third-generation sequencing technologies, such as Single Molecule Real-Time (SMRT) sequencing and Oxford Nanopore Technologies (ONT), have revolutionized metagenomic studies by enabling the generation of long DNA reads from environmental samples. While traditional sequencing methods have provided valuable insights into microbial diversity, they often fail to capture the intricate genomic and epigenetic mechanisms governing microbial interactions.

In this study, we demonstrate the advantages of third-generation sequencing by profiling microbial communities in a wheat field in South Africa's Western Cape province. Soil samples were collected in August, October, and November 2023, spanning a climatic gradient from heavy rains and flooding in August to extreme heat and drought in November. This approach allowed for the comprehensive reconstruction of microbial interactions, identification of key bacterial taxa contributing to soil fertility, and assessment of species-specific responses to abiotic stress at both genomic and epigenetic levels. Network analysis revealed complex interspecies interactions, with positive and negative associations shaping microbial community structure. Notably, certain bacterial taxa, such as *Pseudomonas fluorescens*, *Flavobacterium pectinovorum*, and *Flavobacterium aquicola*, thrived under wet conditions but exhibited oxidative stress during drought, as indicated by an increased frequency of oxidized guanine residues in their chromosomal DNA. In contrast, *Amycolatopsis camponoti* and some uncultured *Alpha-proteobacteria* and *Actinomycetota* struggled during flooding but flourished under arid conditions. By enabling species-level identification and detailed genomic/epigenetic analysis, long-read SMRT sequencing serves as a powerful tool for investigating how bacterial taxa within a community respond to abiotic stress. These findings can inform the development of targeted microbial inoculants to enhance agricultural resilience amid changing climatic conditions. Additionally, this study introduced novel computational tools and biostatistical approaches for modelling microbial community networks and predicting/visualizing the distribution of oxidized guanine residues along metagenome-assembled contigs.

Acknowledgements:

The author acknowledges funding provided by the Horizon Europe research and innovation programme under grant agreement Nº 101084485 for the TRIBIOME Project (https://www.tribiome.eu/) and the South African National Research Foundation Competitive Programme Grant for Rated Researchers (CPRR23030981722).

THE CHANGES IN PATHOGENIC PROPERTIES OF BACTERIA UNDER THE INFLUENCE OF STRESS FACTORS

Shylina J.V.[1], Molozhava O.S.[2], Litvinov S.V.[1], Zhuk I.V.[1], Shevchenko J.I.[3]
[1]*Institute of Cell Biology and Genetic Engineering of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine.*
[2]*Educational and Scientific Centre "Institute of Biology and Medicine" of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine.*
[3]*Syngenta GA, Switzeland*
e-mail: omolozhavaya@ukr.net

It is known that the influence of anthropogenic factors, e.g. ionising radiation, changes the microenvironment structure, their properties and the dominance of certain groups of microorganisms. Naturally, the number of high-resistant forms of fungi and bacteria increases under unfavourable conditions. These microorganisms belong to pathogenic opportunistic ones, and their resistance is against harmful factors. Such changes are adaptive and supplied by genetic and epigenetic mechanisms of population. Obviously, there are ways for regulation of the expression of pathogenicity factor genes, so the damage-associated signals are mediated by the regulatory and signal transduction systems of pathogen cells. It is considered that one kind of adaptive remodelling signals in bacteria is production of the reactive oxygen species (ROS) by both the host and bacteria cells. The host organisms produces ROS after the contact with the pathogen and bacteria act like that under stress conditions. The stress-mediated modification is due to pathogenicity factors characterized by non-specific cytotoxicity, immunosuppression and antagonism towards different taxonomic organisms.

In our previous research, we established in long series of experiments that aggressiveness increased with acute gamma irradiation and UV-B irradiation and was more expressed in the polyspecific strain *Pectobacterium carotovora* subsp. *carotovora* IMB 8418, determined by the modification of the pectinolytic activity of the bacteria. It is shown that UV-B irradiation and chronic gamma irradiation of phytopathogenic and saprophytic strains of *Pseudomonas aeruginosa* lead to the modification of their phytotoxicity and the production of pigments with redox properties (pyocyanin, pyomelanin). These effects depend on the specialization of the bacterial strain. It is determined that the effect of chronic gamma irradiation was on the phytoimmunomodulatory properties of surface structures – lipopolysaccharides of *P. aeruginosa* strains.

For this research, bacteria were selected from plant samples collected on the radioactive field located 5 km from the Chernobyl Nuclear Power Plant. The most significant finding is that bacterial isolates obtained from areas contaminated by radionuclides demonstrated high level of biochemical activity. The presence of catalase, the production of significant quantities of mucus, and the development of capsules were observed to be characteristic features of bacteria from radionuclide-contaminated plant samples. The majority of bacterial isolates from the contaminated territory had the exceedingly higher pathogenicity level than one of isolates from non-contaminated plant samples. The results indicate that there is a tendency for bacteria from the enterogroup close to conditionally pathogenic forms (polybiotrophs, pathogens of opportunistic infections) dominate in microflora of plants from the radiation contamination zone. This tendency is also supported by the results of related researches. Notably, a bacterial isolate was obtained from an aseptic culture of leaves and seedlings of *Nicotiana tabacum cv Bright Yellow* in vitro and identified as *Aeromonas salmonicida* (Litvinov, Potrohov, 2018). The bacterium was gram-negative, a facultative anaerobe, catalase- and oxidase-positive. It demonstrated S-R dissociation in response to stress factors such as temperature and ionizing radiation with the capacity for fluorescence and secretion of melanin-like, yellow-brown, and red pigments. The strain isolated from leaf explants did not possess phytopathogenic properties; however, X-ray irradiation with a dose interval of 10-30 Gy significantly increased the frequency of pathogenic transformation of the isolated bacterial strain *Aeromonas salmonicida*, which was reversible.

ANTAGONISTIC ACTIVITY, ANTIOXIDANT PROPERTIES OF NEW *STREPTOMYCES*. SP. ISOLATES AND WHOLE-GENOME SEQUENCING OF PROMISING CANDIDATE

Sylchuk A., Loboda M.

D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine.
e-mail: andriisylchuk@imv.org.ua

Streptomycetes synthesize a wide range of bioactive substances, including antibiotics. Phytopatogenic fungi lead to significant crop losses. Antioxidants reducing oxidative stress and improve plant growth and yield. Therefore, this work aimed to screen streptomycetes for antagonistic activity against phytopathogenic *fungi*, determine the content of polyphenolic compounds in ethanolic biomass extracts of streptomycetes and conduct whole-genome sequencing of the most promising isolate.

Cultivation of *Streptomyces* isolates was conducted under submerged conditions, and the agar double-layer technique was employed for antagonistic bioassays. Obtained ethanolic extracts were also tested against phytopathogenic fungi species. The content of polyphenolic compounds in ethanolic biomass extracts was determined using a colorimetric method based on the Folin-Ciocalteu reagent reaction. Whole-genome sequencing was performed using Illumina NovaSeq. A neighbor-joining tree was constructed using MEGA11 with the bootstrap method (1.000 replications).

The highest antagonistic activity against *Sclerotinia sclerotiorum* SSC21 was demonstrated by *Streptomyces sp. 13* (with an inhibition zone of 6.5 mm). *S. sp.13* was the most effective against *Bipolaris sorokiniana* TR1 (with an inhibition zone of 7.7 mm). *Fusarium solani* TR1 was mostly inhibited by *S. sp.* K1 (5.7 mm), *F. oxysporum* TR1 was strongly inhibited by *S. sp.* K1 (9.7 mm), *Alternaria arborense* TR1 – by *S. sp.* 13 and K1 (5 mm and 15.7 respectively), *B. sorokiana TR2* – by *S.* sp. 13 and K1 (6 mm and 17.7 mm respectively), *F. oxysporum* DSM 21731 – by *S.* sp. 85 and *S. sp.* K1 (6.7 mm and 7.7 mm respectively), *F. culmorum* DSM 21713 was largely suppressed by *S. sp.* K1 (11.7 mm), *F. graminearum* DSM 21727 was inhibited by *S.* sp. 13, 34, 89 and K1 (11 mm, 6.3 mm, 5.7 mm, and 12 mm respectively). *Rhizoctonia solani* DSM 22880 was inhibited by *S.* sp. K1 (9.7 mm). The growth of *Aspergillus niger* ATCC 6275 was markedly impeded by *S.* sp. 13 (5.7 mm). Biomass extracts of *S.* sp. 13, 34, and 89 significantly inhibited *B. sorokiniana* TR1 with the inhibition zones of 9 mm, 14.7 mm, and 14.3 mm respectively. Supernatants of the culture liquids of these isolates exhibited slightly lower bioactivity, with the inhibition zones of 13.7 mm, 8.7 mm, and 7.7 mm, respectively. The culture liquid of *S.* sp. 89 inhibited *F. solani* TR1 with an inhibition zone of 5 mm. Ethanolic biomass extract of *S.* sp. 34 and 89 inhibited *A. arborense* TR1, biomass extracts of *S. sp*. 34 and 89 inhibited *F. culmorum* DSM 21713 and biomass extract of *S.* sp. 34 and 89, as well as the culture liquid of *S.* sp. 89 inhibited *R. solani* DSM 22880. The content of polyphenolic compounds in ethanolic biomass extracts of *S.* sp. 13 and 89 – 0.129 mg/mL and 0.026 mg/mL ethanol extract of biomass.The genome of *S.* sp. 89 consists of approximately 8.48 million base pairs, comprising 57 distinct sequences, with a GC content of 71.5%. Based on 16S rRNA analysis using NCBI BLAST, it shares the highest similarity with strains of *Streptomyces anulatus*, *S. cyaneofuscatus* and *S. durocortorensis* (100% identity). The antiSMASH analysis identified 36 biosynthetic gene clusters (BGCs) responsible for the biosynthesis of secondary metabolites, including ectoine (100%), AmfS (100%), melanin (100%), naringenin (100%), coelichein (90%), geosmin (100%), alkylresorcinol (100%), etc.

The newly isolated *Streptomyces* spp. were determined as an effective antagonist of phytopathogenic fungi. Its broad biosynthetic potential makes it promising for biotechnological applications.

BIOFILM BIOMASS OF SULPHATE-REDUCING BACTERIA ON THE SURFACE OF POLYPROPYLENE UNDER THE INFLUENCE OF PARACETAMOL

Tkachuk N.V[1], Zelena L.B.[2], Novikov Ya.E.[1]

[1]T.H. Shevchenko National University "Chernihiv Colehium", Chernihiv, Ukraine.
e-mail: n.tkachuk@chnpu.edu.ua; y.novilov@chnpu.edu.ua
[2]D.K. Zabolotny Institute Microbiology and Virology NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine.
e-mail: zelena@nas.gov.ua

Bacterial biofilms form on natural and artificial materials and play a critical role in their biodegradation/biodamage (Andreiuk et al., 2005; Kanematsu & Barry, 2015; Gu, 2018; Gulizia et al., 2024). Environmental pollution with chemical compounds can affect the processes of bacterial biofilm formation (de Araújo & de Oliveira, 2020). In particular, paracetamol, one of the most popular medications (Freo et al., 2021), has been found in the environment (Al-Kaf et al., 2017).

We have previously shown that the medical preparation "Infulgan", containing paracetamol (10 mg/mL), at a concentration of the latter 0.2% in the nutrient medium, did not affect the biomass of the biofilm of sulfate-reducing bacteria of the *Desulfovibrio oryzae* strain NUChC SRB1 formed on the surface of steel samples, but increased the rate of the corrosion process (Tkachuk et al., 2025). Given that microbial communities involved in the biodegradation/biodamage of materials also develop on artificial polymeric materials, the aim of this work was to study *in vitro* the biomass of the *D. oryzae* NUChC SRB1 biofilm on the surface of polypropylene in the presence of paracetamol.

The study used a 5-day culture of sulfate-reducing bacteria *D. oryzae* NUChC SRB1 (accession number in GenBank is MT102713.1) (Tkachuk et al., 2020) with a turbidity of 0.5 McFarland (in sterile 0.85% NaCl). The studied bacterial culture was grown in liquid Postgate's "C" medium in 5 ml Eppendorf tubes under anaerobic conditions at a temperature of 29 ± 2 °C for 35 days. The experiment was carried out without the addition of bacterial culture and paracetamol (sterility control), with the addition of only culture (culture control) and with the addition of culture and paracetamol (experiment). A sterile solution of the medical preparation "Infulgan" (10 mg of paracetamol in 1 mL of solution) was used as a source of paracetamol. The final concentration of paracetamol in the culture medium was 0.2% (w/v). To assess the biomass of the formed biofilm after the incubation time, the contents of the polypropylene tubes were poured out, and their inner walls were treated and stained with crystal violet according to the method described earlier (Tkachuk & Zelena, 2024). The number of parallel repetitions of the study was 4. The results of the study were statistically processed using the Microsoft Excel 2010 program.

It was found that the mass of crystal violet dye that stained sterile polypropylene was 0.84±0.10 mg/L. The biomass of the biofilm formed by the studied culture in the absence of paracetamol was 2.17±0.20 mg/L. In the presence of paracetamol, no significant differences in the biomass of the bacterial biofilm were observed - it was 2.95±0.42 mg/L. The results obtained are consistent with previously obtained data that a 0.2% solution of paracetamol does not affect the biomass of the *D. oryzae* NUChC SRB1 biofilm on the surface of an artificial material such as steel (Tkachuk et al., 2025). Considering that the content of paracetamol in wastewater is 0.7×10^{-8}–0.246×10^{-4}% (Al-Kaf et al., 2017), it is important to investigate the biodegradation processes of artificial materials (plastics, steel) at such concentrations of this pollutant. The obtained data will allow a deeper understanding of the mechanisms of interaction between environmental pollutants and microbial communities that form biofilms.

IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE DEVELOPMENT OF CEREALS AND LEGUMES AFFECTED BY PHYTOPLASMAS

Tokovenko I.P.

D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine
e-mail: iryna.petr.ol@gmail.com

A decrease in the resistance of cultivated plants to pathogens, in particular phytoplasmas, is being observed everywhere as a result of global warming. Climate change can have a significant impact on the course of the phytopathological process, and with changing climatic conditions, phytoplasmosis pathogens can become more aggressive. Therefore, the study of the impact of climate change on the development of cereals and legumes infected with phytopathogenic mollicutes is extremely relevant.

Cereals (wheat) and legumes (soybeans, lentils) were used in the study, which were infected with strains of phytoplasmas of different origin using the modified Clement method. The experiments were conducted both in the field and in the greenhouse.

When studying the impact of climate change on the development of cereals infected with phytoplasmas (on the example of wheat, Soborna variety), the manifestation of typical signs of pale green dwarfism of wheat (PGD) was recorded – a significant growth retardation, chlorotic leaves, degeneration of ears, and hollow spikelets.

The manifestation of such symptoms of PGD on wheat leads to significant yield losses, and with changing climatic conditions, under conditions of elevated temperatures, the threat of phytoplasma infection of the main grain crop – wheat – remains extremely high. Under the conditions of high temperatures, legumes also turned out to be sensitive to phytoplasmosis. Thus, it has been established that soybeans and lentils are affected by phytoplasmas that cause two types of phytoplasmosis – witches' broom and phyllodes, which are destructive diseases, and their occurrence and spread can negatively affect the production of these legumes. As a result of our research, the appearance of such an atypical sign as the formation of reduced (green) flowers (reduction/greening of flowers) on soybean plants inoculated with phytoplasmas may negatively affect the quality and quantity of the crop, since seeds are not formed on such plants. It is important to note that when exposed to elevated temperatures, generative organs are particularly severely damaged (as we have shown on phytoplasma- infected soybean and wheat plants), resulting in the failure of diseased plants to produce fruit, which will inevitably lead to yield losses.

Thus, changes in climatic conditions affect the phytopathological process of phytoplasma-infected cereals and legumes, reducing the resistance of the studied crops to phytoplasmosis pathogens, which cause considerable damage to crop production and are one of the factors in reducing crop yields.

POLYPHASIC TAXONOMY APPROACH AS A TOOL FOR IDENTIFICATION OF FUNGI

Tsyhanenko K.S., Andriienko O.V., Syrchin S.O., Yurieva O.M.,
Pavlychenko A.K., Savchuk Y.I.

D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine.
e-mail: majka42@ukr.net

Taxonomy and systematics of fungi are one of the most controversial issues not only in modern mycology but for all periods of existence of this science. Until recently the morphological and cultural characteristics were the most popular and common ways for identification of systematic position of the obtained isolate. These methods included obtaining the pure culture of fungus on Petri plates using the set of appropriate media, detailed description of aerial and substrate mycelium as well as light microscopy of fungal samples. On the base of macro- and micromorphological data and using the authoritative editions of world-renowned Compendiums and later by means of database MycoBank the studied isolate was assigned to the appropriate taxonomic position by general morphological identity. Meanwhile, for certain fungal species which are known producers of wide range of biologically active metabolites the attempts to clarify their systematic position on the base of spectrum of specific substances synthesized by them (antibiotics, toxins, organic acids etc.) has arisen many times. Earlier, biochemical analysis was actively developed for such well-known producents as representatives of genera *Aspergillus* and *Penicillium*. Later, based on the experimental data obtained, this approach remained only as auxiliary for the description of already determined species.

Along this, during recent decades advances in molecular biology have allowed to supplement the methods which are used in taxonomy of fungi with modern technologies based on the comparing of specific DNA-components of studied strains with corresponding samples, the molecular sequences and annotation of which are stored in open access database GenBank. The belonging of studied isolate to certain species is determined by the degree of relationship between fungi using special computer programs.

Today, in the Department of Physiology and Systematics of Micromycetes of the D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NAS of Ukraine the Collection of cultures of mycelial fungi, which contains several thousands of specimens isolated from diverse sources throughout all period of the existence of the department, are kept. Almost all strains are identified, and they are assigned to numbers. Nevertheless, the most part of the Collection needs reidentification by modern methods. To solve this problem authors had developed consolidated or polyphasic approach which is characterized by a high variability level depending on studied specimen.

Good example successful reidentification might be the ascomycete fungus *Albifimbria verrucaria*, which was earlier kept in Collection as *Myrothecium verrucaria* strain UCM F-13522. To determine its taxonomic position we studied morphological characteristics, the ITS rDNA sequence and the ability to synthesize bilirubin oxidase. Based on morphological and cultural characters, DNA barcoding and species-specific enzymatic activity, the studied fungal species was determined as *A. verrucaria*.

The obtained result is the beginning of grate work on reidentification of fungi kept in the Collection of the Department of Physiology and Systematics of Micromycetes. Isolates, obtained from extreme econiches as well as producers of biologically active metabolites, including wide range of representatives of genera *Aspergillus* and *Penicillium*, are of particular interest for researchers.

MICROBIOLOGICAL ASSESSMENT OF WAR-AFFECTED WATER BODIES IN KYIV REGION

Vasyliuk O., Khomenko L., Skrotskyi S., Artiukh L., Matviienko N., Montvydienė D.

D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine.
e-mail: ovas.lbms@gmail.com

Russia's ongoing military aggression against Ukraine, which has persisted for over a decade, has led to biodiversity loss and environmental degradation over large areas,, particularly affecting freshwater ecosystems. The widespread use of old and modern munitions have introduced numerous toxic organic compounds into natural water bodies. Toxic substances impact not only the physicochemical properties of water but also the biological integrity of ecosystems. Aquatic organisms, including fish, amphibians, birds, and mammals, are highly susceptible to bioaccumulative pollutants that impair physiological functions, reproduction, and overall biodiversity. In addition, changes in the microbial community structure may signal disruptions in nutrient cycling, organic matter degradation, and other essential ecological processes. The quantitative assessment of key ecological and trophic groups of microorganisms can provide insight into pollution levels and the sanitary state of water bodies.

The *aim* of this study to assess the state of water bodies impacted by military activities in Ukraine by examining microbiological indicators.

Standardized bacteriological methods (ISO 8199) were used to conduct microbiological monitoring of aquatic environments. Microbiological analysis was conducted on samples of bottom sediments and water collected from two freshwater bodies in the Kyiv region that were affected by military activities: lake Chorne, located near the v. Petrushky (50.41293, 30.15799), and lake near the v. Kalynivka (50.2396, 30.23202).

The results revealed that only water samples from the Kalynivka site showed contamination with petroleum and hydrocarbon compounds, as evidenced by the presence of a significant amount of hydrocarbon-oxidizing microorganisms (3.99±0.05 log CFU/g), but were not detected such microorganisms in any of the samples from Lake Chorne. It should be noted that microorganisms capable of degrading 2,4-dinitrotoluene—a nitroaromatic compound found in explosives—were absent in samples from Kalynivka, while their presence was recorded in water samples from Lake Chorne at a concentration of 1.6±0.01 log CFU/g.

Bottom sediment samples of Lake Chorne have shown significantly higher numbers of coliform bacteria (3.87±0.04 log CFU/g), staphylococci (3.63±0.06 log CFU/g) and micromycetes (2.02±0.02 log CFU/g) compared to those from the Kalynivka lake. The data obtained indicate an increase in the level of organic matter and potential fecal contamination, which is further confirmed by trophic index calculations.

It can be concluded that microbiological analysis of Lake Chorne, suggesting active processes of contamination by 2-nitrotoluene, domestic wastewater, and decomposition products. Elevated counts of coliforms, staphylococci, and micromycetes further support the presence of significant organic and sanitary pollution. Microbiological monitoring of water samples from the lake in the Kalynivka area indicated hydrocarbon-specific contamination.

Funding This study is supported by funding from Programme project "Creating a Strategy for Assessing and Restoring War-affected Aquatic Ecosystems" No. SPS G6085 under Project Agreement No. ESC(2023)0288 (SPS MYP G6085)

INDEXING THE AEROBIC MICROBIAL DECOMPOSITION OF PHYTATES

Yamborko N.[1,2,3], Stryhanuyk H.[2], Iutynska G.[1], Blagodatskaya E.[3]

[1]*D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine.*
e-mail: yamborkon@gmail.com
[2]*Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Leipzig, Germany*
[3]*Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Halle, Germany*

Near 80% of phosphates in plant are soluble salts of phytic acid – myo-inositol-hexakisphosphates [Comel et al., 2021]. As ubiquitous substances, Phytates are highly abundant in cytosol, nucleus, in intercellular space etc. [Torres et al., 2005]. Phytates posess chemically active sites that interact with polyvalent ions causing phytate transformation into insoluble salts of Fe^{3+} and Al^{3+} in acidic soils and Ca^{2+}, Mg^{2+} salts in alkaline soils. These precipitation processes cause the decrease in soluble phytic organic phosphorus available for plants and soil microorganisms. We report on the elaboration of new approaches to localization of metal-stabilized phytate complexes and identification of microbial impact in enhancement of phosphorus availability for plant nutrition.

Modified UV-spectroscopy approach. The UV-absorption of metal-stabilized phytate complexes are primarily determined by the charge-transfer between the phytate phosphate group (inositol hexakisphosphate) and its stabilizing metal ion. The position of rather broad absorption bands due to ligand-to-metal charge-transfer (LMCT) is metal-dependent and revealed within 250-400 nm range. Short-wavelength absorption within 230-320 nm range is attributed to inositol electronic excitation due to **l**igand-centered electronic $\sigma \rightarrow \sigma$ transitions between C-O and C-H states.

Sodium phytate was used as a model substrate and as a single source of P and C for microorganisms growth. Destruction activity towards Na-phytate was investigated with two phytase-active *Bacillus megaterium* IMV B-7287 (with DSM 32 reference) and *Kocuria rosea* B-42 soil microorganisms. In preparation for the microbe cultivation experiment on phytate degradation, solution phytate underwent sterilization via autoclaving at 1.5 bara pressure and 112°C for 20 minutes. The charge-transfer fluorescence of Na-phytate observed in broad band at 450 nm appears to be completely quenched for Na-phytate after sterilization. Therefore, absorption spectroscopy has been further employed to study the sterilization effects and to reveal the phytate energy-states relaxing non-radiatively i.e. without emitting fluorescence photons. The absorption spectra of freshly prepared „cold“ and sterilized Na-phytates show remarkable difference.

Medium salt solution introduces the additional absorption in a broad band peaked around 305 nm and the intensive absorption continuum with 250 nm onset additionally to the “cold” Na-phytate absorption features. Dilution of Na-phytate containing mineral medium causes the considerable reduction of low-energy absorption components confirming their relation with the intermolecular interaction. The absorption in the narrow 217 nm peak causes the main difference in the absorption of the cultivation supernatant after growth of 3 phytase-active bacterial strains with 33 mM Na-phytate provided as an exclusive carbon and phosphorus source. The reciprocal dependence of the absorbance in the 217 nm peak has been considered as a good reason to ascribe the 217 nm peak to the absorption of phosphate residuals in the cultivation supernatant after almost complete carbon, i.e. phytate inositol-core, consumption.

Секція 2. *Мікробні біотехнології, нанобіотехнології, біоремедіація*

Section 2. *Microbial biotechnology, nanobiotechnology, bioremediation*

СПЕЦИФІЧНІСТЬ КЕРАТИНАЗИ *PRIESTIAMEGATERIUM*ПО ВІДНОШЕННЮ ДО КУРЯЧОГО ПІР'Я

Авдіюк К.В., Варбанець Л.Д.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України,
м. Київ, Україна.
e-mail: avdikat@i.ua

Інтенсивний розвиток біотехнології сприяє розширенню меж використання ензимів мікробного походження у різних галузях промисловості. Останніми роками зріс інтерес до протеолітичних ензимів, які мають широкий спектр застосування. Одним із них є кератиназа, яка здатна розщеплювати важкодоступний для деградації білок кератин. Кератини належать до родини фібрилярних білків, які характеризуються надзвичайно високою механічною міцністюза рахунок стабілізації їх поліпептидних ланцюгівдисульфідними і водневими зв'язками, гідрофобними взаємодіями, вони нерозчинні у воді, слабких розчинах лугів і кислот, а також стійкі до дії звичайних протеолітичних ензимів. Кератини утворюють зовнішні захисні покриви хребетних і є структурними компонентаминігтів, волосся, пір'я, вовни, копит, рогів, дзьобів.

Щорічно харчова промисловість, особливо ринок м'яса, і вовняна промисловість, виробляють величезну кількість побічної біомаси, що містить кератин. На підприємствах з переробки птиці мільйони тонн пір'я викидаються у навколишнє середовище в якості відпрацьованого побічного продукту. Це сприяє забрудненню оточуючого середовища і викликає чимало екологічних проблем.

Оскільки ринок м'яса в Україні, особливо м'яса птиці, розширюється з кожним роком, нагальним постає питання утилізації кератинових відходів. Тому метою нашої роботи був пошук високоефективних продуцентів кератинази, які здатні були б розщеплювати пір'я. Скринінг проводили серед 20 культур факультативно-анаеробних спороутворюючих бактерій, які були виділені з глибоководних осадів сірководневої батіалі Чорного моря, та ідентифіковані, як представники родів *Bacillus, Metabacillus, Priestia* та *Robertmurraya*.

Показано, щозагалом 18 культур синтезували кератиназу, 7 з яких виявляли кератиназну активність в межах 12-32 Од/мл. Найвища кератиназна активність характерна для культури *Priestiamegaterium* (32 Од/мл). Дослідження здатності культур розщеплювати казеїн показало, що більшість культур виявляли незначний рівень загальної протеолітичної активності (від 0,015 Од/мл до 0,30 Од/мл), причому найнижчий рівень характерний для культури *P. megaterium*.З літературних даних відомо, що досить часто існує кореляція між рівнем загальної протеолітичної і кератиназної активності, яка не була виявлена у даному дослідженні.

У процесі розщеплення кератину зазвичай задіяні декілька ферментів. Це власне кератиназа і дисульфід редуктаза (або інший фермент, що розриває дисульфідні зв'язки). Досліджені нами культури проявляли низький рівень дисульфід редуктазної активності (7,5 мкмоль/хв –25 мкмоль/хв).

У результаті проведеного скринінгу нами була відібрана культура *P. megaterium*, яка виявила найвищий рівень кератиназної активності серед 20 досліджених культур, і використовувалася нами у подальших дослідженнях.

Важливим показником ефективності продуценту є ступінь гідролізу ним субстрату. Вивчення здатності розкладати біле і чорне куряче пір'я показало, що культура *P. megaterium*інтенсивно розщеплювала біле куряче пір'я, ступінь гідролізу якого становив 84 %, гірше – чорне пір'я (45%).

Отже, досліджена культура *P. megaterium* є ефективним деструктором білого курячого пір'я і може бути потенційно використана для утилізації відходів пір'я.

ПРОГНОЗУВАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ПОВНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПОВНОЦІННОГО ЗУБА ЗА ДОПОМОГОЮ СТОВБУРОВИХ КЛІТИН

Аль-Іная Д.Ю.

ДВНЗ "Ужгородський національний університет", м.Ужгород, Україна.
e-mail: al-inaia.dzhuliia@student.uzhnu.edu.ua

Попри значний прогрес у галузях імплантації та протезування, штучні конструкції не здатні повністю відтворити функціональні та біологічні властивості природних зубів. Стовбурові клітини демонструють високий потенціал для застосування в регенеративній стоматології завдяки своїй здатності до самовідновлення та диференціації, що робить їх перспективним джерелом для реконструкції пульпи, періодонтальної зв'язки та навіть формування нових зубних структур. Незважаючи на значні успіхи у вивченні мезенхімальних стовбурових клітин, функціональна роль епітеліальних стовбурових клітин у зубному органогенезі досі залишається малодослідженою.

Проаналізувати та просистематизувати результати різних досліджень щодо використання та культивування стовбурових клітин, що найбільш ефективно використовуються для регенерації зубних тканин.

Було обрано найбільш релевантні та інформативні наукові публікації, що висвітлюють потенціал використання стовбурових клітин у стоматології. Основні концепції цих досліджень були визначені та систематизовані за відповідними категоріями в результаті ґрунтовного аналізу. Пошук матеріалів по ключовим словам як "dental stem cells", "induced pluripotent stem cells", "dental lamina rests" здійснювався у пошуковій системі PubMed (NCBI) (https://www.ncbi.nlm.nih. gov/pubmed/).Відібрані наукові роботи були піддані ретельному аналізу з метою виділення ключових моментів та їх класифікації до різних підтем.

Аналіз вибірки експериментів показав, що ембріональні стовбурові клітини, вступаючи у взаємодію з епітелієм ротової порожнини, можуть диференціюватися в клітини, які формують зубний зачаток, що супроводжується активацією специфічних для одонтогенезу генів, таких як Lhx7, Msx1 та Pax9. Однак перед клінічним застосуванням ембріональних стовбурових клітин у стоматології існують значні перешкоди, пов'язані з їхньою онкогенністю та імуногенністю. Альтернативним джерелом для регенеративної стоматології можуть слугувати дорослі стовбурові клітини пульпи, періодонту. Для їх ізоляції та подальшого культивування використовують специфічні клітинні маркери, такі як STRO-1, CD44 та CD146. Аналіз літератури свідчить про те, що залишки зубної пластинки містять клітини, які експресують маркери, характерні для стовбурових клітин зубів. Це дозволяє припустити, що ці клітини можуть зберігати потенціал до регенерації зубних тканин. Перспективним напрямком досліджень є використання індукованих плюрипотентних стовбурових клітин. Шляхом репрограмування соматичних клітин можна отримати аналоги до ембріональних стовбурових клітин. Комбінація їх із зубними мезенхімальними клітинами, отриманими з зародків зубів тварин, дозволяє створювати структури схожі на зуб.

Сучасні дослідження у сфері регенеративної медицини підтверджують високий потенціал стовбурових клітин для відновлення як твердих, так і м'яких тканин зуба. Проте важливою проблемою залишається розробка ефективних і безпечних стратегій, які б мінімізували ризик розвитку злоякісних новоутворень у процесі регенерації.

МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В БІОТЕХНОЛОГІЇ

Богдан М.М.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України,
м.Київ, Україна. e-mail: bohdan_m@imv.org.ua

Технології штучного інтелекту (ШІ, artificialintelligence (AI)) дедалі ширше впроваджуються в різних галузях науки, включаючи мікробіологію. Важливими взаємопов'язаними елементами ШІ є машинне та глибинне навчання. Машине навчання (МН, machine learning (ML) фокусується на розробці алгоритмів і моделей, які здатні навчатися на основі великих наборів даних. Глибинне навчання (ГН, deep learning (DL) – набір алгоритмів машинного навчання, що моделюють абстракції високого рівня в даних за використання архітектури з декількох нелінійних перетворень на основі штучних нейронних мереж(ШНМ,artificialneuralnetwork(ANN)). Ці технології дозволяють виявляти приховані закономірності, формувати точні прогнози та ефективно працювати з високовимірними наборами біологічних даних, які складно аналізувати класичними методами(Ekinsetal., 2019;Holzingeretal., 2023;Gomesetal., 2024;Mohseni&Ghorbani 2024;Tsitouetal., 2024;Mairietal., 2025).

Застосування ШІ охоплює численні напрямки, зокрема білкову інженерію (Qiu&Wei,2023),секвенування геному(Abubaker Bagabiret al., 2022), розробку біопрепаратівтощо (Narayanan et al., 2021;Mirakhori & Niazi, 2025).Особливої уваги заслуговує на потенціал ШІ в аналізі геному, структури білків та біологічних процесів, що відкриває нові горизонти у створенні індивідуалізованих лікувальних стратегій у рамках персоналізованої медицини (Holzinger et al., 2023;Parekh et al., 2023;Mohseni & Ghorbani, 2024).

Відомо, що мікроорганізми виробляють структурно різноманітні вторинні метаболіти, які широко використовуються в різних галузях, а саме у сільському господарстві, медицині, харчовій промисловості(Sahayasheela et al., 2022; CerenAkalet al., 2024).У сільському господарстві інтеграція ШІ здатна забезпечити підвищення врожайності, зменшення використання агрохімікатів, оптимізацію управління ресурсами через дистанційне зондування та прогнозування врожайності. Такі підходи сприятимуть формуванню сталого виробництва (Manaet al., 2024 Aliet al., 2025).У промисловій біотехнологіїШІ допоможе удосконаленню біопроцесів, зокрема виробництва ферментів та інших біопродуктів із відновлюваних джерел. Модельні системи, що базуються на штучних нейронних мережах(ANN), генетичних алгоритмах(GA), методології поверхні реагування (RSM), дозволяють оптимізувати умови ферментації та досягати значного підвищення продуктивності, зокрема у виробництві амілаз, глікозилтрансфераз, целюлаз (Fernández Núñezet al., 2017; Bezerraet al., 2021; Aliet al., 2025).Крім того, ШІ активно використовують у екологічному моделюванні агроекосистем, зокрема для аналізу мікробіому ґрунту, оцінки впливу біопестицидів, проектуванні мікробних продуктів (біодобрив, біостимуляторів) та підтримки біорізноманіття(Silvestroet al., 2022; Sarkar&Somenahally, 2023; Adereleet al., 2025).Розробка цифрових платформ та комп'ютерних моделей дає змогу ефективніше досліджувати взаємозв'язки мікроорганізмів, рослин та кліматичних умов для забезпечення сталого виробництва.

Штучний інтелект відіграє ключову роль у сучасній науці, забезпечуючи нові можливості використання у біології, медицині та сільському господарстві, сприяє покращенню здоров'я людей, захисту екології та підвищенню ефективності виробництва. Використання ШІ у біотехнології сприяє прискоренню розробки інновацій, зменшенню витрат на виробництво, підвищенню ефективності та забезпеченню сталого розвитку у різних сферах сільського господарства, охорони здоров'я та промисловості.

КОМПОСТУВАННЯ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ НА ОСНОВІ КУРЯЧОГО ПОСЛІДУ ЗА ПОСЛІДОВНОЇ ІНТРОДУКЦІЇ ДВОХ МІКРООРГАНІЗМІВ

І. М. Бондар[1,2], С. Б. Дімова[1]

[1]Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, м.Чернігів, Україна, e-mail:irynapozitiv@gmail.com
[2]Національний університет "Чернігівська політехніка"

Курячий послід належить до небезпечних відходів птахівництва, що потребують обов'язкової утилізації. Його знешкодження шляхом компостування може не тільки розв'язати низку екологічних проблем, а й забезпечити отримання додаткового джерела прибутку у вигляді цінних органічних добрив. Компостування органічних субстратів відбувається завдяки функціонуванню в них мікроорганізмів, причому первинні етапи деструкції забезпечують переважно мікроміцети, які продукують комплекс целюлозолітичних і лігнінлітичних ферментів, а пізніше активно розвиваються бактерії, здатні використовувати продукти первинного гідролізу, здійсненого мікроскопічними грибами.

Нами селекціоновано активні деструктори целюлози *Trichoderms harzianum* PD3 та *Bacillus megaterium* 362, здатні до розмноженняу компостованих сумішах органічної речовини на основі курячого посліду як за умови моноінтродукції, так і за сумісного внесення у субстрат. Контроль чисельності цих мікроорганізмів, проведений у динаміці через 6, 9 та 12 тижнів після внесення інокулянтів до компостованого субстрату, показав, що за їх сумісного застосування, яке передбачає почергову інтродукцію гриба і бактерії з розривом у часі в один місяць, мікроорганізми активно розвиваються протягом усього періоду спостережень. Втрати вуглецю та азоту при компостуванні зменшуються як за використання *T. harzianum* PD3 та *B. megaterium* 362 окремо, так і за їх поєднання без суттєвої різниці між дослідними варіантами.

Показано, що обидва досліджувані штами не фітотоксичні та належать до групи авірулентних мікроорганізмів, не здатних до інвазії у внутрішні органи досліджених теплокровних тварин, що свідчить про можливість їх безпечного використання у технологіях компостування курячого посліду.

При дослідженні методами біотестування фітогормональної активності культуральної рідини (КР) обох мікроорганізмів ауксинову та цитокінінову активність виявлено за десятикратних розведень від 1/10 до 1/1000. КР *T. harzianum P*D3 проявляла цитокінінову активність також у розведенні 1/10000. Гібереліновуактивність фіксували тільки у найменших розведеннях (1/10), що може свідчити про незначні кількості гібереліноподібних речовин у КР мікроміцета та бактерії.

Водна витяжка компосту, отриманого за сумісної інтродукції *T. harzianum* PD3 та *B. megaterium* 362, характеризувалася високою цитокініновою активністю, суттєво перевершуючи за цим показником традиційний компост без інтродукції мікроорганізмів. Таким чином, поетапне застосуванняселекціонованих мікроорганізмів (через один місяць від початку компостування – *T. harzianum* PD3 та через два місяці – *B. megaterium* 362) забезпечувало підсилення інтенсивності мінералізаційних процесів у компостованому субстраті та отримання в результаті компостування готового продукту – біоорганічного добрива з підвищеним вмістом речовин фітогормональної природи.

Використання експериментального компосту для удобрення пшениці озимої в умовах польового досліду на чорноземі вилуженому сприяло збільшенню площі фотосинтетичної поверхні рослин, покращенню стану угруповань мікроорганізмів у ризосферному ґрунті, зростанню урожайності культури та покращенню якості продукції, причому більшість показників якості зерна пшениці покращувалися відносно не тільки контрольного варіанту без добрив, а й порівняно із застосуванням традиційного компосту, отриманого без застосування селекціонованих мікроорганізмів.

МІКРОБІОМЕТОД У ЗАХИСТІ АГРОЦЕНОЗІВ ГОРОХУ ПОСІВНОГО ВІД ФІТОФАГІВ

Бунас А.А., Бондаренко К.І., Шерстобоєва О.В.

Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна
e-mail: bio-206316@ukr.net

Горох посівний (*Pisum sativum* L.) − важлива сільськогосподарська культура, в Україні з'явилась приблизно в 500 році до н.е. Горох основна зернобобова культура Європи, у Світі вирощують понад як 100 країн, Україна посідає 3-тє місце. Це пов'язане з тим, що зерно гороху забезпечує організм людини великою кількістю білка (до 25 %), вуглеводів (≈ 60 %), жири (0,6-1,5%), вітаміни А, В1, В2, В6, С, РР, К, Е, каротин, інозит, холін, мікроелементи (солі кальцію, калію, марганцю, фосфору), незамінні амінокислоти (цистин, лізин, триптофан, тирозин, метіонін та ін.).

Останні роки в Україні спостерігається збільшення посівних площ гороху, у 2022-23 – 120,5 тис. га, а в 2024 р – 162,5 тис. га. Така тенденція обумовлена як активним попитом на бобову продукцію так і високими закупівельними цінами. Проте вирощування гороху має певні технологічні складнощі через шкідників-фітофагів. Посівам гороху шкодять більше як 15 фітофагів. Проте впродовж багаторічних спостережень встановлено, що відчутної шкоди гороху завдають бульбочкові довгоносики (ЕПШ − 10–15 екз./м²), горохова попелиця (250–300 екз. / 10 помахів сачком) та самий небезпечний і шкодочинний гороховий зерноїд (ЕПШ = 2−3 екз./1 м^2) саме цей шкідник спричиняє втрати врожаю більше ніж на 50 %. Шкода від горохового зерноїда полягає у псуванні зерна, оскільки личинка під час свого розвитку виїдає в ньому великі порожнини, знищуючи близько половини ендосперму, а інколи й більше. Зниження схожості пошкодженого насіння у великонасінних сортів гороху досягає 55 %, у дрібнонасінних – 85 %. У роки масового розмноження шкідника недобори врожаю зерна від нього нерідко сягають 3–4 %, вміст у ньому незамінних амінокислот знижується на 26–27 %. Небезпечним, відповідно до Закону України «Про біологічну безпеку та біологічний захист» є те, що в екскрементах личинок горохового зерноїда міститься шкідливий для здоров'я людей та тварин алкалоїд кантаридин. Тому пошкоджене зерно не можна використовувати в їжу та на корм тваринам. Відповідно, хімічні інсектициди у технологічних картах вирощування гороху передбачають оброблення посівів мінімально 2 рази (інколи і більше): фаза бутонів і цвітіння. Альтернативою хімічним інсектицидам є мікробіометод, який дозволить не лише знизити та контролювати чисельність горохового зерноїда, а й дозволить знизити хімічне навантаження на якісні показники зерна та стан агроекосистем в цілому.

Проведено ретроспективний аналіз біологічних засобів для захисту агроценозів гороху від фітофагів. Встановлено, що на початок 2025 року агровиробникам відповідно до Переліку пестицидів та агрохімікатів Україні пропонується близько 10 засобів на основі бактерій, мікроміцетів, стрептоміцетів та метаболічних речовин мікроорганізмів таких як аверсектини. На ринку біоінсектицидів ці препарати зустрічаються під назвами: інсектурін, актоверм, актофіт, BIO Genius Метабо, лепідоцид, боверин, бітоксибацилін-БТУ, гаупсин (біплан), нематодос та інші. Окрім того, вважають достатньо ефективним застосування в агроценозах ентомофагів ускана (*Uscana semifumipennis* Gir. та *Uscana senex* Grese) які паразитують на яйцях горохового зерноїда. Одна самиця пошкоджує 60-80 яєць живителя та понад 100 наколює, тобто одна самка ускана здатна знищити всі яйця, відкладені однією самкою зерноїда. Проте ефективність ентомофагів не значно ефективна (не більше 15 %), це пов'язано з циклами розвитку ентомофага та онтогенезом рослин гороху. За даними фахівців, ефективність біометоду у контролі чисельності фітофагів не перевищує 60–75 %, але пошук технологічного рішення в даному питанні дозволить отримати якісну та еколого-безпечну продукцію.

ФОРМУВАННЯ МІКРОБНОГО БІОМУҐРУНТУЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ В АГРОЦЕНОЗІ ЛІСОСТЕПУ

Борко Ю.П.[1], БолоховськийВ.В.[2],Стерлікова О.М.[1]

[1]*ТОВ «Інститут прикладної біотехнології», м. Київ, Україна. e-mail: borko.y@btu-center.com*
[2]*ТОВ ТД «БТУ-ЦЕНТР»,м. Київ, Україна. e-mail: vlad@btu-center.com*

Інтенсифікація аграрного виробництва в умовах зростаючого антропогенного тиску на агроекосистеми зумовлює необхідність удосконалення біологізованихелементів технологій вирощування сільськогосподарських культур, зокрема мікробних препаратів як компонентів стратегії сталого землеробства. Мікроорганізми, що входять до складу сучасних біопрепаратів, характеризуються високим рівнем функціональної спеціалізації та метаболічної активності, що проявляється у здійсненні ключових біогеохімічних процесів (біологічна фіксація атмосферного азоту, іммобілізація важкодоступних форм поживних елементів), синтезі БАР, формуванні складної системи «ґрунт – мікроорганізми - рослина» та еколого-трофічних взаємозв'язків, які обумовлюютьфункціонування та гомеостаз агроекосистем.Тому дослідження стану мікробного комплексу ґрунту завнесеннябіопрепаратів має важливе значення для розуміння механізмів їх дії та удосконалення мікробних біотехнологій у землеробстві, а також дозволяє формувати науково-обґрунтовані підходи до управління мікробіологічними процесами в агроценозах. Метою досліджень було оцінити вплив мікоризоутворюючого та фосфор-каліймобілізуючогобіопрепаратів на функціонування мікробного комплексу ґрунту.

Дослідження проводили в агроценозі кукурудзи на сірому лісовому ґрунті в НДГ «Агрономічне» Вінницького Національногоаграрного університету. Схема досліду включала 3 варіанти: контроль (без внесення біопрепаратів), фосфор- і каліймобілізуючий препарат Граундфікс,мікоризоутворюючий препарат Мікофренд. Фоном на всіх дослідних ділянках було внесення 150 кг карбаміду в рядок при посіві. Встановлено, що за внесення фосфор-калій мобілізатора Граундфікс збільшувалась порівняно з контролем чисельність фосфатмобілізаторів (з 9,3 млн КУО/г ґрунту на контролі до 10,3 млн), амоніфікаторів (з 9,3 до 12,6 млн), педотрофів (з 11,8 до 12,7 млн), бактерій роду *Azotobacter*(з 72,9 до 220,5 тис.) та мікроміцетів (з 46,9 до 113,3 тис.). За дії мікоризоутворюючого препарату Мікофренд зростала порівняно з контролем чисельність фосфатмобілізаторів (до 11,6 млн), амоніфікаторів (до 14,1 млн КУО/г ґрунту), педотрофів (до 12,7 млн), мікроміцетів (до 134,6 тис.), амілолітиків (з 4,6 до 5,6 млн), олігонітрофілів (з 2,0 до 2,4 млн, у т. ч. бактерій роду *Azotobacter* – до 153,3 тис.), целюлозолітиків (з 145,8 до 165,0 тис.), актиноміцетів (з 66,4 до 229,0 тис).Варто зазначити, що чисельність мікроміцетів зростала саме за рахунок збільшення кількості та різноманіття сапротрофної мікобіоти родів *Trichoderma, Penicillium, Gliocladium, Mortierella, Aspergillus* та *Absidia*. Частка фітопатогенів (*Fusariumoxysporum, F. sporotrichioides. F. culmorum, F. verticillioides*) за використання біопрепаратів, навпаки, знижуваласьз 15,4 % на контролі до 12,9 % за використання Граундфіксу і до 8,6 % - Мікофренду. Застосування біопрепаратів також забезпечилозростанняу 2,4-2,9 рази активності мікробної трансформації органічних сполук азоту (за показниками $К_{М.-І.}$), у 1,8-3,1 рази –інтенсивності процесів трансформації органічної речовини ґрунту мікроорганізмами (за $К_{ТОР}$) на фоні покращення забезпеченості ґрунтової мікробіоти легкодоступними елементами живлення (за дії Граундфіксу $К_{О.}$ = 0,98, Мікофренду – 1,17, на контролі – 1,46).

Таким чином, застосування мікробних препаратів сприяло оптимізації стану мікробного комплексу сірого лісового ґрунту і спрямованості мікробіологічних процесів у ньому. Оцінка стійкості цього ефекту та вивчення особливостей дії біопрепаратів у різних ґрунтово-кліматичних зонах з урахуванням особливостей культури має перспективу для проведення подальших досліджень.

ВПЛИВ НАНОЧАСТИНОК СРІБЛА В КОМБІНАЦІЇ З ЕФІРНИМИ ОЛІЯМИ НА РЕФЕРЕНТНІ ШТАМИ МІКРООРГАНІЗМІВ

Ганчо О.В.

Полтавський державний медичний університет
м. Полтава, Україна

Антибіотикорезистентність – одна з гострих проблем сучасної медицини. Використання в медичній практиці антимікробних препаратів різного походження, хімічної структури, спектра протимікробної дії дало змогу підвищити ефективність терапії багатьох інфекцій, спричинених патогенними та умовно-патогенними мікроорганізмами. Останнім часом спостерігається тенденція до зниження активності фармацевтичних компаній щодо розроблення нових антибіотиків і виведення їх на ринок, що, очевидно, пов'язано зі швидким зростанням набутої бактеріальної стійкості, яке значно перевищує частоту створення нових препаратів.

Розгляд цієї проблеми посприяв виникненню інтересу до досліджень наночастинок металів, які мають антимікробні властивості. Так наночастинки срібла (НЧ), одержані різними шляхами, виявляють антимікробну дію стосовно різних мікроорганізмів. Пригнічення розвитку мікроорганізмів за допомогою НЧ срібла супроводжується ефектом післядії. Наносрібло не тільки саме справляє протимікробний ефект, а й виявляє синергізм з іншими антибіотиками та антисептиками.

Метою роботи було вивчити чутливість еталонних штамів мікроорганізмів *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 25923 та *C. albicans* ATCC 10231 до комбінації ефірних олій кориці і лаванди з наночастинками срібла.

Для приготування нанорідини був використаний порошкоподібний конденсат НЧ срібла розмірами 10 нм з наявністю на поверхні оксиду срібла, осаджених на кристали натрію хлориду шляхом електронно-променевої технології, люб`язно наданий співробітниками Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України (м. Київ). Він містив 28,7 % срібла. Наночастинки срібла (1,2 мг/мл) і ефірні олії кориці і лаванди диспергували в диметилсульфоксиді (ДМСО), комбінували у співвідношенні 1:1. В якості контроля використовували 4% розчин гентаміцину в ДМСО. Визначення синергічної дії НЧ срібла і ефірних олій на референтні штами мікроорганізмів, одержаних в ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб ім. Л.В. Громашевського НАМН України» (м. Київ), проводили в лунках діаметром 2 мм на поживних середовищах Мюлера-Хінтона та Сабуро. Дані обробляли за стандартними комп'ютерними програмами Microsoft Excel, вірогідність визначали за критерієм t Стьюдента. Зони пригнічення росту 0тест-культур спостерігались навколо всіх лунок з досліджуваними речовинами та їх комбінаціями. З НЧ діаметр цієї зони складав 12,3±0,3 мм для обох референтних штамів. Розмір зони пригнічення росту *E. coli* гентаміцином склав 20,9±0,5 мм, *S. aureus* – 23,1±0,6 мм. Чутливість *E. coli* і *S. aureus* до олії лаванди в ДМСО склали 7,5±0,3 мм. До олії кориці чутливість була більша: *E. coli* – 17,8±0,7 мм, а *S. aureus* – 25,9±0,9 мм. Комбінація ж ефірних олій з НЧ срібла виявилась більш ефективною лише відносно олії кориці і референтного штама стафілокока – 28,7±0,5 мм, більшою за показник контролю з антибіотиком. Найбільший ефект виявили комбінації НЧ срібла з ефірними оліями кориці і лаванди по відношенню до дріжджеподібних грибів: діаметри зон затримки росту складали 34,8±1,1 та 32,3±0,9 мм відповідно, в той час як тільки до олії кориці – 29,2±0,6 мм, до олії лаванди – 26,3±0,4 мм.

Таким чином, комбінація НЧ срібла і ефірної олії кориці збільшує чутливість референтного штама *S. aureus* ATCC 25923 у 2,3 рази ($p<0,05$) порівняно з одними лиш НЧ. Синергічна дія НЧ срібла і ефірних олій достовірно перевищує протигрибкову активність обох ефірних олій в 1,2 рази ($p<0,05$).

АНТАГОНІСТИЧНА ДІЯ МОЛОЧНОКИСЛИХ БАКТЕРІЙ ЩОДО *ASPERGILLUS FLAVUS*

Гармашева І.Л., Савчук Я.І.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, Київ, Україна. e-mail: garmasheva.il@gmail.com

Афлатоксини, що виробляються представниками роду *Aspergillus,* переважно виду *A. flavus*, виявляють канцерогенні, мутагенні, тератогенні, гепатотоксичні та імунодепресивні властивості. Застосування штамів молочнокислих бактерій (МКБ) з антагоністичною активністю є альтернативою хімічним і фізичним методам боротьби з продуцентами мікотоксинів для забезпечення безпеки харчових продуктів і кормів. Метою роботи було дослідити антагоністичну дію молочнокислих бактерій родів *Enterococcus*, *Lactobacillus* та *Leuconostoc* щодо *A. flavus*.

В роботі використано сім штамів роду *Enterococcus*, 13 штамів роду *Lactobacillus* та 5 штамів роду *Leuconostoc*. Як тест-культури використовували культури *A. flavus* NN, 2979, Г30, М і 1859. Дослідження антагоністичної дії проводили з використанням методу подвійного агару. Штами МКБ культивували на агаризованому середовищі MRS, а також на середовищах на основі житнього чи соєвого борошна протягом 24 год при 37° С, після чого на поверхню агару наносили MRS- чи YPD-агар, інокульований спорами тест-культур. Результат враховували через 10-14 діб інкубації при 28° С.

Серед використаних штамів МКБ, представники роду *Enterococcus* виявили найслабшу антагоністичну дію, зони затримки росту тест-культур не перевищували 10-12 мм, за винятком штаму *E. durans* 248, який більш ефективно пригнічував ріст *A. flavus* Г30 і М. Штами *A. flavus* NN і 1859 були більш чутливі до дії метаболітів ентерококів при їх культивування на середовищі MRS. Молочнокислі бактерії родів *Leuconostoc* і *Lactobacillus* більш ефективно пригнічували ріст пліснявих грибів *A. flavus*. Не залежно від середовища культивування тест-культур зони затримки росту складали від 10 до 24 мм. Інгібуюча дія МКБ була в більшій мірі обумовлена зниженням pH середовища, але у деяких штамів вона зберігалась за умови нейтралізації впливу органічних кислот шляхом додавання $CaCO_3$ в середовище MRS, що може свідчити про продукцію речовин зі специфічною активністю. Пригнічення розвитку пліснявих грибів також спостерігалось при рості штамів МКБ в середовищах на основі житнього та соєвого борошна. Ферментація борошна культурами молочнокислих бактерій може запобігати розвитку пліснявих грибів, що підвищує безпеку хліба і подовжує термін його зберігання. Відібрані штами молочнокислих бактерій, які є перспективними захисними культурами для використанні у хлібопекарській галузі для запобігання розвитку грибів виду *A. flavus*.

ІЗОЛЯЦІЯ ШТАМІВ *BACILLUS SPP.* З ПІДСТИЛКИ КОРІВНИКІВ ТА ОЦІНКА ЇХ ПРОБІОТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ

Гнатюк Т.Т.[1], Жукова Д.А.[2], Парій М.Ф.[3]

[1]*Інститут мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, Київ, Україна*
[2]*Інститут біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України*
[3]*Всеукраїнський науковий інститут селекції*
[1]*e-mail: gnatuktatiana@gmail.com*
[2]*e-mail: dariya.a.zhukova@gmail.com*

Пробіотичні препарати відіграють ключову роль у забезпеченні здоров'я великої рогатої худоби, особливо в умовах, коли новонароджені тварини лише одноразово мають доступ до отримання колострума, після чого переводяться на штучне вигодовування. Це обмежує їх можливість формувати природну кишкову мікробіоту, що може призвести до шлунково-кишкових розладів і зниження загального імунного захисту. За таких умов використання пробіотичних препаратів, зокрема на основі штамів *Bacillus subtilis* та *B. licheniformis,* є важливим етапом заселення корисних мікроорганізмів у організм тварини, що сприяє покращенню їхньої адаптації до нових умов годування та загального здоров'я тварин.

У ході мікробіологічного дослідження підстилки корівників у селі Соболівка Шполянського району Черкаської області було ізольовано п'ять штамів *Bacillus spp.* (1Б, 2Б, 3В, 4В та 5В). При культивуванні на твердому поживному середовищі LB колонії дослідних штамів можна умовно розділити на два морфотрипи за поверхнею колоній – блискучі (1Б, 2Б) та шорохуваті, пастоподібні (3В, 4В, 5В). Колоній штаму 1Б, на відміну від штаму 2Б, слизисті та молочно-сірого забарвлення, в штаму 2Б –пастоподібні і білого кольору. Колонії штаму 5В – кремового забарвлення, із шорохуватою поверхнею яка через деякий час набуває матового блиску та місцями складчастості. Колонії штаму 4В відрізнялись від штаму 5В, появою з часом (через 3-5 діб) прозорого, з нерівними краями ореолу навколо колоній.

За морфологічними ознаками усі п'ять штамів грампозитивні, рухливі спорогенні палички. Клітини штамів 3В, 4В, 5В довгі прямокутні з термінальним розташуванням спор. У штамів же 1Б та 2Б клітини менші за розміром та більш овальної форми з центральним розташуванням спор. Усі штами оксидазонегативні, штами 1Б, 2Б не мають амілазної активності, на відміну від штамів 3В, 4В та 5В. Подальша ідентифікація продовжується.

Отримані штами не виявили ознак взаємного антагонізму, що дозволило сформувати з них комбінований пробіотичний препарат.

Біобезпека препарату була протестована на лабораторних мурчаках (*Cavia porcellus*). Контрольна група щоденно протягом двох тижнів отримувала 1 мл поживного середовища LB, а дослідна — 1 мл суспензії препарату з титром 10^8 КУО/мл. Кожна група складалася з 5 тварин.

Протягом введення препарату візуальних відмінностей між групами не виявлено. Наприкінці другого тижня у дослідної групи спостерігалося підвищення апетиту. Статистично значимого приросту біомаси для дослідних тварин протягом двох тижнів не було зафіксовано. Протягом наступних двох місяців моніторингу тварини обох груп мали подібний зовнішній вигляд і поведінку, що свідчить про відсутність негативного впливу препарату.

Отримані результати дозволяють рекомендувати досліджувані штами *Bacillus spp.* як потенційну основу для створення пробіотичного засобу для великої рогатої худоби.

КОНСТРУЮВАННЯ ЖИВИЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ ДЛЯ ДРІЖДЖІВ

Двінських Н.В., Хохленкова Н.В., Калюжная О.С.

Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна. e-mail: begunova1203@gmail.com

Використання білкових гідролізатів з харчових дріжджів в якості харчових об'єктів з підвищеним вмістом та покращеною якістю білка може сприяти вирішенню проблеми нестачі харчового білка. Тому вдосконалення технологій отримання гідролізатів дріжджів, в тому числі за рахунок розробки більш ефективних та економічних живильних середовищ (ЖС) для вирощування дріжджів, є актуальною задачею.

На кафедрі біотехнології НФаУ проводяться дослідження, які спрямовані на теоретичне обґрунтування та експериментальне підтвердження доцільності додавання до складу живильного середовища для отримання біомаси дріжджів білкових гідролізатов як джерел азотного живлення та ростових факторів. Одним з завдань є визначення оптимального способу отримання гідролізату та розробка раціонального складу живильного середовища з цим гідролізатом, визначення ефективності застосування запропонованого середовища при вирощуванні дріжджів з метою отримання дріжджового гідролізату харчового призначення.

Об’єктами дослідження були дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* раси «Екстра», їхні гідролізати, зразки живильних середовищ на їх основі, що містили також мелясу, неорганічні джерела амонію, форфору, калію.

Гідролізати хлібопекарських дріжджів отримували із застосуванням таких режимів:

- витримка дріжджової суспензії при температурі кип’ятіння з наступним природним охолодженням до кімнатної температури;
- витримка при температурі кип’ятіння з наступним швидким заморожуванням;
- обробка дріжджової суспензії за допомогою НВЧ-енергії.

В результаті проведених досліджень отримані зразки гідролізатів за трьома технологіями, порівняні їхні властивості та визначено найбільш раціональний спосіб шляхом перевірки ефективності культивування дріжджів на середовищах з гідролізатами, отриманими в різні способи. Були приготовані серії живильних середовищ, які відрізнялися використаним зразком гідролізату дріжджів та кількістю неорганічних компонентів, варіативний вміст яких мав функцію корегування pH та доведення вмісту сухих речовин (СР) до 11,0-13,0 % (визначали рефрактометрично). Стерилізовані середовища інокулювали засівними дріжджами «Екстра» з дотриманням правил асептики та культивували при 30 °С протягом 16 год. Перед засівом та після культивування контролювали pH, вміст СР, кислотність (титриметрично), формольне число, кількість клітин - у камері Горяєва та за оптичною густиною суспензії (спектрофотометрично). Результати дозволили зупинити вибір на серії середовища, де була засвоєна найбільша кількість сахарози, отримана більша кількість клітин. Найбільша оптична густина дріжджової суспензії, отриманої на цьому середовищі, це також підтвердила. Величина формольного числа вказує на потенціал цієї серії середовища щодо інокуляції більшою кількістю засівного матеріалу та отриманню більшої кількості біомаси.

Оптимальність вибраного складу середовища була перевірена на серії більшого об’єму при проведенні асептичного культивування в сконструйованому лабораторному біореакторі в контрольованих умовах.

Отримані експериментальні результати підтверджують доцільність такої комбінації складових середовища на основі дослідження фізико-хімічних та технологічних показників культивування та дозволяють запропонувати цей склад для подальших досліджень з метою отримання білкових гідролізатів з дріжджової біомаси, які можуть використовуватися з харчовими цілями.

ЗАГОЄННЯ РАН ПІД ВПЛИВОМ НАНОЧАСТИНОК ДІОКСИДУ ЦЕРІЮ

Жиліховська Т.В., Гришина О.В., Лазаренко Л.М., Бубнов Р.В., Співак М.Я.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України,
м. Київ, Україна
e-mail: *tetiana.zhylikhovska@gmail.com*

Сучасні методи лікування та відновлення пошкоджених тканин шкіри вимагають розроблення нових підходів та інноваційних технологій. Однією з таких перспективних технологій є використання наночастинок діоксиду церію (CeO_2), які мають унікальні фізико-хімічні властивості. Ці наночастинки відомі своєю здатністю до антиоксидантної, протизапальної, ангіогенної та антибактеріальної активності, що може мати значний вплив на загоєння ран шкіри. Метою роботи було визначити вплив наночастинок CeO_2на загоєння ран шкіри у мишей шляхом дослідження їх впливу на та гістологічну будову тканин,збудники ранової поверхні та показники імунного статусу.

Дослідження проведено на мишах лінії BALB/c, на шкірі яких моделювали два типи ран – ексцизійну та інфекційну. В останньому випадку на рану наносили добову суспензію штаму *Staphylococcus aureus* B 918 (ATCC 6538). Мікробіологічні та гістологічні дослідження проводили за загальноприйнятими методами. Активність клітин фагоцитарної системи досліджували у тесті відновлення нітросинього тетразолію (НСТ-тест). Проводили статистичне оброблення результатів з використанням непараметричного критерію Колмогорова-Смирнова.

Встановлено, що наночастинки CeO_2 мали лікувальну дію та сприяли прискореному загоєнню ран двох типів – ексцизійних та інфекційних. Про це свідчило зменшення їх розмірів, зникнення гнійного ексудату, ознак запалення та активація процесів епітелізації. На 8 добу експерименту розмір ексцизійних та інфекційних ран, оброблених наночастинками CeO_2, зменшувався значно порівняно з необробленим контролем. Доведено, що лікувальна дія наночастинок CeO_2 посилювалась за їх одночасного застосування з ультрафіолетовим випромінюванням (за допомогою світлової пластини Lucis, Німеччина): спостерігали зменшення проявів гіперемії та набряку, зникнення ексудату та зменшення розміру ексцизійних ран. Вони затягнулись на 7 добу, коли навколишня тканина була без ознак некрозу та надмірної ущільненості.

Результати гістологічних досліджень показали, що впливом наночастинок CeO_2 в інфекційних ранах на 4 добу експерименту зменшувалась інтенсивність запалення та розміри куполоподібного утворення на поверхні виразки, що вказує на затухання патологічного процесу, хоч загальні гістологічні порушення тканини зберігались. Лікувальна дія наночастинок CeO_2 за інфекційних ран пов'язана з їх антимікробними властивостями: із обробленої рани стафілокок висівся у значно меншій кількості, ніж із необробленої, що сприяє зменшенню мікробного навантаження та зниженню рівня запалення на локальному рівні. Функціональна активність макрофагів перитонеального ексудату мишей із загоєними інфекційними ранами за показниками НСТ-тесту не змінювалась порівняно з показниками для інтактних мишей. Стабільна функціональна активність клітин фагоцитарної системи може свідчити, що процеси загоєння необроблених та оброблених наночастинками CeO_2 інфекційних ран на шкірі відбувались без супутньої активації запальної реакції на системному рівні.

Таким чином, отримані нами дані показали, що наночастинки CeO_2 мають ефективну лікувальну дію за ексцизійних та інфекційних ран на шкірі мишей, сприяючи відновленню тканин, за контрольованого перебігу запального процесу та відсутності його поширення на системний рівень. Ультрафіолетове випромінювання посилювало їх лікувальну дію.

АНТАГОНІСТИЧНА АКТИВНІСТЬ ІЗОЛЯТІВ *TRICHODERMA* SPP. РІЗНОГО ПОХОДЖЕННЯ ЩОДО ФІТОПАТОГЕНА *SCLEROTINIA SCLEROTIORUM*

Заболотня А.С.[1], Краснопірка В.А.[2], Акулов О.Ю.[2]
[1]*Державний біотехнологічний університет ,*
[2]*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна*
м. Харків, Україна, e-mail: epictyn@gmail.com

Біологічний захист рослин є одним із перспективних напрямків розвитку сучасного сільського господарства. Він базується на використанні живих організмів або продуктів їх метаболізму для обмеження розвитку фітопатогенів і шкідників. Гриби роду *Trichoderma* посідають чільне місце серед мікроорганізмів, що входять до складу біопрепаратів. Їх ефективність зумовлена швидким ростом, потужною ферментативною активністю та здатністю до синтезу біологічно активних речовин з вираженою антимікробною дією. Завдяки цим властивостям *Trichoderma* spp. застосовуються як деструктори рослинних решток, а також як антагоністи проти різноманітних ґрунтових патогенів. Із впровадженням молекулярно-генетичних методів відбулося кардинальне розширення уявлень про різноманіття роду *Trichoderma*. На сьогодні рід налічує понад 375 видів, але лише незначна їх частина демонструє властивості, придатні для виробництва біопрепаратів. Також варто зауважити, що комерційні препарати на основі *Trichoderma* spp. демонструють найвищу ефективність у тепличних господарствах, де забезпечуються стабільні та контрольовані параметри температури та вологості. Натомість умови відкритого ґрунту характеризуються значно більшою екологічною мінливістю, що істотно обмежує здатність комерційних штамів реалізовувати свій біологічний потенціал. Одним із найбільш шкодочинних фітопатогенних грибів, поширених на території України, є *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary — збудник білої гнилі (склеротиніозу), який уражує широкий спектр дводольних культур, зокрема соняшник, ріпак і сою. Первинним джерелом інфекції виступають склероції — щільні структури спокою, здатні зберігати життєздатність у ґрунті протягом багатьох років. Серед мікроорганізмів, що проявляють антагоністичну активність щодо цього патогена, лише обмежена кількість здатна до колонізації та руйнування склероціїв. Водночас на етапі проростання склероціїв, коли формується вегетативний міцелій або апотеції, патоген стає значно більш вразливим до дії агентів біологічного контролю. Упродовж 2024–2025 років нами було проведено дослідження антагоністичної активності ізолятів *Trichoderma* spp., отриманих як із низки вітчизняних комерційних біопрепаратів, так і зі зразків ґрунту з агроценозів західного регіону України (умовно «аборигенні» ізоляти). Для оцінки їх ефективності щодо пригнічення *Sclerotinia sclerotiorum* використовували метод парних культур, який дозволяє дослідити взаємодію між мікроорганізмами в умовах контрольованого лабораторного середовища. Отримані результати засвідчили високу варіабельність антагоністичної активності досліджених ізолятів. Навіть за оптимальних умов температури і вологості та за відсутності конкуренції з боку супутньої мікрофлори ефективність окремих ізолятів значно відрізнялася. Частина культур із комерційних біопрепаратів не виявляла помітної антагоністичної дії, тоді як окремі аборигенні ізоляти демонстрували виражену активність, співставну або навіть вищу порівняно з найефективнішими ізолятами промислового походження.

Слід зазначити, що місцеві ізоляти мікроорганізмів, як правило, характеризуються вищим ступенем адаптації до специфічних природно-кліматичних умов регіону, структури ґрунтових мікробіоценозів та впливу агротехнічних чинників, з якими вони тривалий час взаємодіють. На нашу думку, потенціал аборигенної мікробіоти у біологічному контролі збудників хвороб рослин залишається недостатньо дослідженим і часто недооцінюється як у науковій, так і в прикладній практиці.

ЧОРНОМОРСЬКІ МІКРООРГАНІЗМИ ПЕРСПЕКТИВНЕ ДЖЕРЕЛО БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК ДЛЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ

Іваниця В.О.
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, м. Одеса, Україна,
e-mail: v_ivanit@ukr.net

Дослідження біологічної активності метаболітів мікроорганізмів морського походження, зокрема на предмет антибіотичної активності, є одним з головних трендів мікробіологічних досліджень останніх років, що отримали назву «морська фармакологія». Морське середовище, зокрема Чорне море та гіперсолоні лимани, мають великі перспективи, оскільки різноманіття мікробіому у ньому є потенційним джерелом нових унікальних біологічно активних сполук зі специфічними структурними характеристиками і механізмами дії, що може стати ключем до розробки ефективних засобів для медицини, сільського господарства, харчової промисловості та оздоровлення довкілля. Шляхом метагеномних досліджень за секвенування 16S рРНК охарактеризовано біологічну різноманітність мікробіомів окремих біотопів Чорного моря та лиманів як перспективного джерела продуцентів нових біологічно активних сполук з груп факультативно-анаеробних споротвірних бактерій, актиноміцетів і молочнокислих бактерій. У результаті проведеного скринінгу виявлено та відібрано активні штами бактерій-антагоністів і визначено їх біотехнологічний потенціал як продуцентів антимікробних та протипухлинних сполук.

У результаті геномних та метаболомних досліджень активних штамів виявлено біологічно активні сполуки, отримано інформацію про склад вторинних метаболітів, їх антибіотичні властивості, доповнено знання щодо їх різноманітності, що є необхідним для розуміння фундаментальних аспектів функціонування морського мікробіому.

Встановлено, що досліджені штами чорноморських споротвірних бактерій синтезують сполуки, структура яких укладається в невелику кількість груп, а різноманітність окремих сполук у значній мірі залежить від виду продуцента. Навіть штами філогенетично споріднених видів значно відрізняються за набором метаболітів.

Метаболомний аналіз морських актинобактерій, які володіють інтеркалярними властивостями, показав, що менше половини з них відносяться до ідентифікованих екзометаболітів з антибіотичними характеристиками, які були раніше відомі для представників цієї групи прокаріот. Науковий інтерес викликають виявлені у бактерій сполуки, раніше відомі для губок.

Дослідження протипухлинної активності метаболітів актинобактерій та бацил на моделі перещеплюваних культур клітин рабдоміосаркоми людини та клітин залозистого епітелію - аденокарциноми гортані людини показали, що вони є перспективними продуцентами цитостатичниих сполук, які можуть бути рекомендовані для подальших досліджень з метою розробки на їх базі протипухлинного препарату.

Встановлено, що бактеріоцин, який є вторинним метаболітом ентерококка *E. italicus* ОНУ547, має катіонну природу і високу гідрофобність та пригнічує ріст патогенних бактерій. Показано значне збільшення його активності за температури до 120 ºС. Очищений бактеріоцин при електрофорезі розділяється на два компоненти, молекулярна маса яких складає 2 та 3 кДа. Розроблено біотехнологію його культивування і очистки бактеріоцину – перспективного консерванта харчових продуктів та використання з іншими бактеріями для адаптації клонованих рослин до умов відкритого грунту.

Встановлено високий рівень поширення до біодеградації синетичних полімерів імпранілу та біс(гідроксиетил)терефталату (олігомеру поліетилентере-фталату) серед споротвірних бактерій та іденифіковано гени ферментів, відповідальних за розкладання мікропластику.

Біосурфактанти, виділені з морських представників родів *Bacillus* та *Pseudomonas,* показали здатність знижувати в'язкість нафти та високий рівень протимікробної й антибіоплівкової активності.

За повногеномного секвенування проаналізовано структуру геномів, філогенетичні зв'язки, ідентифікацію біосинтетичних кластерів генів, що відповідають за синтез антибіотиків, встановлено послідовності генів, що кодують нові біологічно-активні сполуки та ферменти у морських споротвірних бактерій та актиноміцетів - продуцентів вторинних метаболітів.

ФЕРМЕНТИ ПЕКТОЛІТИЧНОЇ ДІЇ НА ОСНОВІ *ASPERGILLUS FOETIDUS*

Килименчук О.О., Пожіткова Л.Г., Ісаєва Д.Б., Антонова К.Є.

Одеський національний технологічний університет, Одеса, Україна
e-mail: kylymenchuk@gmail.com

Серед ферментів, які застосовуються у різних галузях промисловості чільне місце займають гідролітичні. Без цих ферментів неможливо здійснювати ефективно технологічні процеси при виробництві сирів, спирту, соків, пива, вина, паперу, текстилю та ін. Застосування пектолітичних ферментів, наприклад, дозволяє на 5-25% підвищити вихід соку з одиниці сировини, яку переробляють, що дає високий економічний ефект. При виробництві фруктово-ягідних напоїв пектолітичні ферменти знімають небажаний драглюючий ефект, який спричиняє високий вміст пектину. Ефективними продуцентами пектолітичних ферментів можуть бути бактерії, гриби, дріжджі, актиноміцети. Для промислового виробництва ферментних препаратів пектолітичних ферментів, які є комплексними, в якості продуцентів використовують в основному мікроскопічні (цвілеві) гриби, зокрема, гриби роду *Aspergillus: A.niger, A.wentii, A.oryzae, Aspergillus foetidus.*

Моніторинг підприємств виробників соків показав, що найбільші частки ринку належать таким лідерам, як Компанія «PepsiCo» з торговими марками Sandora, Сандора Ексклюзив, Сандора Сік до сніданку, Сандора Овочевий коктейль, Миколаївський соковий завод, Бонус, Садочок, Сандорик; СП «Вітмарк-Україна» – Jaffa, Наш сік, Соковита, Чудо-Чадо, Aquarte; компанія Кока-Кола і Galicia, яким належить 95% всього ринку соків України. Дрібніші компанії займають всього 5% всього ринку. За даними Держкомстату України виробництво тільки томатного та яблучного соків у 2020 році компанією Galicia разом складало 105286,6 тис. літрів. Станом на 2025р. підприємство переживає певні труднощі, однак за повідомленнями сайту Zaxid.net - загальна потужність переробних заводів T.B. Fruit становить 1 млн. тонн фруктів та овочів на рік. Для розрахунку потреби у ферментному препараті пектолітичної дії орієнтувались на довоєнне виробництво соків. Беручи до уваги рекомендації щодо застосування препарату пектолітичної дії, яку вказує підприємство - виробник “ENZIM” (50 г на 100 л соку), було розраховано та скореговано об’єми зазначеного препарату, враховуючи зниження виробництва через ускладнені логістичні потоки в умовах воєнного стану. Розрахунки лягли в основу розробки удосконаленої технології пектолітичного ферментного препарату. Підібрано продуцент *Aspergillus foetidus* та поживне середовище для його культивування. Здійснено розрахунки матеріальних потоків при виробництві пектолітичного ферментного препарату для лінії потужністю 25т ферментного препарату на рік, здійснено підбір обладнання для удосконаленої лінії а також здійснено заміну застарілого обладнання на більш сучасне. Надані рекомендації щодо проведення окремих стадій виробництва та процесу культивування продуцента *Aspergillus foetidus* - що в комплексі дозволило отримати ферментний препарат з активністю вищою за стандартну.

ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ІНОКУЛЮВАННЯ НАСІННЯ ГОРОХУ ГЕЛЬНОЮ КОМПОЗИЦІЄЮ НА ОСНОВІ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ, ЕКОВІТАЛУ ТА ЕПАА-М

Кирилов В.О.[1,2], Литовченко А.М[3], Леонова Н.О[4]., Данкевич Л.А[4].
[1]"Інноваційна компанія Біоінвест-Агро" Київ,Україна.
[2] Київський національний університет технологій і дизайну, Київ, Україна
[3]ДП МНТЦ Агробіотех, Київ, Україна
[4]Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України, м. Київ,Україна. e-mail: ldankevich@ukr.net

Значна частина засобів захисту рослин (ЗЗР) та елементів живлення втрачається під час проведення обприскування вегетуючих рослин або передпосівної обробки насіння, що завдає великих економічних втрат і шкодить навколишньому середовищу. Однією з головних причин нераціонального використання ЗЗР, елементів живлення, мікроелементів і регуляторів росту є застосування води як носія робочого розчину до рослини. Наслідком цього може бути погане поглинання робочого розчину, знесення крапель вітром, випаровування, реакція сумішей у воді з хімічною речовиною або просто погане закріплення робочого розчину на рослині або насінині. Зазвичай, це питання вирішується шляхом прикріплення пестицидів, регуляторів росту рослин та інших препаратів до поверхні насіння та рослин за допомогою липких плівко утворювачів (прилипачів). Співробітниками відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України (ІМВ НАНУ) та Херсонського національного технологічного університету на основі мікробних полісахаридів та деяких безпечних хімічних компонентів створено біологічний гель – препарат ЕПАА. Також співробітниками відділу загальної і ґрунтової мікробіології ІМВ НАНУ розроблено і впроваджено у практику препарат ЕКОВІТАЛ. Даний препарат призначений для комплексної передпосівної інокуляції насіння бобових культур (сої, гороху, нуту, люцерни, люпину, козлятнику, квасолі, буркуну, кормових бобів, конюшини, лядвенцю, вики, сочевиці, тощо) в умовах органічного та інтегрованого землеробства. Це Екологічно безпечний високоефективний інокулянт з унікальним поєднанням азотфіксувальних, фосфатмобілізувальних, рістрегулювальних та імунопротекторних властивостей мікроорганізмів, має позитивну післядію на мікробіоту і родючість ґрунтів. Зазвичай у екологічно безпечних технологіях обробки насіння до гельних композицій на основі ЕПАА-М та ЕКОВІТАЛУ можуть використовувати інші комплекси і препарати, що впливають на ріст і розвиток рослин. Саме тому метою наших досліджень була перевірка ефективності інокулювання насіння гороху гельною композицією на основі ЕПАА-М, ЕКОВІТАЛУ та регуляторів росту і розвитку рослин. У роботі використали наступні композиції: іннокулянт Ековітал (1,0 л/т) та біологічний прилипач ЕПАА-10 (0,2 л/т); іннокулянт Ековітал (1,0 л/т) та біологічний прилипач ЕПАА-10 (0,2 л/т), + біостимулятор Радостим у концентрації, відповідно, 1,0 і 0,250 л/т; іннокулянт Ековітал (1,0 л/т) та біологічний прилипач ЕПАА-10 (0,2 л/т), + органо-мінеральне добриво Регоплант Zn у концентрації, відповідно, 1,0 і 0,250 л/т. Контролем слугувала стерильна водогінна вода. Пророщування проводили на піску та фільтрувальному папері (у 3-кратній повторності). В результаті досліджень встановлено, що всі досліджені композиції позитивно впливали на морфогенез проростків гороху сорту Мороз. Зокрема, найкращі результати показала обробка насіння гельною композицією на основі Ековіталу (1,0 л) + ЕПАА-10 (0,2 л) з додаванням органо-мінерального добрива Регоплант Zn у нормі 1 л/т. Так, дана композиція найкраще впливала на довжину паростка (+40% до контролю) та кореня (+46% до контролю) гороху сорту Мороз. Також дана композиція покращувала схожість гороху сорту Мороз (96±0%) порівняно з контролем (94±2%).

ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОДЕСТРУКЦІЇ ФЕНОЛУ ТА ІНТЕНСИВНІСТЬ СПОЖИВАННЯ КИСНЮ *RHODOCOCCUS AETHERIVORANS* УКМ Ac-602 ЗА УМОВ ПЕРІОДИЧНОГО КУЛЬТИВУВАННЯ.

Кістень О.Г., Ногіна Т.М., Підгорський В.С.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна, e-mail: kisten1967@gmail.com

Фенол та його похідні відносяться до високотоксичних речовин 2-го класу небезпеки. Вони є основними забруднювачами водних стоків підприємств нафтохімічної і нафтопереробної промисловості, заводів по виробництву ліків, фарб, гербицидів та інших речовин. Для детоксикації фенолу в стічних водах найбільш ефективними і екологічно безпечними є мікробіологічні методи очищення. Дослідження особливостей біодеструкції фенолу мікроорганізмами у водному середовищі може служити основою для створення ефективних біотехнологій очищення фенольних забруднень довкілля. Метою роботи було визначення інтенсивності споживання кисню штамом *Rhodococcus aetherivorans* УКМ Ac-602 – активним деструктором фенольних сполук в умовах періодичного культивування в біореакторі. Штам вирощували протягом 20 год на рідкому мінеральному середовищі з початковою концентрацією фенолу 750 мг/л у лабораторному ферментері Biotec FL 103 (Biotec AB, Стокгольм, Швеція) із робочим об'ємом 2,7 л за швидкості перемішування 250 об/хв і витрати повітря 0,25 л/хв, що відповідало питомій інтенсивності аерації 1,0 ± 0,1 г $O_2 \times л^{-1} \times год^{-1}$. Повітря подавали у верхню, над культуральною рідиною, частину ферментера. Для визначення можливого вивітрювання фенолу або його хімічного окиснення проводили контрольний дослід у такому ж ферментері з неінокульованим стерильним середовищем за умов, аналогічних процесу ферментації. Біомасу клітин визначали ваговим методом. Кількість фенолу у супернатанті культуральної рідини визначали з використанням 4-аміноантипірину згідно стандартного фотометричного методу. Дихальну активність клітин досліджували за допомогою сконструйованої лабораторної установки газометричного визначення інтенсивності споживання кисню мікроорганізмами. Встановлено, що у перші 4 год ферментації концентрація фенолу у середовищі залишалась незмінною, а швидкість споживання кисню складала 7,9 мг O_2/л×год. Ці дані можуть свідчити про ендогенний характер дихання клітин штаму та їх адаптацію до засвоєння токсичного субстрату на початку культивування. Від 4-ї до 8-ї год росту вміст фенолу у середовищі зменшився лише на 10 мг/л, мінімальною була і швидкість його споживання, яка становила 5,3 мг/л×год; натомість швидкість споживання кисню у цей період перевищила початкові значення у 2,9 рази. Надалі, від 8-ї і до 16-ї год культивування швидкість біодеструкції фенолу зростала у 3,6 - 3,7 рази кожні 4 год, тоді як приріст швидкості споживання кисню був значно меншим – у 1,8 - 1,9 рази. Метаболічна активність клітин була максимальною на момент зниження концентрації фенолу у КР до 400 мг/л (16 год росту): значення рівнів споживання субстрату і кисню становили 71,4 мг/л×год та 75,3 мг O_2/л×год відповідно. Майже у 4 рази (з 0,23 до 0,95) збільшилося за цей час і значення стехіометричного коефіцієнту. Найвищі показники біомаси клітин (0,65 г/л), біодеструкції фенолу (99,9 %) та швидкостей споживання субстрату (104,4 мг/л×год) і кисню (134,4 мг O_2/л×год) виявлені на 20 год росту. Зменшення значення стехіометричного коефіцієнту до 0,78 на 20 год росту, ймовірно, пов'язано зі збереженням дихальної активності клітин внаслідок утилізації ними інтермедіатів процесу біодеструкції фенолу, які ще були присутні у КР на момент повного засвоєння субстрату. У контрольному варіанті досліду за весь період культивування вміст фенолу у середовищі залишався на початковому рівні.

ПРОЯВИ СТОМАТОЛОГІЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ У ПАЦІЄНТІВ З СИНДРОМОМ ДАУНА

Кобака К.С.

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна.
e-mail: kobaka.kseniia@student.uzhnu.edu.ua

Синдром Дауна є найбільш частою хромосомною аномалією. Згідно зі світовою статистикою, одна дитина з 700 народжується з цією хромосомною зміною, а в Україні цей показник становить 1:1247 (WHO, 2023). Через специфічні щелепно-лицеві характеристики, 78,5% стоматологів зазначили, що не приймають пацієнтів із синдромом Дауна, а 72,5% не мали спеціальної підготовки щодо лікування осіб із трисомією (I. Descamps, 2019). Отже, розширення розуміння морфологічних та патологічних особливостей у людей із синдромом Дауна може сприяти підвищенню рівня медичної допомоги, яку вони отримують.

Метою роботи було установити ряд характерних та рідкісних стоматологічних проявів у пацієнтів з синдромом Дауна (СД) на основі медичної літератури.

Використано джерела наукових статей із електронних бібліотек медичного спрямування: PubMed, ScienceDirect, IntechOpen. Проаналізовано 14 статей з описаними випадками пацієнтів, які мають СД.

Аналіз медичної літератури виявив низку характерних стоматологічних ознак у людей із СД. Перш за все, це стосується прорізування зубів. У немовлят молочні зуби починають прорізуватися у віці 12-24 місяців і завершують цей процес до 4-5 років. Водночас, постійні зуби можуть з'являтися лише після 8-9 років, а їхня послідовність прорізування відрізняється від здорових дітей (Jessica Debord, 2012). Олігодонтія є характерною для 23,8% осіб із СД. Найчастіше відсутні треті моляри, другі премоляри та бічні різці саме в такій послідовності (Cristina Areias, 2015). Серед поширених зубних аномалій виділяють гіпоплазію емалі, тавродонтію та повну мінералізацію (Назарян Р.С., 2016; Janusz Pach, 2022). Менший розмір та змінена (конічна) форма коронок зубів часто призводять до утворення трем і діастем (Jessica Debord, 2012). Зміни м'яких тканин проявляються у вигляді висунутого та збільшеного язика або вивернутих губ (Albandary H AlJameel, 2020). Зменшена верхня щелепа може сприяти розвитку гіпердонтії (Н.І. Кіцера, 2021). Дослідження також показують, що неправильний прикус спостерігається у 83,2% людей із СД (Farah S Abdul Rahim, 2014). Через неналежну гігієну ротової порожнини у таких пацієнтів частіше виявляють каріозні ураження, ніж у здорових (Tahyna Duda Deps, 2015). Серед найпоширеніших некаріозних уражень – пародонтит і гінгівіт, схильність до яких пояснюється поганим нейтрофільним хемотаксисом і фагоцитозом (Karolina Spodzieja, 2022). Ерозія зубів через дисфункцію стравоходу спостерігається у 67% дітей із СД (Jenny Abanto, 2011). До неспецифічних стоматологічних проявів СД можна віднести повну адентію (Daniele De Santis, 2019). Також зафіксовано 4 випадки дітей з СД, що мали натальні зуби (Abdullah Alassaf, 2022).

Таким чином, аналіз наукових публікацій, присвячених стоматологічним особливостям людей із СД, виявив значну кількість морфологічних та фізіологічних характеристик їхнього щелепно-лицевого апарату. Це підкреслює необхідність поглибленого вивчення цих відмінностей для розширення знань та вдосконалення професійної компетентності стоматологів при лікуванні пацієнтів із цим синдромом.

ВПЛИВ НАДЛИШКОВИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ МАГНІЮ ТА ОСВІТЛЕННЯ НА РІСТ МІКРОВОДОРОСТЕЙ *CHLORELLA VULGARIS*

Ковальова С.О., Голуб Н.Б.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» 03056 Берестейський проспект, 37, Київ

Магній (Mg^{2+}) є одним із ключових мікроелементів, що відіграє критичну роль у метаболізмі фотосинтезуючих організмів, зокрема мікроводоростей.

Крім впливу на базові метаболічні шляхи, Mg^{2+} у поєднанні з фотонною енергією освітлення чинить комплексну дію на фотосинтетичну активність. Доведено, що магній у синергії з інтенсивним світлом може посилювати фотосинтез, сприяти швидшому накопиченню біомаси та змінювати компонентний склад клітин, зокрема – вміст пігментів і ліпідів. Саме тому дослідження впливу спектрального складу світла в поєднанні з мінеральним складом середовища, зокрема концентрацією Mg^{2+}, має велике значення для оптимізації біотехнологічного культивування мікроводоростей.

Культивування мікроводорості *Chlorella vulgaris* проводили у трубчатих фотореакторах на середовищі BG-11 із додаванням сульфату магнію ($MgSO_4$) в концентраціях Mg^{2+} : 5, 10 та 20 мг/л. Контроль – середовище без додаткового внесення Mg^{2+}. Було використано чотири режими освітлення: природне яскраве світло (600–800 Вт/м²), природне приглушене світло (250 Вт/м²), біле (червоний:зелений:синій) світлодіодне освітлення (600 Вт/м²) та червоно-синє світлодіодне світло в співвідношенні 2:1 (600 Вт/м²). Світловий режим світлодіодного освітлення складав 4 години освітлення / 4 години темряви, температура - 20±2 °C, джерелом карбону був CO_2.

Найбільш виражене зростання оптичної густини (у 1.9 рази порівняно з контролем) спостерігалося за умов білого LED-освітлення та концентрації магнію 20 мг/л. Максимальне накопичення сухої біомаси у 2 рази більше відносно контролю, становило 3.05 ± 0.067 г, збільшення кількості клітин у 1.5 рази. Отримані дані свідчіть про активний ріст за умов комбінованої дії високої інтенсивності світла та раціональної концентрації Mg^{2+}.

Під впливом червоно-синього освітлення найбільше зростання оптичної густини (1.2 рази), кількості клітин (1.3 рази) і сухої біомаси (1.1 рази, до 1.27 ± 0.025 г) відбулося при концентрації магнію 10 мг/л, що може свідчити про ефективне використання енергії червоного і синього світла за помірного вмісту магнію. Найвищий приріст сухої біомаси (у 2.4 рази, до 2.30 ± 0.054 г) та кількості клітин (1.6 рази) спостерігався при природному яскравому освітленні за концентрації Mg^{2+} 20 мг/л. Оптична густина зросла у 1.5 рази.

При природному приглушеному освітленні максимальне збільшення кількості клітин (у 2.4 рази) спостерігалося при концентрації магнію 20 мг/л, хоча оптична густина зросла лише у 1.5 рази, а суха біомаса – у 1.3 рази (2.76 ± 0.049 г). Це може вказувати на зменшення розмірів клітин в умовах меншої освітленості при збереженні високої інтенсивності приросту кількості клітин.

Загалом, підвищення концентрації Mg^{2+} у середовищі культивування призводило до підвищення росту культури *Chlorella vulgaris*, особливо за умов інтенсивного освітлення (природного або світлодіодного). Це пояснюється функціональною роллю магнію у фотосинтезі, а також його синергетичною взаємодією з фотонною енергією, що активує світлозалежні стадії метаболізму.

Таким чином, для створення ефективної біотехнології культивування мікроводоростей з метою отримання біомаси або цільових метаболітів, доцільно поєднувати підвищений вміст іонів магнію в середовищі з інтенсивним освітленням, зокрема природним або LED-джерелами у білому та червоно-синьому спектрах.

НАНОСИРОВИНА У ПРЕПАРАТАХ ЗАХИСТУ РОСЛИН ДЛЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Кричковська Л.В.[1], Бірта Г.О.[2], Карпушина С.А.[3]

[1]*Полтавський університет економіки і торгівлі, м. Полтава, Україна. e-mail: krichkovskaya.kpi@gmail.com*
[2]*Полтавський університет економіки і торгівлі, м. Полтава, Україна. e-mail: birta2805@gmail.com*
[3]*Уманський Національний університет садівництва, м. Умань, Україна. e-mail: svitkrp@gmail.com*

Як відомо, регулятори росту, як природного, так і синтетичного походження, застосовують для обробки рослин, щоб змінити процеси їх життєдіяльності або структуру з метою поліпшення їх якості, збільшення врожайності або полегшення збирання. В даний час створено багато нових природних та хімічних сполук, що володіють рострегулюючою активністю, до яких висуваються підвищені вимоги. У них не повинно бути токсичних метаболітів та мутагенних властивостей, шкідливого впливу на ґрунтову мікрофлору та мешканців водойм, не повинно створюватися екологічного навантаження на навколишнє середовище.

Наші дослідження з впливу препарату, що містить, окрім гумінових речовин, нову наносировину – гідратовані фулерени та мікробіологічний каротин показали, що таке співвідношення значно впливало на продуктивність основних польових культур. Експерименти проводили на дослідних полях Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва протягом двох років (2020-2021 рр.). Стимулююча дія розробленого препарату заснована на прискоренні процесів дихання та обміну речовин у рослині, зростанні та розвитку кореневої системи та надземної частини, активізації синтезу вуглеводів, білків, посиленню опірності рослин несприятливим факторам зовнішнього середовища, в т. ч. надлишковому вмісту в ґрунтах мінеральних речовин. У той же час компоненти препарату полегшують надходження та пересування поживних речовин у рослині. Передпосівна обробка новим препаратом насіння зернових культур способом напівсухого протруювання підвищує врожайність у середньому на 15-30%.

Останніми роками великий інтерес викликає вивчення біопротекторної функції гумінових речовин, під якою розуміється, з одного боку, фізіологічна стимуляція біоти в умовах стресу, а з іншого боку – імобілізація та інактивація ряду ксенобіотиків. Регулятори росту при їх постійному введенні в агроценози стають компонентами середовища, які виступають не лише пасивним компонентом у сортових популяціях культурних рослин, але і через їх активний вплив на функції ядра можуть ставати чинниками, що вносять зміни в геном рослин. Для посилення бактерицидних властивостей нового ростстимулюючого препарату на основі гумінових кислот нами проведено дослідження нанокомпонента – гідратованих фулеренів – C60HUFn, що є комплексом високостійких структур, формування і підтримка яких визначається присутністю особливих структур чистого вуглецю.

Встановлено, що прямий ефект нового препарату пов’язаний з впливом гумінових кислот і мікробіологічного каротину на проникність клітинних мембран, підвищенням активності ферментів дихання, синтезу білків і вуглеводів, активізацією обмінних процесів і збільшенням проникнення поживних речовин (у тому числі мінеральних) через пори рослини, що призводить до кращого їх засвоєння.

Таким чином, у виробничих випробуваннях було доведено, що запропонована композиція біологічно активних сполук є екологічно безпечною та сприяла збільшенню врожайності; це було підставою для рекомендацій щодо її застосування в виробничих умовах як для інкрустації насіння, так і для обприскування рослин зернових колосових культур в фазу кущення та молочно-воскової стиглості.

МІКРОБНИЙ ПРЕПАРАТ АЗОГРАН В ОРГАНІЧНОМУ РОСЛИННИЦТВІ

Курдиш І.[1], Чоботарьов А.[1], Пархоменко Н.[1], Чоботарьова В.[1],
Грищенко Р.[2], Кунічак Г.[3], Дудчак О.[3]

[1]Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України. м. Київ, вул. Заболотного,154, e-mail: ivan.kurdish2016@gmail.com
[2]ННЦ «Інститут землеробства НААН» , вул. Машинобудівників,2-Б, смт.Чабани, Києво-Святошинського району, Київської обл.
[3]Прикарпатська ДСГДС ІСГ КР НААН, вул. Степана Бендери, 21а. м.Івано-Франківськ

Зростаюча чисельність населення нашої планети потребує підвищення ефективності рослинництва. Для покращення росту, розвитку та продуктивності рослин в сільськогоподарському виробництві широко застосовуються мінеральні добрива, пестициди та інші хімічні речовини, що стимулюють ріст і продуктивність рослин, захищають їх від негативних факторів довкілля. Однак, такий підхід супроводжується забрудненням навколишнього середовища, спричиняє негативний вплив на стан екосистем, знижує якість продуктів харчування, що шкодить здоров'ю людей.

Зважаючи на це в останні десятиріччя значна увага приділяється органічному рослинництву, його біологізації, важлива роль в якому належить застосуванню мікробних препаратів, здатних покращувати азотне, фосфорне живлення рослин, сприяти їх забезпеченню макро- і мікроелементами, захищати рослини від фітопатогенів, фітофагів та інших негативних факторів середовища.

В Інституті мікробіології і вірусології ім. Д.К.Заболотного НАН України, в Інституті сільськогосподарської мікробіології і агропомислового виробництва НААН та ряді інших наукових установ нашої країни розроблено ряд мікробних препаратів, застосування яких в фітоценозах значно покращує ріст, продуктивність рослин і не шкодить довкіллю. Однак, на даний час лише незначна кількість сільськогосподарських підприємств перейшла на органічне (синонім-біологічне) рослинництво.

Слід відмітити, що особливо помітний стимулювальний вплив на ріст і продуктивність рослин спричиняють комплексні мікробні препарати, виготовлені на основі двох чи більшої кількості мікроорганізмів. Одним з них є комплексний бактеріальний препарат Азогран, створений на основі взаємодії бактерій *Azotobacter vinelandii* IMB B-7076 і *Bacillus subtilis* IMB B-7023 з наночастками природних мінералів. Застосування цього препарату в агроценозах значно покращує ріст, розвиток газонних трав, квіткових, декоративних та хвойних рослин, підвищує врожайність злакових, технічних та овочевих культур на 18-37% .

Метою роботи було дослідження впливу комплексного бактеріального препарату Азогран на урожайність деяких сортів гречки при її вирощуванні в умовах органічного рослинництва в різних зонах України. Встановлено, що застосування даного препарату в органічному рослинництві значно підвищує врожайність різних сортів гречки. Так, бактеризація насіння гречки сорту Син 2/03 комплексним нанокомпозитним препаратом Азогран підвищує урожайність рослин на сірому лісовому легкосуглинистому грунті, у порівнянні до контролю, на 30% (Київська обл.).

Подібні результати отримані при застосуванні нанокомпозитного комплексного бактеріального препарату на рослинах гречки сорту Воля за вирощування на дерново-опідзоленому грунті Івано-Франківської області. За бактеризації насіння цих рослин нанокомпозитним комплексним бактеріальним препаратом Азогран врожайність зростала на 28,2%.

Отримані результати свідчать про високу ефективність та перспективність застосування комплексного бактеріального препарату Азогран в системі органічного землеробства.

ЕНЗИМАТИЧНА АКТИВНІСТЬ ДЕЯКИХ ПРЕДСТАВНИКІВ МІКРОСКОПІЧНИХ ГРИБІВ РОДУ *TRICHODERMA*

Матвієнко А.О., Савчук Я.І., Юр'єва О.М., Сирчін С.О.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К.Заболотного НАН України, м.Київ, Україна.
e-mail: nastiamatvienko2@gmail.com

Аскоміцети роду *Trichoderma* Pers (телеаморфа *Hypocrea* Fr.) представляють інтерес як з екологічної, так і з економічної точки зору. Рід налічує понад 350 космополітичних і опортуністичних (умовно-патогенних) видів, які можуть бути використані в сільському господарстві як агенти прямого біологічного контролю фітопатогенів, стимуляторів росту рослин, здатні підвищувати системну резистентність рослин, покращувати родючість ґрунту, продукувати ензими та вторинні метаболіти з антибіотичною дією. Сучасна таксономія на основі молекулярних маркерів поділяє рід на 10 визнаних кладів (монофілетичних груп). *T. koningii* і *T. viride* є репрезентативними видами кладу *Viride*, а *T. viride* визнано типовим представником роду. Дані види проявляють мікопаразитизм і можуть бути використані в органічному землеробстві як біофунгіциди на противагу застосуванню хімічних фунгіцидів. Біофунгіциди є екологічними засобами і не викликають розвиток резистентності у патогенів. Зазначені види входять до складу деяких комерційних біофунгіцидів, але не завжди виявляють достатню ефективність. Тому сучасні дослідження спрямовані на пошук локальних ізолятів, які адаптовані до регіональних біоценозів. Нами проведено скринінг більш ніж 100 ізолятів *Trichoderma* spp. методом дуальної культури. Встановлено, що штами *T. viride* 320, 1515 і *T. koningii* 7А, 1, ізольовані з ґрунтів Київської і Житомирської обл. України, мають високі антифунгальні властивості щодо ряду фітопатогенів. Мікопаразитизм вважається основою біоконтрольних властивостей грибів роду *Trichoderma* і обумовлений, головним чином, антибіозисом і гідролітичною дією ензимів.. Синтез ферментів, що розкладають клітинну стінку фітопатогенних грибів, хітиназ, ламінариназ і протеаз грибів роду *Trichoderma* вивчено недостатньо і тому має як науковий інтерес, так і практичне значення.

Культивування грибів проводили у рідкому середовищі Чапека з додаванням індукторів синтезу: колоїдний хітин для хітиназ (1,4-β-полі-N-ацетилглюкозамінідаза), біомасу водорості *Laminaria digitata* для ламінаринази (1,3-β-глюканаза), пептон та казеїн для визначення продукування протеаз. Для визначення хітинолітичної активності готували колоїдний хітин (водорозчинний полімер N-ацетилглюкозаміну) шляхом кислотного гідролізу механічно подрібнених раковин молюсків. Для визначення ламінариназної активності використовували ламінарин з креветок, а для протеолітичної – казеїн (Hammarsten).

Показано, що використання хітину, ламінарину і казеїну призводить до активної продукції ензимів. Встановлено, що хітиназна активність досліджених штамів *Trichoderma* складала 12-17, ламінариназа – 19-28 і протеолітична – 2,8-5,5 од/мл культурального фільтрату. Таким чином, досліджені ферменти є строго індуцибельними і потребують використання специфічних субстратів, як індукторів синтезу для продукції високих рівнів гідролітичної активності ферментів, специфічних до компонентів клітинної стінки патогенних грибів. Встановлено, що співвідношення штамів за дослідженими ензиматичними активностями можна представити у такому порядку 320 > 1515 > 7А > №1. Штам *T. koningii* 320 характеризувався найвищою активністю усіх досліджених ферментів, а штам *T. koningii* №1 проявляв найнижчі рівні активності. Отримані результати свідчать про те, що усі досліджені штами *Trichoderma* мають високий ензиматичний потенціал і можуть бути перспективними для подальших досліджень їх біоконтрольних властивостей *in vivo*.

БІОДЕСТРУКТОРИ ТА ЦЕЛЮЛОЗОЛІТИЧНА АКТИВНІСТЬ ҐРУНТУ АГРОЦЕНОЗІВ

Мовчан І.П., Ткач Є.Д.

Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна
e-mail: bio_eco@ukr.net

Функції агроексистеми безпосередньо залежать від біофізичних та біохімічних реакцій на межі поділу ґрунт–мікроорганізми–рослини. Зміна властивостей одного з цих компонентів викликає порушення рівноваги у всій системі. Беззаперечно всі процеси перетворення органічних і неорганічних сполук біосфери, родючість, екологічний та фітосанітарний стан ґрунтів залежить від структури та функціонування мікробіоценозу.

В питаннях конверсії соломи / післяжнивних решток в агроценозі допомагають сучасні біологічні препарати, які містять агрономічно-корисні мікроорганізми та продукти їх культивування. У переліку пестицидів і агрохімікатів України на початок 2024 року зареєстровано більше 25 біодеструкторів, які відрізняються за діючим агентом та рівнем активності. Це: Екостерн, Целюлад Л, Polymix, MicoCell, Вермистим Д, Біонорма Деструктор, Деструктор Стерні (ДЦ), Plantonit Destrutor, Біокомплекс-БТУ, Біосистемс, Органік Баланс, Лінгогумат, Ризобакт Гуміфікатор та багато інших.

Проведено тимчасовий польовий дослід з визначення ефективності біодеструкторів. Ефективність біодеструкторів у конверсії органічних решток оцінювали за целюлозолітичною активністю ґрунту агроценозу на 45, 150, 180 доби після внесення біопрепаратів. Схема досліду: 1. Контроль (стерильна вода), 2. бактеріальний деструктор Polymix (1 кг/га), 3. грибний деструктор MicoCell (1 кг/га), 4. Polymix 0,5 кг/га + MicoCell 0,5 кг/га. Деструктори вносили по органічним решткам кукурудзи, норма робочого розчину 330 л/га, після внесення проводилось дискування на глибину 8 см. Целюлозоруйнівну активність ґрунту визначали за зменшення маси фільтрувального паперу на пластинці ґрунту (метод Крістенсена).

Виявлено, що у всіх досліджуваних варіантах де вносили деструктори рівень целюлозолітичної активності був вище ніж на контрольному варіанті. Варто зазначити, що на 45 добу найвищий рівень целюлозоруйнівної активності був при застосуванні Мікоцелу у 2,5 рази, комбінація обох деструкторів сприяла збільшенню целюлозолітичної активності у 1,9 рази. Проте на весні (150 доба) дослідження рівень целюлозолітичної активності був вище при застосуванні комбінації біодеструкторів і становив 34 %, що у 2 рази вище порівняно з контролем. На 180 добу рівень целюлозолітичної активності для всіх варіантів де вносили деструктори були майже на одному рівні, в межах 20−23 %.

Отже, отримані результати застосування деструкторів окремо і в комплексі доводять, що розкладання органічної речовини внесеної в ґрунт протікає на високому рівні. Вважаємо, що це пов’язано з розвитком мікроорганізмів і прямопропорційно залежить від процесів деструкції та вільного вулецю в агроекосистемах. Експериментально встановлено, що целюлозоруйнівна активність ґрунту зростає у 2,1 – 3,2 рази, відносно контролю та залежить від варіанту дослідження.

Таким чином, дослідження впливу біодеструкторів на активність мікробіоценозу ґрунту агроценозу де зароблювались органічні/післяукісні рештки кукурудзи доводять перспективність застосування як бактеріального так і грибного деструкторів і їх комбінації при вирішенні питання з конверсією післяжнивних решток в агроекосистемах.

ОКИСНЕННЯ ЙОНІВ НІТРИТУ ТА ТІОСУЛЬФАТУ ФОТОТРОФНИМИ СІРКОБАКТЕРІЯМИ ЗА ВПЛИВУ СПОЛУК КАДМІЮ ТА ПЛЮМБУМУ

Мороз О.М., Яворська Г.В., Гнатуш С.О.

Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна,
e-mail: oksana.moroz@lnu.edu.ua

Фототрофні сіркобактерії у освітлених глибинних шарах водойм здійснюють аноксигенний фотосинтез, використовуючи CO_2 як джерело карбону, а H_2, Fe^{2+}, відновлені сполуки сульфуру, нітрогену, органічні субстрати як екзогенні донори електронів (Imhoff, 2021; Tanabe et al., 2024). Фототрофні зелені сіркобактерії у процесі фіксації CO_2 синтезують внутрішньоклітинні запасні речовини, глюкозу та глікоген, що робить їх перспективними для отримання недорогого органічного карбону (Горішний та ін., 2008; Tong et al., 2025). У затоплених сірчаних кар'єрах, стічних водах, інфільтратах сміттєзвалищ поряд із високим вмістом нітратів, нітритів, сульфатів, тіосульфатів, гідроген сульфіду, фосфатів, фенольних сполук тощо виявляють значні кількості важких металів (Тарабас та ін., 2017). Кадмій, плюмбум, меркурій, купрум, ферум, хром, нікель, цинк є найбільш небезпечними забруднювачами довкілля (Wonorahardjo et al., 2023). Адаптовані до стресових чинників штами фототрофних сіркобактерій викликають все більший інтерес дослідників у зв'язку з можливістю їх успішного використання для біоремедіації водойм (Sepúlveda-Muñoz et al., 2023). Метою роботи було дослідження впливу сполук кадмію та плюмбуму на окиснення йонів нітриту та тіосульфату фототрофними сіркобактеріями, виділеними з техногенного озера Яворівське.

Бактерії *Chlorobium limicola* ІМВ К-8, *Lamprocystis* sp. Ya-2003 та *Thiocapsa* sp. Ya-2003 культивували впродовж 10 діб у середовищі Ван Ніля з $NaNO_2$ або $Na_2S_2O_3$ (4,2 мМ) та $CdCl_2{\times}2{,}5H_2O$ або $Pb(NO_3)_2$ за освітлення, безкисневих умов, температури 28 °С. Сполуки металів додавали до середовища за концентрацій: 0,0 (контроль); 1,0; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 мМ. Біомасу визначали турбідиметричним, концентрацію $S_2O_3^{2-}$ у культуральній рідині – титрометричним, концентрації NO_2^-, NO_3^- та SO_4^{2-} – спектрофотометричним методами (Гудзь та ін., 2014). Вміст глюкози та глікогену визначали у безклітинних екстрактах *C. limicola* ІМВ К-8 ферментативним методом (Гончар, 1998).

Найбільше інгібування росту бактерій спостерігали у середовищах з $NaNO_2$ та $Na_2S_2O_3$ і 4,0 мМ $CdCl_2{\times}2{,}5H_2O$ або $Pb(NO_3)_2$. Так, біомаса *C. limicola* ІМВ К-8 знизилась у 3,3–5,1 та 4,3–6,1 рази, *Lamprocystis* sp. Ya-2003 – у 3,3–3,4 та 3,2–3,8 рази, а *Thiocapsa* sp. Ya-2003 – у 5,1–5,4 та 3,9–5,7 рази, порівняно з контролем. Ефективність окиснення NO_2^- та $S_2O_3^{2-}$ *C. limicola* ІМВ К-8, *Lamprocystis* sp. Ya-2003 та *Thiocapsa* sp. Ya-2003 знижувалась на 35,05–35,47, 26,95–38,81 та 30,98–53,23% за впливу 4,0 мМ $CdCl_2{\times}2{,}5H_2O$ і на 37,98–73,05, 34,37–44,70 та 26,25–61,77% за впливу 4,0 мМ $Pb(NO_3)_2$, порівняно з контролем. Бактерії *C. limicola* ІМВ К-8, *Lamprocystis* sp. Ya-2003 та *Thiocapsa* sp. Ya-2003 утворювали NO_3^- або SO_4^{2-} за впливу 4,0 мМ $CdCl_2{\times}2{,}5H_2O$ у 2,4–4,3, 3,0–3,2 та 4,5–5,0 рази менше, а за впливу 4,0 мМ $Pb(NO_3)_2$ – у 2,2–2,7, 3,6–4,5 та 4,1–6,2 рази менше, ніж у контролі. Зі збільшенням концентрацій $CdCl_2{\times}2{,}5H_2O$ та $Pb(NO_3)_2$ у середовищах з $NaNO_2$ та $Na_2S_2O_3$ збільшується нагромадження внутрішньоклітинних вуглеводів *C. limicola* ІМВ К-8, порівняно з контролем. Найбільше бактерії нагромадили вуглеводів у середовищах із $CdCl_2{\times}2{,}5H_2O$ та $Pb(NO_3)_2$ за концентрації 4,0 мМ: глюкози – 17,00–25,04 та 21,82–23,00 мг/г сухої маси клітин, що у 2,0–2,1 та 2,1–2,9 рази більше, ніж у контролі, глікогену – 89,21–91,83 та 82,43–87,27 мг/г сухої маси клітин, що у 2,1–2,5 та 2,2–2,3 рази більше, ніж у контролі. Отже, сполуки кадмію та плюмбуму (2,0–4,0 мМ) інгібують нагромадження біомаси, знижують ефективність окиснення бактеріями NO_2^- та $S_2O_3^{2-}$, утворення NO_3^- або SO_4^{2-}, але стимулюють синтез внутрішньоклітинних вуглеводів *C. limicola* ІМВ К-8.

ЗДАТНІСТЬ АКТИНОБАКТЕРІЙ РОДУ *RHODOCOCCUS* ДО БІОДЕСТРУКЦІЇ ДЕЯКИХ ФАРМАЦЕВТИЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН – МІКРОЗАБРУДНЮВАЧІВ ДОВКІЛЛЯ

Ногіна Т.М., Кістень О.Г., Підгорський В.С.
Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна.
e-mail: tnogina@ukr.net

Забруднення довкілля фармацевтично активними речовинами (ФАР) є однією із нових екологічних проблем сьогодення. Серед фармацевтичних відходів найбільш розповсюдженими є ФАР, що містять нестероїдні протизапальні лікарські препарати (НПЗП), зокрема, аспірин та ібупрофен. Накопичення НПЗП у навколишньому середовищі загрожує живим організмам природних екосистем і здоров'ю людини. Значну роль у природних процесах очищення довкілля від ФАР відіграють актинобактерії роду *Rhodococcus*. Метою роботи було визначення здатності представників роду *Rhodococcus* до біодеструкції аспірину та ібупрофену, а також, способів їх адаптації до засвоєння цих фармпрепаратів.

Штами родококів культивували на рідкому мінеральному середовищі RS протягом 7 діб за температури 28 °С в умовах перемішування. Аспірин (0,2 г/л) та ібупрофен (0,1 г/л) вносили у середовище у формі таблетованих лікарських засобів з простроченим терміном придатності або фармацевтичних субстанцій. Кількість ФАР визначали методом високоефективної рідинної хроматографії. Склад жирних кислот клітин досліджували за допомогою хромато-мас-спектрометричної системи Agilent 6800N/5973 inert (Agilent Technologies, US). Активність каталази оцінювали спектрофотометрично. Встановлено, що через 7 діб росту в присутності 0,1 % глюкози як косубстрату штам *R. erythropolis* УКМ Ac-51 повністю засвоював аспірин, а штам *R. erythropolis* УКМ Ac-23 − 78,1 % ібупрофену. В процесі біодеструкції ФАР відбувалися значні зміни у жирнокислотному складі клітин. Так, порівняно з ростом на глюкозі, клітини, вирощені на ФАР містили в 4,2-4,7 рази менше ненасиченої кислоти (С18:1 цис-9) і в 1,5-2,0 рази більше метил-розгалуженої кислоти (10Me-C18:0). Крім того, за умов засвоєння родококами ФАР спостерігалося збільшення у 2,7 рази співвідношення прямоланцюгових насичених і ненасичених жирних кислот. Це свідчить про участь жирних кислот клітин родококів у їх адаптації до токсичної дії досліджених ФАР, а підвищення ступеня насиченості жирних кислот є однією з основних реакцій клітин на присутність ФАР у середовищі. Виявлено, що початкове значення активності ферменту каталази у досліджених штамів дорівнювало 1,2 мкмоль/хв × $ОГ_{492}$. Протягом першої доби культивування спостерігалося зниження активності цього ферменту у обох штамів, що можна пояснити перебуванням клітин у лаг-фазі росту. Подальше підвищення активності каталази, яка досягала максимального значення у штаму *R. erythropolis* УКМ Ac-51 на другу добу росту на аспірині (1,4 мкмоль/хв × $ОГ_{492}$), а штаму *R. erythropolis* УКМ Ac-23 − на третю добу росту на ібупрофені (1,7 мкмоль/хв × $ОГ_{492}$), ймовірно, пояснюється тим, що в умовах окисного стресу клітини витрачають свою енергію на захисні антиоксидантні ферментативні реакції, оскільки їхні альтернативні антиоксидантні системи (полісахариди, каротиноїди, міколати трегалози) не забезпечують ефективного захисту клітин від активних форм кисню. Зниження протягом четвертої доби активності каталази у всіх варіантах дослідів можна пояснити переходом клітин до стаціонарної фази росту і уповільненням клітинного метаболізму.

Таким чином, згідно наших даних, штами *R. erythropolis* УКМ Ac-51 і УКМ Ac-23 здатні до біодеструкції аспірину та ібупрофену і перспективні для використання в біотехнологіях очищення довкілля від цих фармполютантів. Основними способами адаптації родококів до засвоєння аспірину та ібупрофену є зміни у складі жирних кислот клітин, а, також, залучення каталазного захисту клітин від індукованого цими фармпрепаратами окисного стресу.

СТРУКТУРА МІКОБІОМУ ҐРУНТІВ РИЗОСФЕРИ УРАЖЕНИХ ХВОРОБАМИ ДЕРЕВ У ПАРКАХ ЛЬВОВА

Оліферчук В.П., Кендзьора Н.З.
Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна. e-mail: victorijaoliferchuk@gmail.com

Вивчення мікобіому ґрунтів паркових біоценозів та вплив на їх мікоризні взаємодії є перспективним напрямком досліджень в урбанізованих екосистемах. Важливе збереження кожного дерева, продовження часу його життя та підвищення імунітету, що дозволить вивчати та позитивно регулювати мікробо- та мікоценози, пов'язані з урбанізацією. Нами вивчено структуру мікобіому ґрунтів ризосфери уражених хворобами дерев у парках Львова та можливість застосування біотехнології, яка б знизила фон патогенів, підняла імунітет рослин та продовжила їм життя. Для цього протягом 2024 року посезонно було відібрано 180 зразків ґрунту у парках ППСПММЗ «Залізна Вода», Святого Івана Павла ІІ Папи Римського та Скнилівському у м. Львові. Ґрунт відбирали у місцях з різним ступенем дигресії рослинного покриву, а також аналізували ґрунт ризосфери хворих дерев. Дослідження ґрунтів передбачало наступні етапи: визначення структури мікобіому і вміст у ньому патогенів, які послаблюють імунітет та викликають захворювання у рослин; виявлення мікроорганізмів-антагоністів, які можуть конкурувати з патогенами та захищати рослини від інфекцій; розробка біологічних методів догляду та захисту за рослинами для зменшення впливу патогенів та покращення здоров'я паркових насаджень. В результаті досліджень, виявлено деякі закономірності у розвитку інфекційного процесу у вікових деревах та загалом у паркових фітоценозах. Поряд з цим є різниця у характері такого розповсюдження, яке пов'язане з видовим складом дерев у парках Львова та ступенем рекреаційного навантаження. У місцях з 3–5-тою стадією рослинної дигресії у ґрунтах всіх досліджуваних парків зустрічався *Penicillium canescens.* Він був виділений з ризосфери хворих буків у насадженнях парку ППСПММЗ «Залізна Вода», і становив 11% від усіх виділених видів, а також з ґрунтів у Скнилівському парку у кількості 13% від усієї кількості видів та з ризосфери хворих ясенів у кількості 15%. З ґрунтів у парку Святого Івана Павла ІІ Папи Римського у кількості 10% від загального числа видів. Ці гриби мають мутагенну та цитостатичну дію, і у кількості, яка перевищує норму у ризосфері досліджуваних рослин, впливають на загальну кількість та видовий склад анаморфних грибів ґрунтів та розвитку патогенів. У всіх досліджуваних екотопах з 3–5-тою стадією рослинної дигресії були виявлені види *Aspergillus fumigatus* та *A. niger*, види роду *Fuzarium* які володіють високою загальною токсичністю, імуносупресивною дією, а також мутагенними властивостями. Їх надмірна присутність у ґрунті та у ризосфері рослин (близько 25-32% у ризосфері рослин у різних парках, при нормі 3-5%) знижує імунітет рослин і сприяє розповсюдженню вторинної інфекції, такої як кореневі гнилі, ураженням комахами, і, як наслідок, випаданням з насадження дерев. У парку ППСПММЗ «Залізна Вода» була застосована біотехнологія, яка передбачала введення у ризосферу хворих рослин біологічних препаратів Міковітал (діючий агент ендофіт чорного трюфеля *Vitasergia svidasoma* Oliferchuk), Флорабацилін (діючий агент *Bacillus subtilis)*, біочар (стабільна тверда речовина, утворена шляхом піролізу та багата на вуглець) і поживних речовин пролонгованої дії: лігнінові гранули та компост із Львівської станції переробки органічних решток. Застосована технологія знизила вміст патогенів у ризосфері дерев з 32% до 9%. Дослідження ґрунтових анаморфних грибів, пов'язаних із міськими парками, є вирішальним кроком до кращого розуміння ролі цих організмів у контролі функціонування та здоров'я міського середовища та до управління сталим розвитком міських зелених насаджень. Дослідження свідчать про те, що управління міськими зеленими насадженнями вимагають ширшого та більш комплексного бачення, яке враховує не лише естетичні та соціальні аспекти, але й екологічне здоров'я та довгострокову стійкість екосистем.

МІКОВІРУСИ ТА МІКОПРІОНИ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Пилипенко Л. М., Єгорова А. В., Єриганов К. В.
Одеський національний технолоічний університет, м. Одеса, Україна,
e-mail: yeryganov.onaft@gmail.com

Мікроорганізми мають вирішальне значення в безпеці харчових продуктів і технологіях їх отримання як робочі організми або збудники псування і харчових захворювань. Зокрема це міцеліальні гриби, що застосовуються у виробництві деяких сирів, ковбас, зброджених соусів і т.п., та дріжджі, які виконують головну роль у хлібопеченні та бродильних виробництвах. З середини XX сторіччя відомі міковіруси – віруси, що вражають гриби (міцеліальні та дріжджі), а трохи пізніше були відкриті грибні пріони – білкові негенетичні інфекційні агенти.

Віруси й пріони грибів майже не викликають морфологічних змін у хазяїв, але можуть викликати культуральні та біохімічні зміни. Культуральні зміни полягають у зміні кольору колоній на твердому середовищі та швидкості радіального росту колонії, а біохімічні – у модифікації ферментативної активності щодо засвоєння певних речовин та виділення певних метаболітів назовні.

Міковіруси. Міковіруси дуже поширені у світі грибів та останнім часом вони привернули увагу вчених у розрізі впливу на технологічне використання їхніх хазяїв. У дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* присутність міковірусу спричиняє появу так званого «фенотипу кілера», тобто здатності вбивати клітини інших дріжджів шляхом виділення позаклітинних токсинів. У фітопатогенних грибів виявлено вплив міковірусів на їхню вірулентність, привабливість для мікофагів та пригнічення виділення мікотоксинів. Це відкриває ряд перспектив використання міковірусів для потреб харчової промисловості:

– у виноробстві та пивоварінні – для боротьби зі шкідниками бродіння та дріжджами-збудниками псування вин та пива, імовірно також прискорення бродіння;

– у сироварінні – прискорення дозрівання сирів з блакитною або білою пліснявою;

– у біотехнології – для полегшення та прискорення росту продуцента, підвищення його продуктивності;

– у фітопатології – як метод боротьби з фітопатогенними грибами та накопиченням мікотоксинів у рослинах.

Мікопріони. Пріони – це білкові молекули, що зароджуються всередині самого організму, мають аномальну структуру та шляхом взаємодії змінюють інші білки на собі подібні. У грибів пріони мають амілоїдну природу. У людини й тварин пріони викликають смертельні захворювання (енцефалопатії), а у грибів – певні біохімічні зміни. Ці зміни полягають у модифікації певних аспектів ферментативної активності, що може мати важливе значення для технологічного використання дріжджів. Однак на відміну від вірусів, пріони є неспадковим фактором і при брунькуванні дріжджів брунька може отримати малу кількість пріону та потребувати часу на її відновлення. Крім того, пріони діють лише в межах однієї культури, ураженої ними. Тому пріони вбачаються істотно менш перспективними в технологічному використанні. Крім того, невідомий вплив мікопріонів на організм людини, а їхнє знищення значно учкладнене їхньою надзвичайною стійкістю.

ВПЛИВ МОДИФІКУВАННЯ КАТІОННОЇ ЧИ АНІОННОЇ ПІДГРАТОК КАЛЬЦІЙ ФОСФАТУ АПАТИТОВОГО ТИПУ НА АНТИБАКТЕРІАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ

Прохоренко Д.К.[1,2], Гринюк І.І. [1,2], Комащенко Є.О.[2], Василюк О.М.[3], Струтинська Н.Ю.[2]

[1]КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна
[2]Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна
[3] Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна. e-mail: pdmytro378@gmail.com

Розробка сучасних матеріалів-замінників кісткової тканини чи синтетичних матеріалів для її контрольованого відновлення на основі кальцій фосфатів передбачає пошук шляхів впливу на їх функціональні властивості у тому числі і антибактеріальну дію на різні штами мікроорганізми. Одним із таких підходів є легування кальцій фосфатів мікроелементами або аніонами різної природи. Метою роботи був синтез кальцій фосфатів, легованих комплексом різних кількостей мікроелементів натрій (0,6мас% чи 1,7 мас%), магній (0,6 мас% чи 1,8мас%) та карбонат (3мас%) чи борат- (3мас% чи 6мас%) аніонами і дослідження їх впливу на мікроорганізми *Staphylococcus aureus* та *Pseudomonas aeruginosa.*

Синтез зразків здійснено з водних розчинів з подальшим нагріванням при температурі 600 °С впродовж 2 годин. За даними рентгенівської дифракції на порошках синтезовані фосфати є монофазними та належать до гексагональної сингонії, просторова група $P6_3/m$ (апатитовий структурний тип). Результати ІЧ-спектроскопії підтверджують реалізацію часткового заміщення фосфату на карбонат чи борат-аніон, у тому числі і заміщення OH^-- групи на BO_2^-. Отримані модифіковані фосфати кальцію різного складу у кількостях 5, 10 та 20 мМ досліджували проти умовно-патогенних мікроорганізмів: *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 *та Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027.

Аналіз впливу різних кількостей мікроелементів натрію та магнію у складі карбонатзаміщених апатитів виявив незначний вплив на досліджувані штами мікроорганізмів. Тільки кальцій фосфат з найбільшим вмістом катіонів магнію ($Ca_{8.875}Na_{0.25}Mg_{0.75}(PO_4)_{5.5}(CO_3)_{0.5}(OH)_2$ пригнічував ріст штаму *P.aeruginosa* через 24 год інкубації у 14 та 36 разів порівняно з контролем при його додаванні у кількостях 10 та 20мМ відповідно. *S. aureus* були менш чутливими до дії зразків із вмістом натрію та магнію у складі карбонатзаміщених апатитів – лише 20 мМ $Ca_{9.125}Na_{0.75}Mg_{0.25}(PO4)_{5.5}(CO3)_{0.5}(OH)_2$ спричиняв десятикратне пригнічення росту бактерій *S. aureus*. Легування кальцій фосфатів апатитового типу борат-аніаном покращує їх антимікробні властивості. Встановлено, що зразок, що містив по 0,6мас% катіонів натрію і магнію та борат-аніон (3мас%) пригнічував ріст *S. aureus* у 11 разів через 24 год інкубації з ним у кількості 10 мМ та ріст *P. aeruginosa* – у 12 разів за умови додавання 5 та 20 мМ даного зразку. Для фосфату з таким же вмістом мікроелементів та вдвічі більшим вмістом борату (6мас%) виявлено дозозалежний вплив на *S. aureus* – 11-кратне зниження життєздатності при внесенні 5 та 10 мМ та стократне – при 20 мМ зразку через 24 годин інкубації. *P. aeruginosa* виявилися менш чутливим до дії даного зразку – спостерігалося близько 11-кратне пригнічення росту незалежно від кількості внесеного зразку (5-20 мМ). Таким чином, одержані результати свідчать, що підхід легування кальцій фосфатів апатитового типу борат-аніаном дозволяє покращувати антибактеріальні властивості синтетичних матеріалів, що є особливо важливим при їх використанні у клінічній практиці. Роботу виконано за фінансової підтримки Національного фонду досліджень України (реєстраційний номер №2023.03/0109).

ВИКОРИСТАННЯ ІММОБІЛІЗОВАНОЇ БІОТИ ВОЛОКНИСТОГО НОСІЯ «ВІЯ» ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ МАЛИХ РІЧОК

Рильський О.Ф.[1], Домбровський К.О.[1], Петруша Ю.Ю.[2]

[1]Запорізький національний університет, м. Запоріжжя, Україна
[2]Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя, Україна. e-mail: rylsky@ukr.net

Для ефективного очищення поверхневих вод, а саме, вод малих річок, необхідно створювати додаткові біоінженерні пристрої. Інтенсифікація очищення забруднених вод заснована на тому, що у річці встановлюють волокнистий носій типу «ВІЯ», на якому швидко наростає щільна іммобілізована біомаса бактерій-деструкторів та організмів зооперифітону. Кількість іммобілізованих на носієві бактерій на 2,5 порядки більша порівняно з вільноплаваючими бактеріями, перед встановленою системою і після неї.

Запропонована біотехнологія була апробована нами упродовж 2021-2024 років для очищення малої річки Капустянка в межах м. Запоріжжя в рамках науково-дослідної роботи «Біологічне доочищення води, що потрапляє в річку Капустянка», договір № 20/2021/2902. Волокнистий носій «ВІЯ» був встановлений в даному водотоці у вигляді капронових фалів для кріплення елементів біологічного очищення води в тому місці, де вода дуже добре насичується розчиненим киснем. Тобто стаціонарні конструкції із штучним волокнистим носієм типу «ВІЯ» було змонтовано нижче міні-ГЕС, де після аерації води, вона відразу потрапляє до р. Капустянка.

За період дослідження угруповань зооперифітону волокнистого носія «ВІЯ» в умовах малої річки Капустянка в його складі постійно були присутні представники тільки 4 систематичних груп – інфузорії, коловертки, олігохети та черевоногі молюски з домінуванням першої групи за кількістю таксонів. Серед бделоїдних коловерток в угрупованні зооперифітону постійно зустрічався й мав високі показники щільності – єдиний представник, вид *Rotaria rotatoria* (Pallas). Трофічна структура угруповань зооперифітону штучного носія «ВІЯ» представлена 6-ма трофічними групами: бактеріо-детритофагами, бактеріо-альго-детритофагами, детритофагами, омніфагами (всеїдними організмами), альгофагами та хижаками.

Переваги застосування сучасної біотехнології полягають в наступному: водотоки, в даному випадку малі річки, можуть бути використані як локальні очисні споруди. Запропонована біотехнологія не потребує примусової аерації води та витрат електричної енергії на її використання. Інтенсивне насичення води киснем повітря відбувається внаслідок того, що штучний носій «ВІЯ» розташований у водотоці відразу після міні-ГЕС. Також запропонований спосіб очищення води малих річок реалізується за принципом «біоконвеєра», де у локальному просторі сконцентрована максимальна біомаса мікроорганізмів-деструкторів та інших гідробіонтів, які трофічно утримуються на волокнистому носієві. В цілому, біотехнологія дозволяє провести деструкцію більшості сполук органічно-синтетичної природи та знизити концентрацію нафтопродуктів, що потрапляють у воду річок з промислових або зливових стоків.

АНТИПРОЛІФЕРАТИВНА АКТИВНІСТЬ ВТОРИННИХ МЕТАБОЛІТІВ БАКТЕРІЙ ЧОРНОГО МОРЯ

Філіпова Т.О., Галкін Б.М., Семенець А.С., Фіногенова М.О.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна.
e-mail: tphilippova@ukr.net

Морські мікроорганізми є ефективним джерелом для одержання природних сполук з новими структурними характеристиками і володіють унікальними біологічним властивостями. Вони синтезують різноманітні за структурою, специфічністю та біологічною активністю вторинні метаболіти: антибіотики, протипухлинні сполуки, біосурфактанти, тощо.

Визначити протипухлинну активність in vitro суміші вторинних метаболітів морських представників *Alcaligenes, Bacillus* й *Pseudomonas* за їх моно- та ко-культивування.

З поверхні мідій *Mytilus galloprovincialis* були виділені бактерії: *Alcaligenes faecalis*, три штами *Pseudomonas* sp. M1, M3 та M4, два штами *Bacillus*: *Bacillus subtilis* MC3 та *Bacillus atrophoeus* MH4. Етилацетатні екстракти були отримані з 5-денних моно- та ко-культур цих бактерій. Ко-культури містили один грампозитивний та один грамнегативний штам. Протипухлинну активність оцінювали на двох клітинних лініях: HCC та CCA. Клітинні лінії HCC та CCA були виділені з первинних пухлин печінки мишей, як описано. Отримані клітинні лінії HCC та CCA культивували у модифікованому середовищі Ігла Дульбекко (DMEM; Gibco, США), доповненому 10% фетальною бичачою сироваткою (FBS; Gibco, США), 5% пеніциліном/стрептоміцином/глутаміном (Gibco, США) та 5% мінімальним незамінним середовищем незамінних амінокислот (MEM NEAA, Gibco, США). Клітини інкубували при 37°C у зволоженому інкубаторі з 5% вуглекислого газу. Інгібуючий ефект екстрактів візуалізували за допомогою аналізу фарбування кристалічним фіолетовим (CV).

Усі зразки метаболітів з монокультур чинили помірну пригнічувальну дію ріст пухлинних клітин лише за найвищих концентрацій: 250 та 500 мкг/мл. Вторинні метаболіти ко-культур частково пригнічують ріст пухлинних клітин за концентрацій 62,5 та 125 мкг/мл, а у концентраціях 250 та 500 мкг/мл зупиняють його практично повністю. У тестах з фібробластами та макрофагами цитотоксичного впливу досліджуваних вторинних метаболітів не спостерігалося. Окремі зразки з моно- та ко-культур підвищували ефективність гемцитабіну – препарату стандартної терапії, у субоптимальних концентраціях.

Найбільш перспективні результати показали ко-культурні екстракти штамів з віддалених бактеріальних родин. Подальші дослідження будуть спрямовані на встановлення механізмів протипухлинної активності вторинних метаболітів морських бактерій та визначення структури їх компонентів з використанням ТШХ та мас-спектрометрії.

СИНТЕЗ БІОСУРФАКТАНТІВ У МОНО- ТА КО-КУЛЬТУРАХ БАКТЕРІЙ ЧОРНОГО МОРЯ

Шаповал І.В., Галкін М.Б., Філіпова Т.О.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна.
e-mail: ivan875shapoval@gmail.com

Враховуючи, що бактеріальні біосурфактанти (БС) вивільняються як вторинні метаболіти, що беруть участь у біотичних відносинах у змішаних бактеріальних угрупованнях, була перевірена гіпотеза про те, що спільне культивування бактерій може посилювати їх синтез.

Мета дослідження. Порівняти синтез біосурфактантів морськими бактеріями родів *Bacillus* й *Pseudomonas* у суспензійних та біоплівкових культурах та визначити здатність БС витісняти і розріджувати нафту.

Матеріали та методи. У роботі були використані 2 штами бацил і 2 штами псевдомонад, вилучених с поверхні мідій Одеської затоки Чорного моря. 5-денне культивування проводили у колбах та у 6-лункових планшетах, поєднуючи у ко-культурах грам-негативні та грам-позитивні бактерії. Вилучення біосурфактантів здійснювали з без клітинних супернатантів за методом [García-Reyes et al., 2016]. Активність БС досліджували у тестах з витіснення нафти [Morikawa et al., 2000] та її розрідження [Roldán-Carrillo et al., 2011].

Результати дослідження. Найкращими продуцентами біосурфактантів у монокультурах виявилися штами *B. subtilis* МС3 та *P. aeruginosa* М3, а також *P. aeruginosa* М1 за культивування у біоплівках. Встановлено, що вміст біосурфактантів в монокультурах обраних штамів бактерій лежить в діапазоні мас від 2 мг до 107,1 мг при суспензійному культивуванні та в межах від 5,9 мг до 197,6 мг при біоплівковому культивуванні. Для усіх зразків БС, як з моно- так і ко-культур зафіксований прямий зв'язок між активністю та концентрацією біосурфактантів в діапазоні 62,5, 125 та 250 мкг/мл. Найбільш ефективними у тесті з витіснення нафти виявилися біосурфактанти біоплівкової ко-культури *P. aeruginosa* М1+*B. atrophoeus* МН4. Вони також суттєво розріджували густу нафту: за концентрації 250 мкг/мл активність була вищою за контроль більш ніж у 3 рази.

Висновки. Спільне культивування двох штамів позитивно впливало на ефективність виробництва біосурфактантів та їх активність. Поверхнево-активні речовини морських бактерій мають потенціал застосування у біоремедіації довкілля та у нафтовидобувної промисловості.

РОСЛИННО-МІКРОБНА ВЗАЄМОДІЯ В СИСТЕМІ *GLYCINE MAX* / ЕНДОФІТНІ ГРИБИ

Шаховніна О.О., Копилов Є.П. Надкернична О.В.
Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, м. Чернігів, Україна. e-mail: helenshah@ukr.net

Ендофітну мікобіоту сої сорту Арніка (оригінатор – Інститут землеробства НААН України), що вирощувалася на дерново-підзолистому ґрунті, формували мікроміцети родів *Penicillium, Chaetomium, Trichoderma, Fusarium, Verticillium, Phoma*. Для дослідження впливу на рослини сої було відібрано ізоляти *Penicillium* sp. 2221, *Chaetomium* sp. 2061, *Trichoderma* sp. 2227, оскільки дані літератури свідчать, що представники зазначених родів характеризуються позитивною дією на рослини сої та інших сільськогосподарських культур [Khan, Lee, 2013; Yurieva et al., 2018; Bilal et al., 2019; Toghueo, Boyom, 2020; Sallam et al., 2021; Kim et al., 2022; Farhat et al, 2023;], в той час як гриби родів *Fusarium, Verticillium* та *Phoma* описані переважно як фітопатогени багатьох видів культурних рослин [Bhosale, Jadhav, 2013; Швартау зі співавт., 2016; Sun et al., 2016; Zhou et al., 2018; Xu et al., 2019; Chang et al., 2020; Deb et al., 2020; Sultana, Hossain, 2022; Salmaninezhad et al., 2022]. Результати вегетаційного досліду засвідчили, що передпосівна обробка насіння сої спорами ендофітних грибів позитивно вплинула на ростові показники рослин (висоту, надземну масу і масу коренів). Всі досліджувані штами сприяли достовірному підвищенню висоти інокульованих рослин на 11,9–13,3 % проти контролю. Використання для інокуляції насіння *Chaetomium* sp. 2061 і *Trichoderma* sp. 2227 забезпечило збільшення надземної маси висушених рослин на 12,7 і 14,3 % відповідно. Маса сухої речовини коренів збільшувалася на 10.5% у варіантах із застосуванням *Penicillium* sp. 2221 та *Chaetomium* sp. 2061. Оскільки досліджувані ендофітні гриби сприяли підвищенню ростових показників рослин сої, становило інтерес дослідити їхню дію на функціонування симбіотичної системи *Glycine max–Bradyrhizobium japonicum*. Ґрунт, використаний для проведення вегетаційного досліду, містив популяцію бульбочкових бактерій сої, сформовану в результаті вирощування цієї сільськогосподарської культури у попередні роки, тому в контрольному варіанті формувалося в середньому 15 бульбочок на одну рослину. За передпосівної обробки насіння спорами ендофітних грибів відмічали тенденцію до збільшення як кількості, так і маси бульбочок на коренях рослин, що можна пояснити їхньою здатністю продукувати фітогормональні речовини. Нітрогеназна активність бульбочок за використання досліджуваних штамів ендофітних грибів підвищувалася на 25,2–56,2 %. Поряд з вивченням дії досліджуваних ендофітних грибів на ростові і симбіотичні показники рослин сої важливо було оцінити їхній вплив на фосфорне живлення інокульованих рослин, адже фосфор відіграє ключову роль практично у всіх основних метаболічних процесах, зокрема, фотосинтезі, диханні, енергетичному обміні, макромолекулярному біосинтезі та біологічній азотфіксації у бобових. Як свідчать одержані результати, вміст фосфору (P_2O_5) у надземній масі контрольних рослин становив 0,643 %. За передпосівної обробки насіння спорами ендофітних грибів спостерігали підвищення вмісту фосфору до 0,680 %, 0,783 % 0,729 % у варіантах із застосуванням *Penicillium* sp. 2221, *Chaetomium* sp. 2061 і *Trichoderma* sp. 2227 відповідно.

Отримані нами результати про здатність ендофітних грибів родів *Penicillium, Trichoderma* і *Chaetomium* позитивно впливати на ростові показники і симбіотичний апарат сої, активність фіксації молекулярного азоту, фосфорне живлення рослин, доповнюють експериментальні дані інших дослідників щодо багатофункціонального впливу зазначених грибів на рослини.

ЕНДОФІТНІ БАКТЕРІЇ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ФІТОПАТОГЕННІ БАКТЕРІЇ ЗЕРНОБОБОВИХ РОСЛИН

Шевчук Н.В., Патика В.П.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУкраїни, м.Київ, Україна.
e-mail:nadia.shevchuk.48@ukr.net

Традиційно підходи до боротьби із захворюваннями в агрофітоценозах сільськогосподарських включають розведення стійких сортів сільськогосподарських культур, гігієну для запобігання поширення забрудненого ґрунту чи насіння та фунгіциди для знищення потенційних бактеріальних фітопатогенів. Проте зростання занепокоєння щодо впливу фунгіцидів на навколишнє середовище та залишків цих речовин у продуктах харчування поставили на порядок денний питання щодо необхідності заміни їх безпечними альтернативними засобами захисту, зокрема біологічного контролю хвороб рослин. Біологічний контроль відіграє важливу роль у боротьбі з хворобами рослин без порушення флори та фауни, а також підвищує родючість ґрунту. Агенти біоконтролю вважаються екологічним підходом, що використовується для зниження сприйнятливості до інфекцій шляхом посилення імунітету хазяїна, викликаючи імунну відповідь через секрецію різних типів біологічно активних сполук, включаючи антибіотики, сидерофори та сигнальні молекули. Протягом останніх двох десятиліть різні види бактерій були охарактеризовані та використані в різних частинах світу як агенти біоконтролю (АБК).

Використання ендофітних бактерій забезпечує ефективні рішення для сталого підвищення продуктивності сільського господарства і може використовуватися як доповнення або альтернатива агрохімікатам. Зміна аграрних технологій у бік використання природних рішень може безпосередньо сприяти вирішенню глобальних проблем продовольчої безпеки та екологічної стійкості. Однак мікробні інокулянти використовуються в сільському господарстві вже кілька десятиліть з непостійною ефективністю. Основні причини такої нестабільної ефективності пов'язані з конкуренцією з місцевою мікробіотою ґрунту та нездатністю колонізувати рослини. Ендофітні вирішують обидві ці проблеми, що потенційно робить їх кращими кандидатами на роль мікробних інокулянтів. Наразі відомо кілька можливих механізмів пригнічення фітопатогенів ендофітними бактеріями: зокрема, конкуренція з патогенами за екологічну нішу/субстрат (сидерофори) в ризосфері; продукування антибіотиків (циклічні ліпопептиди, ітурин, фенгіцин) та протигрибкових речовин (2,4-діацетилхлорглюцинол); продукування позаклітинної хітинази та ламінаринази: виробництво летких органічних сполук (таких як 2,3-бутандіол та ацетоїн, які діють як сигнальні молекули, що опосередковують взаємодію між рослинами та мікробами), які можуть сильно пригнічувати ріст патогенів на різних хазяїнахта стимулювати ріст рослин за рахунок індукованої системної стійкості (ISR). В останні десятиліття велика кількість бактерій була використана для виробництва метаболітів. Деякі з метаболітів, які продукують бактеріальні ендофіти, мають широкий спектр дії та діють проти різних груп мікроорганізмів. Деякі види *Bacillus* і *Pseudomonas* продукують велику кількість антимікробних продуктів, які діють проти патогенних грибів, нематод, бактерій, гельмінтів тощо. *Bacillus amyloliquefaciens* сприяє кращому засвоєнню поживних речовин, росту рослин, виробленню гормонів і сидерофорів, а також позаклітинних ферментів. Синтез антимікробних метаболітів модулюється екзогенними та ендогенними факторами, додаванням добрив, джерел вуглецю та мінералів.Деякі біоконтролюючі штами, такі як *P. aeruginosa* та *P. fluorescens*, мають хітинолітичну активність, яка руйнує хітин у клітинній стінці.

Таким чином, використання ендофітнихбактерій, що стимулюють ріст рослин (PGPR), відкриває нові можливості для екологічного й ефективного управління фітопатогенами та підвищення врожайності сільськогосподарських культур.

МЕТОДИ ВИДІЛЕННЯ ПРОТЕОЛІТИЧНИХ ФЕРМЕНТІВ З МІКРООРГАНІЗМІВ

Шкарлат П.А., Мітіна Н.Б.

Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, Україна.
e-mail: pavelshkarlat99@gmail.com

Протеолітичні ферменти (протеази) відіграють ключову роль у багатьох біологічних процесах, а також мають широке застосування в промисловості, медицині та наукових дослідженнях. Мікроорганізми, такі як бактерії, гриби та дріжджі, є важливими джерелами цих ферментів завдяки їхній здатності до швидкого росту, генетичній різноманітності та можливості оптимізації умов культивування. Виділення протеаз з мікроорганізмів є складним багатоступеневим процесом, який включає вибір продуцента, культивування, екстракцію та очищення ферментів. У даному дослідженні розглянуто основні методи виділення протеолітичних ферментів, їх переваги та обмеження.

Першим етапом є вибір мікроорганізму-продуцента. Найпоширенішими продуцентами протеаз є бактерії роду *Bacillus* (зокрема *Bacillus subtilis*), гриби роду *Aspergillus* (*Aspergillus niger*) та актиноміцети (*Streptomyces spp*.). Вибір залежить від типу протеази (лужна, кисла чи нейтральна), умов її синтезу. Далі проводиться культивування мікроорганізмів у рідкому або твердому поживному середовищі. Для підвищення продуктивності часто оптимізують склад середовища (джерела вуглецю, азоту) та параметри культивування (температура, pH, аерація).

Наступним кроком є екстракція ферментів. Якщо протеаза є позаклітинною, її отримують із культуральної рідини шляхом центрифугування або фільтрації для видалення клітин. У випадку внутрішньоклітинних ферментів необхідне руйнування клітинних стінок, що може бути досягнуто механічними методами (ультразвук, гомогенізація) або хімічними (лізис буферними розчинами з детергентами). Отриманий екстракт зазвичай містить суміш білків, тому потрібне подальше очищення.

Очищення протеолітичних ферментів проводять у кілька етапів. Спочатку застосовують грубе фракціонування, наприклад, висолювання сульфатом амонію або осадження органічними розчинниками (етанол, ацетон). Цей метод дозволяє виділити білкову фракцію, збагачену ферментом. Для підвищення чистоти використовують хроматографічні методи: іонообмінну, гідрофобну або гель-фільтраційну хроматографію. Афінна хроматографія, що базується на специфічній взаємодії ферменту з лігандом, забезпечує найвищий ступінь очищення, але є дороговартісною. Завершальним етапом часто є діаліз або ультрафільтрація для видалення низькомолекулярних домішок і концентрування ферменту.

Ефективність методів залежить від кількох факторів: активності ферменту, його стабільності, наявності інгібіторів у сировині та економічної доцільності. Наприклад, висолювання є простим і дешевим методом, але може призводити до часткової денатурації білка. Хроматографічні методи, навпаки, забезпечують високу чистоту, але потребують спеціального обладнання та реагентів. Для оцінки якості очищення проводять аналіз активності ферменту та його чистоти.

Сучасні підходи до виділення протеаз включають використання біотехнологічних інновацій, таких як іммобілізація ферментів на носіях або генетична модифікація мікроорганізмів для надекспресії цільового ферменту. Ці методи дозволяють підвищити вихід і стабільність протеаз, що особливо важливо для їхнього промислового застосування (виробництво мийних засобів, обробка шкіри, фармацевтика).

Отже, виділення протеолітичних ферментів з мікроорганізмів є комплексним процесом, який вимагає комбінації традиційних і сучасних методів, тому дослідження продовжують розвиватися, відкриваючи нові можливості для біотехнологій.

ВПЛИВ ЕТАНОЛЬНИХ ЕКСТРАКТІВ З РОСЛИН НА *BACILLUS SUBTILIS*

Яворська Г. В., Воробець Н. М.

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79001, Україна
Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького
вул. Пекарська, 69, м. Львів, 79010, Україна, e.mail: halyna.yavorska@lnu.edu.ua

Рослини та їх екстракти містять різні біологічно активні та ароматичні сполуки, вміст і співвідношення яких зазвичай є видоспецифічним, що обумовлює все частіше їх застосування в харчовій промисловості та фармації як ароматизатори, барвники, антиоксиданти та антимікробні засоби (консерванти), а також підсилювачі смаку поживних речовин, ензими та харчові добавки (Mir et al., 2021). Усі частини рослин з лікувальними властивостями відіграють все важливішу роль у харчовій та фармацевтичній промисловості завдяки своїм функціям щодо профілактики та лікування захворювань (Nollet&Gutierrez-Uribe, 2018; Pattanayak, 2019; Abu-Shanab et al., 2004). Зростаюча кількість стійких до ліків патогенів викликає нагальну потребу в ідентифікації та виділенні нових біоактивних сполук з лікарських рослин. Предметом великої кількості досліджень є окремі біологічно активні сполуки, оскільки вони мають антиоксидантну, антибактеріальну (Anand et al., 2019), протигрибкову, протизапальну та протипухлинну дію (Compean et al., 2014). А рослини містять багато активних сполук, таких як алкалоїди, дубильні речовини, стероїди, глікозиди, смоли, феноли, леткі олії, флавоноїди, тощо (Amirifar et al., 2022), які в складі екстрактів рослин діють синергічно під час лікування ними. Рослини також виробляють інгібітори множинної лікарської стійкості (multi-drug resistance), які посилюють активність антимікробних сполук (Ahmad, Aquil, 2007; Sibanda, Okoh, 2008).

З огляду на це було вивчено антибактерійну активність екстрактів з різних органів декількох видів рослин щодо *Bacillus subtilis.* Використовували водно-етанольні екстракти (ВЕЕ), виготовлені з листків, квіток або суцвіть інтродукованих *Hemerocallis fulva* L., *Hemerocallis citrina* Baroni, *Buddleja officinalis* Maxim., *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.**,** *Ampelopsis brevipedunculata* (Maxim.) Trautv. та зібраних в природних умовах *Stachys palustris* L., *Galinsoga parviflora* (Cav.) і *Solidago virgaurea* L. згідно Державної фармакопеї України (співвідношення наважка: екстрагент = 1:20 (маса, г/об'єм, мл). ВЕЕ готували з водним етанолом різної концентрації: 20%, 60% та 96% методом мацерації упродовж 14 діб. У одержаних екстрактах визначали вміст поліфенольних сполук, флавоноїдів, проантоціанідинів, гідроксикоричних кислот, аскорбінової кислоти, хлорофілів і каротиноїдів спектрофотометричними загальноприйнятими фармакопейними методами. Антибактерійну дію екстрактів виявляли методом дифузії в агар в модифікації лунок. Сіяли газоном 0,2 мл суспензії (0,5 McFarland), виготовленої з однодобової культури *Bacillus subtilis* VKM B-408 на середовище ТСА і вносили 0,2 мл екстракту в лунки. Клали в термостат за температури 28±1 °С. Через 24 год вимірювали у мм діаметр зони затримки росту (ЗЗР) і оцінювали за шкалою Cappelli et al. (2021).

Встановлено, що ВЕЕ з окремих досліджених рослин мали інгібувальний вплив на досліджувану культуру бактерій. Зокрема, ВЕЕ квіток *H. fulva* і *H. citrina* спричиняли ЗЗР 17,6±2,0 і 14,3±0,3, відповідно; листків та квітів *B. officinalis* – 17,0±0,9 і 14,0±0,9, відповідно; *P. opulifolius* – 16,0±0,3**;** *S. palustris* – 16,3±0,7; *A. brevipedunculata* – 19,0±0,5; *G. parviflora* – 11,6±0,3 і листків та квітів *S. virgaurea* – 21,3±0,7 і 17,7±0,3 мм, відповідно. Одночасно, у екстрактах, які спричиняли інгібувальний вплив було виявлено високий вміст різних груп поліфенолів, аскорбінової кислоти, каротиноїдів.

Отже, на *Bacillus subtilis* впливають етанольні екстракти з *H. fulva, H. citrina, B. officinalis, P. opulifolius***,** *S. palustris, A. brevipedunculata, G. parviflora* і *S. virgaurea*, що має перспективу подальших досліджень.

DISTRIBUTION AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF EPIPHYTIC AND ENDOPHYTIC STRAINS OF AEROBIC SPORE-FORMING MICROORGANISMS FROM COTTON SEEDS (*GOSSYPIUM HIRSUTUM* L.)

Avdeeva L.V.[1], Kharhota M.A.[1], Kharchuk M.S.[1], Borovik V.O.[2], Kharchuk A.V.[1], Korol Ts.[1], Mozhaeva L.L.[1]

[1]*D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine.*
[2]*Institute of Climate-Oriented Agriculture of the National Academy of Agricultural Sciences, Khlibodarske, Ukraine*
email:kharkhotamaksim@gmail.com

Cotton (*Gossypium hirsutum* L) is an important agricultural crop that is critical for gunpowder production. Ukraine has experience in growing cotton, but its yield, as well as other crops yield, depends on the conditions of their cultivation, the impact of phytopathogenic bacteria and fungi on crops, as well as on soil fertility, associated with the spectrum of soil microbiota. Therefore, increasing cotton yield is strategically important for Ukraine. The solution to this problem is possible through the use of biological means of protecting cotton from phytopathogens, which also promote plant growth. Aerobic spore-forming microorganisms, and especially epiphytic and endophytic isolates, are promising agents for creating biological means of protecting cotton from phytopathogens. Therefore, the aim of our work was to establish the distribution and biological activity of epiphytic and endophytic strains of aerobic spore-forming microorganisms isolated from seeds of common cotton, which has been cultivated for a long time in the climatic conditions of southern Ukraine.

Epiphytic and endophytic strains were isolated by conventional methods for culturing isolates on LB and R2A media. Preliminary identification of the isolated strains was carried out by determining the profiles of whole-cell fatty acids. The ability to form pigments by the studied strains was determined by plating on glucose-mineral and tyrosine media, antagonistic activity by delayed antagonism.

We isolated 40 strains of aerobic spore-forming microorganisms from seed samples of 5 cotton varieties, of which 18 strains were epiphytic, 22 were endophytic. All studied strains belonged to 10 species and 3 strains were not identified by us to the species. The most frequently isolated strains were strains of the species *Priestia endophytica* (n=13), *Bacillus subtilis* (n=5), *Bacillus nakamurai* (n=4), and *Bacillus wiedmannii* (n=4). Also the species *Bacillus amyloliquefaciens* (n=3), *Bacillus atrophaeus* (n=3), *Bacillus cereus* (n=1), *Bacillus inaquosorum* (n=2), *Bacillus toyonensis* (n=1), *Bacillus vallismortis* (n=1) and *Bacillus sp.* (n=3) were isolated. A significant number of strains (45%) produced pigments of different types: pink fluorescent (32.5%), melanin pigments (10%), and yellow carotenoid (2.5%).

A significant part (25%) of the isolated strains of aerobic spore-forming microorganisms had high antagonistic activity against *Pseudomonassyringaepv. Syringae* B-1027, the highest antagonistic activity of the studied strains was observed against *Alternaria alternata* UCM F-16866 (PPS 12-16 mm).

Thus, we have shown that aerobic spore-forming microorganisms are typical representatives of the microflora of cotton seeds. *P. endophytica*, which was first isolated and described from cotton in Tajikistan, is also typical of cotton plants from Ukraine.

PRECIPITATION OF REPRESENTATIVE HEAVY METALS BY *Citrobacter braakii* IB-1

Bida I.O.[1], Havryliuk O.A.[1, 2], Hovorukha V.M.[1, 3], Gladka G.V.[1], Tashyrev O.B.[1, 3]

[1]*D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NASU, Kyiv, Ukraine*
[2] *Universitat Politecnica de Catalunya-BarcelonaTech, Terrassa, Spain*
[3]*University of Opole, Opole, Poland*
e-mail: iryna.bida@imv.org.ua

Extensiveanthropogenic activity and the development of various industries lead to heavy metal pollution of the environment.Given the vast areas of pollution, any existing methods of neutralizing heavy metals are ineffective. Therefore, the development of new approaches is relevant. A promising approach is based on the precipitation of heavy metals by microorganisms resistant to high concentrations of metals. Therefore, the purpose of our study was to investigate the ability of a previously isolated metal-resistantstrain *Citrobacter braakii* IB-1 to precipitate representative heavy metals.

Our approach is based on thermodynamic calculations of the stability of soluble metal cation compounds in the "pH – Eh" coordinates. According to the calculations, the precipitation of divalent cations occurs with increasing pH. The precipitation of the high-potential anion CrO_4^{2-} occurs as a result of its reduction by low-potential metabolically active microorganisms to insoluble Cr(III) hydroxide – $Cr(OH)_3 \cdot nH_2O\downarrow$. Thus, thermodynamic calculations show that the necessary and sufficient conditions for precipitation are weakly alkaline low-potential (anaerobic) conditions.

The precipitation of representative heavy metals (Co^{2+}, Cu^{2+}, Ni^{2+}, Zn^{2+}, $Fe^{2+}$and CrO_4^{2-}) was studied using the example of the *Citrobacter braakii* IB-1 strain. Microbial precipitation of metals in a liquid medium was studied by adding solutions of these metals at the beginning of cultivation to a final concentration of 200 mg/L for Co^{2+}, Cu^{2+}, Ni^{2+}, Zn^{2+}, Fe^{2+} and 100 mg/L for CrO_4^{2-}. Cultivation was carried out in 150 mL flasks, closed with cotton-gauze stoppers, at a temperature of 25 °C for 10 days. To determine the concentration of metals, a colorimetric method was used with 4-(2-pyridylazo)resorcinol (PAR) (0.1%) for divalent metals, and with 1,5-diphenylcarbazide (0.5%) for CrO_4^{2-}. The activity was determined by metabolic parameters pH and redox potential (Eh, mV) potentiometrically. The experiment was performed in three consecutive passages. Statistical analysis was performed using the Excel and Origin programs.

Determinedthat CrO_4^{2-} had the greatest inhibitory effect on the *Citrobacter braakii*IB-1, so the working concentration was reduced to 100 mg/L. Among the divalent metals, Cu^{2+} and Zn^{2+}were the most toxic. The inhibitory effect was indicated by the slow alkalization of the nutrient medium, as well as the high redox potential. The precipitation efficiency of Co^{2+}, Ni^{2+}, Fe^{2+} at an initial concentration of 200 mg/L was 95–98%, while Cu^{2+} and Zn^{2+}were 65 and 70%, respectively, during 10 days of cultivation. The precipitation efficiency of CrO_4^{2-} at an initial concentration of 100 mg/L was 97% during 10 days of cultivation.

Thus, investigated that the metal-resistant strain *Citrobacter braakii* IB-1 strain is not only resistant to high concentrations of heavy metals, but also capable of their precipitation with sufficiently high efficiency. The use of metal-resistant strains, in particular *Citrobacter braakii* IB-1, is promising for the precipitation of a wide range of heavy metals. This is a prerequisite for the development of new ecological biotechnologies for the neutralization of heavy metals.

DEPOSITORY OF THE D.K. ZABOLOTNY INSTITUTE OF MICROBIOLOGY AND VIROLOGY OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE – PAST, PRESENT, FUTURE

Boyko V.M., Novalska V.Y., Zhylikhovska T.V., Harmasheva S.S., Pidgorskyi V.S.
D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, NAS of Ukraine,
Kyiv, Ukraine. e-mail: boykov2009@ukr.net

The D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NAS of Ukraine conducts research on strains of microorganisms from various taxonomic groups. The availability of specialists and extensive experience in studying, forming, and preserving collections of bacteria, yeasts, filamentous fungi, actinomycetes, viruses, and phages laid the foundation for establishing a Depository of non-pathogenic, industrially valuable microbial cultures at the Institute. Its aim is to ensure the legal protection of microorganism strains and create conditions for their broad use as reference strains in biotechnological production and scientific research. The Institute's Depository was officially approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine through Resolution No. 705 dated October 12, 1994, "On the State System of Depositing Microorganism Strains." In October 2024, the Depository of the D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NAS of Ukraine celebrated its 30th anniversary. It remains the only depository in Ukraine that carries out the primary deposit of non-pathogenic industrial microbial cultures for patent purposes in accordance with the Budapest Treaty on the International Recognition of the Deposit of Microorganisms for the Purposes of Patent Procedure, signed in Budapest on April 28, 1977. Despite current challenges, the Depository continues to operate steadily, thanks primarily to the coordinated work of the Institute’s staff and significant support from benefactors who ensured uninterrupted power supply through the acquisition of modern "Hybrid Inverter" equipment with battery systems and appropriate refrigeration equipment. Currently, the Depository stores around 1,600 reference strains, including 12% author-deposited strains with restricted access and 88% cataloged strains listed in the Ukrainian Collection of Microorganisms (with permission from depositors). Depositing a strain is not a one-time procedure but a long-term, continuous monitoring process that includes viability checks, preservation of integrity, and biological properties of the microorganisms. In 2024 alone, 68 certificates were issued confirming the primary deposit of strains with relevant data for patent procedures. As of 2025, 17 applications have been submitted for the deposit of 25 new industrial strains. This information highlights the relevance and key role of this unique Ukrainian specialized collection in protecting intellectual property, supporting biotechnology development, providing test cultures to the scientific community, and preserving valuable biodiversity of strains with unique physiological traits that may otherwise be lost in natural conditions. The industrial microorganism depository is a priceless repository of major importance for various industrial sectors. Its uniqueness lies in the diversity of microorganism strains, their properties, and application potential. The collection includes a wide range of microorganisms—bacteria, yeasts, microscopic fungi, and others. Each strain possesses unique genetic and physiological properties, making it valuable for specific applications. These are used in: Food industry (e.g., production of dairy products, baked goods, beverages) Agriculture (e.g., biofertilizers, biopesticides) Pharmaceuticals (e.g., antibiotics, vaccines) Energy (e.g., biofuels) Production of enzymes, organic acids, etc. Considering numerous amendments to Ukraine’s legislation over the past three decades, the Institute’s staff is working to establish the Depository as a separate institution with a new "Regulation on the Depository of the NAS of Ukraine" and to pursue European program recognition through accreditation under ISO/IEC 17025. This will ensure international recognition of research results, verify their quality and reliability, and open new opportunities for collaboration with academic depositors and scientists on the global stage.The Depository's international status will enhance trust in scientific research, ensure international recognition of its certificates, and expand opportunities for cooperation with both domestic and international research institutions. Scientists will gain access to a broad range of microorganisms, allowing them to participate more actively in grant competitions, conduct more effective research, develop new technologies, and tackle global challenges of our time.The Depository of non-pathogenic industrial microorganisms at the D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NAS of Ukraine is of national importance, as it forms part of the national scientific heritage and has contributed to the development of Ukraine’s economy and science for over three decades.

LACCASE FROM TRAMETES ZONATA AS A BIOSELECTIVE ELEMENT OF AMPEROMETRIC SENSORS FOR THE ANALYSIS OF 5-HYDROXYINDOLACETIC ACID AND 4-HYDROXYINDOLE

Olha Demkiv[1,2], Nataliya Stasyuk[1,2], Naum Yulia[1], Galyna Gayda[1], Mykhailo Gonchar[1]

[1]Institute of Cell Biology, National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine;
[2]Institute of Physical Chemistry, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland;
Email address: demkiv@yahoo.com

Laccase is a multicopper oxidase enzyme that catalyzes the four-electron reduction of molecular oxygen to water while simultaneously oxidizing a wide range of phenolic and non-phenolic substrates. Due to its versatility, laccase finds applications in various industries, including food processing, textiles, paper manufacturing, cosmetics, pharmaceuticals, and environmental biotechnology.

In this study, we screened over 30 basidiomycete strains to identify effective producers of extracellular laccase and identified the strain *T. zonata 1525* as the most promising. Optimization of cultivation conditions revealed that the addition of 1 mM Cu^{2+} resulted in an 18-fold increase in enzyme activity. The laccase was purified by ion exchange chromatography, yielding a preparation with an activity of 15 Units/mg, a molecular weight of 62 kDa, and optimal activity at pH 4.5 and 35 °C.

For the first time, based on the purified laccase from T. *zonata 1525*, we present its application as a bioselective element of amperometric sensors for the determination of 5-hydroxyindoleacetic acid (5-HIAA) and 4-hydroxyindole (4-HI). Both compounds are metabolites of serotonin and tryptophan, respectively. Elevated 5-HIAA is an informative biomarker in the diagnosis of carcinoid tumors, while 4-HI is being studied as a potential marker of endometriosis and neuroendocrine disorders. The developed amperometric biosensors, utilizing laccase as a bioselective element for the catalytic oxidation of the analytes on the surface of a modified graphite electrode, demonstrated high sensitivity and a large linear range. Specifically, the sensitivity for 5-HIAA was 1900 ± 9 $A \cdot M^{-1} \cdot m^{-2}$ with a linear range of 2–50 μM, and for 4-HI, the sensitivity was 3556 $A \cdot M^{-1} \cdot m^{-2}$ with a linear range of 2–200 μM. The developed biosensor, sensitive to 5-HIAA, has been successfully applied to the 5-HIAA assay in urine samples from individuals with various diseases, demonstrating good recovery values and reproducibility.

The results obtained indicate high sensitivity and promise for the use of laccase sensors in non-invasive diagnostics of pathologies associated with impaired metabolism of indole compounds.

The necessity for developing such sensors arises from the need for rapid, accurate, and non-invasive diagnostic methods that can replace complex and costly laboratory analyses. Laccase-based biosensors offer an efficient approach for the real-time monitoring of biomarkers, which is crucial for the timely detection and treatment of various diseases.

This research was supported by the National Research Foundation of Ukraine (project No. 2021.01/0010) and by the US National Science Foundation (NSF) grant CBET-2235349, including the IMPRESS-U supplement (project STCU 7113).

FUNCTIONAL PROPERTIES OF "BEETROOT DRINK" – BEETROOT JUICE FERMENTED BY *LACTOBACILLUS PLANTARUM* STRAINS

Garmasheva I.L.[1], Dmytrukha N.M.[2], Gromovoy T.Y.[3], Skorohod I.O.[1], Vasylenko O.G.[1], Zadorozhna D.K.[2], Karman O.M.[2], Naumenko M.V.[2], Herasimova O.V.[2], Spivak M.Y.[1]

[1]*Danylo Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
[2]*State Institution «Kundiiev Institute of Occupational Health of the National Academy of Medical Science of Ukraine», Kyiv, Ukraine*
[3]*Cuiko Institute of surface chemistry of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
e-mail: garmasheva.il@gmail.com

Over the past decades, an increasing number of side effects and complications from drug therapy have been observed worldwide, most of which are drug-induced liver injury. Functional foods are one of the hepatoprotectors, which not only have nutritional properties but also have a targeted effect on the functional activity of organs and systems of the human body. Among functional foods, fresh and fermented vegetable juices have recently attracted special attention. The beetroot juice contains essential nutrients, including dietary fibre, vitamins, trace elements and antioxidants. One of the most important valuable components of beetroot is betalains, which are responsible for antioxidant properties. Fermentation enhances the benefits of beetroot juice by enriching it with metabolites produced by lactic acid bacteria (LAB), such as organic acids, amino acids, bacteriocins, and exopolysaccharides. The aim of the study was to determine the effect of fermentation with two *L. plantarum* strains on the betalain content, antioxidant properties of beetroot juice and to study the preventive effect of the fermented juice on the liver function of patients undergoing rehabilitation in an occupational disease clinic.

For "Beetroot drink" producing diluted pasteurized beetroot juice was inoculated by *L. plantarum* IMV B-7129 and B-7565 strains (5% v/v) and incubated at 37° C for 6 h. Total phenolic compounds were determined using the Folin-Ciocalteu assay. Betalain pigments, DPPH radical scavenging activity and reducing power were quantified spectrophotometrically. The functional activity of beetroot drink was assessed in 15 volunteer patients (study group), who took 50 ml of beetroot drink before lunch for 14 days. The comparison group consisted of 10 people who underwent similar treatment according to the clinical protocol but did not take beetroot drink.

The initial betalain content of fresh diluted juice was 531.6 mg/l (313.4±42.5 mg/l betacyanins and 218.2±4.9 mg/l betaxantins). After pasteurization, the concentration of betacyanins and betaxanthins decreased by 24.5% and 13.7%, respectively. After 14 days, betalains were completely absent in the unprocessing juice. The concentration of betalains in the fermented beetroot juice was almost unchanged compared to the initial whereas in pasteurized juice it was 61-66 % lower. Antiradical activity (ARA) was 36.7% in the control, increased to 57.6% in the fermented juice and decreased to 29.3% during pasteurisation. The reducing capacity of pasteurised and fermented beetroot juice samples was almost the same, but significantly higher than in the control. After 7 days of storage, the APA value was highest in the fermented juice. The reducing capacity was also high in the fermented and pasteurised beetroot juice samples. A positive effect after the consumption of fermented "Beetroot drink" by volunteers was observed in 80.0 % of cases. The use of "Beetroot Drink" during drug treatment led to a decrease in the activity of biochemical markers of liver damage (total bilirubin, alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase) and affected lipid metabolism, normalizing elevated cholesterol and triglyceride levels in 53.0% of patients in the study group.

The fermentation of beetroot juice with *L. plantarum* strains contributed to the increase of some indicators of the antioxidant potential of beetroot juice and prevented the degradation of betalains during storage. The hepatoprotective effect of the "Beetroot drink" may be due to the activity of LAB probiotic strains and antioxidant properties of betalains and other antioxidants, which protect hepatocytes from damage.

EFFECT OF *LACTOBACILLUS PLANTARUM* AND *LACTOBACILLUS BUCHNERI* CO-FERMENTATION ON THE TOTAL PHENOLS CONTENT IN SOURDOUGHS FOR RYE-WHEAT AND GLUTEN-FREE BREAD

Garmasheva I.L.[1], Lynnyk A.I.[1], Boyko V.M.[1], Michonik L.A.[2], Bondarenko J.V.[2], Kyrichok T.O.[3]

[1]*Danylo Zabolotny Institute of Microbiology and Virology NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
[2]*National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine*
[3]*LLC "ALVIVA GROUP", Kyiv, Ukraine*
e-mail: garmasheva.il@gmail.com

Phenolic compounds have diverse effects on human health and have attracted attention because of their antioxidative, anti-inflammatory, and anticarcinogenic properties. Cereals and legumes contain a wide range of phenolic compounds. Flour fermentation by lactic acid bacteria (LAB) not only improves bread texture and flavour but also enhances the nutritional properties of the bread including by improving the solubility of total phenols. Furthermore, legume flour is sources of proteins with high biological value, vitamins, minerals, carbohydrates and dietary fibres, and is gluten-free. The aim of this work was to evaluate the effect of LAB strains on the total phenols content during different sourdough fermentations and their suitability as bakery starter cultures in the technology of rye-wheat and gluten-free bread.

Lactobacillus planatrum UCM B-2694 and *L. buchneri* UCM B-2666 strains were used in the work. For sourdough preparation rye, wholemeal wheat and cheakpea flour were used. The flour and water were mixed (1:1, w/v) and inoculated by LAB strains or their combination. The total phenolic content was evaluated using the Folin–Ciocalteu method. Lab-scale baking of bread samples was carried out to determine the possibility of using obtained sourdoughs in the technology of rye-wheat and gluten-free bread.

Among the flours used, at the beginning of fermentation, the lowest content of phenolic compounds was found in wholemeal wheat flour, and the highest in chickpea flour. The results of total phenolic content showed higher amounts of phenolic compounds in the control cheakpea sourdough compared to inoculated by LAB strains during five days after fermentation. Rye and chickpea sourdoughs with *L. plantarum* strain UCM B-2694 contained more phenolic compounds after 24 h of fermentation and subsequent storage for 5 days compared to sourdoughs with *L. buchneri* UCM B-2666 strain. After 5 days, the co-fermentation of rye flour with two cultures resulted in a decrease in the content of phenolic compounds compared to monocultures in contrast to wholemeal wheat flour. On the seventh 7 day of storage, refreshment was carried out by adding flour/water mixture and after incubating for 24 h at 30 ◦C no differences in the content of phenolic compounds in inoculated and control sourdoughs were observed. Lab-scale baking revealed that all bread samples had a pleasant taste and aroma, and corresponded to the established requirements.

The *L. plantarum* UCM B-2694 and *L. buchneri* UCM B-2666 strains and their combination have a great potential as starters for bakery industry and can be used in the technology of rye-wheat and glute-free bread enriched with chickpea flour.

MICROBIAL SENSORS BASED ON RECOMBINANT CELLS AND NANOZYMES

Gonchar M., Stasyuk N., Zakalskiy A., Demkiv O.

Institute of Cell Biology, NAS of Ukraine, Lviv, Ukraine.
E-mail: mykhailo1952@gmail.com

Nowadays, biosensors as modern bioanalytical devices are widely used in scientific research, clinical diagnostics and biotechnological processes. Their high sensitivity and selectivity to practically important analytes is related with the unique biorecognition properties of biochemical compounds and living cells which are used as sensing elements. Among them, natural enzymes are the most exploited due to their extremely high catalytic activity and unique selectivity towards substrates. However, natural enzymes have limited stability to many physical and chemical factors and are expensive, since their isolation and purification from the cells (even of highly productive recombinant microorganisms) require significant material and energy costs. In the last decade, research on the creation of artificial enzymes, in particular, nanozymes - nanomaterials with catalytic properties, has gained rapid development. Using whole microbial cells as sensing elements is also promising, because of easiness of their preparation procedure. However, microbial sensors often lack sufficient sensitivity and selectivity, because content of the target enzyme in the cells is usually low and cells possess many metabolic processes resulted in generation of false-positive analytical signals. So, the main aim of the current research was to construct microbial sensors and study the possible advantages of using recombinant cells with an essentially increased target enzymatic activity as well as loaded by artificial nanozymes.

Microbial sensor od such type was created for assay of methylamine (MA) which is a biomarker for the safety of fish foods. MA usually accumulates in fish in high amounts; in particular, high levels of dimethylamine and MA were detected in various species of *Gadoid* fishes, squids and octopuses as a result of the enzymatic degradation of a natural osmolyte, trimethylamine N-oxide. The consumption of such fish in combination with nitrate-containing products can lead to the formation of N-nitroso compounds which are carcinogenic for humans. Also MA is important for diagnosis of trimethylaminuria, also known as fish odor syndrome, which is a rare metabolic disorder that causes a defect in the normal production of flavin-containing monooxygenase-3, converting the fishy-smelling trimethylamine from precursor compounds in food into trimethylamine oxide through a process called N-oxidation.

The MA-selectiveamperometric sensor was constructed using recombinant*Saccharomyces cerevisiae* yeast cells which over-express methylamine oxidase (MAO)and additionally enriched with the purified enzyme MAO, co-immobilized with peroxidase mimetics, *i.e.*, nCdTe or nCeAu. Fluorescent nCdTe as the most effective peroxidase-mimetic was used to develop hydrogen peroxide chemosensors and as a carrier for delivery of MAO inside the cells. The most effective cells-MAO-nCdTe-containing electrode shows a wide range (0.001–0.02 μM) of linear response and high sensitivity (5450 $A \cdot M^{-1} \cdot m^{-2}$) to MA.

Summarizing the obtained results, we have developed a new approach to increase the sensitivity of microbial biosensor based on modified cells enriched with the natural enzyme and artificial nanozyme using 3 ways of genetic and nanotechnological engineering: on the genetic level – by overexpression of the enzyme (oxidase) in recombinant cells; under nanotechnological approaches – by the additional enrichment of the cells with the purified enzyme bound with nanoparticles; co-immobilization with peroxidase mimetics. The proposed approach for increasing catalytic efficiency of sensing cells can be used for elaboration of other microbial sensors based on their enzymatic activity.

BIOLOGICAL TESTING OF RADIOFREQUENCY ELECTROMAGNETIC RADIATION

Gromozova O.M., Hretskyi I.O.

D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine
e-mail: gren.elen@gmail.com

Rapid assessment of the impact of environmental factors on biological objects is a necessary component of ecologycal monitoring. Given the widespread use of anthropogenic sources of electromagnetic radiation, it is becoming important to determine their impact on biological objects. One of the promising approaches to assessing the effects of EMR is the use of biological indicators, particularly luminous bacteria. Analyzing changes in luminescence intensity allows for real-time assessment of the biological effects of EMR, making this method both convenient, sensitive and more informative than determining the energy load.

The purpose of the work was comparing the sensitivity of a luminous bacteria with other widely accepted testing methods. To assess the potential adverse effects of EMR on biological objects, it was proposed to employ commonly used plant-based testing methods, such as the Allium test, as well as methods for detecting DNA damage in animal and human cells (the comet assay).

Experiments on the effects of EMR of various frequency ranges on the root tips of *Allium cepa* seedlings allowed for the characterization of their cytological impact. It was established that even 5 minutes of UHF irradiation of cells leads to a significant decrease in their mitotic activity. Experiments investigating the effects of EMR across various frequency ranges on the root tips of *Allium cepa* seedlings enabled the characterization of its cytological impact. It was determined that even a brief 5-minute exposure to ultra-high-frequency (UHF) EMR resulted in a significant reduction in mitotic activity. The metaphase index after treatment of cells with UHF indicates a violation of spindle formation. No changes in this index are observed in cells after microwave irradiation. Under the influence of microwave, this index decreases along with the anaphase index compared to the control. This may indicate that the processes of division are inhibited at these stages. As indicated by the genotoxicity assessment of EMR using the comet assay, irradiation of HEp-2 and PTP cells with very high frequency (VHF) EMR (40.68 MHz) leads to DNA damage and an increase in apoptotic comets. Notably, the highest values of the comet assay index and apoptotic nuclei for both cell types were observed even after a short exposure duration (15 W; 5 and 15 minutes).

When comparing the changes in mitotic activity with the variations in the bioluminescence index (BI), it is noteworthy that the BI exhibited significant alterations even under microthermal EMR exposure. For instance, after 5 minutes of VHF EMR irradiation, the BI was reduced to 22%, while after 5 minutes of UHF EMR exposure, it decreased to 45%. A 15-minute exposure to both VHF and UHF EMR resulted in a substantial (68%) reduction in luminescence intensity compared to the control.

These alterations in bacterial luminescence demonstrated a higher sensitivity of this system to radiofrequency EMR compared to the Allium test. The results of VHF EMR exposure obtained using the comet assay method were more pronounced when compared to changes in the bioluminescence index, although they exhibited a nonlinear pattern.

This approach opens new possibilities for environmental safety monitoring and risk assessment associated with the impact of anthropogenic electromagnetic fields on living organisms.

OPTIMIZATION OF *PRIESTIA ENDOPHYTICA* CHAES 5_14 FERMENTATION PARAMETERS FOR SIMULTANEOUS POLYHYDROXYALKANOATES AND CHLORXANTHOMYCIN PRODUCTION

Kharchuk A.[1], Kharkhota M.[1], Kharchuk M.[1], Kisten O.[1], Avdieieva L.[1]

[1]*D. K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NASU*
e-mail: alinapoliakova212@gmail.com

During hostilities, both military personnel and civilians often suffer bone injuries of varying severity caused by blast waves, shrapnel injuries, gunshot wounds, and building collapses. The development of novel materials for patient treatment is critical for preserving limb function and the quality of patients' lives. As a solution, the use of composite materials based on biocompatible and biodegradable biopolymers, in particular, polyhydroxyalkanoates (PHAs) was proposed. These compounds are a product of microbial synthesis, and their biocompatibility, biodegradability, and mechanical stability make them promising for medical applications. At the same time, the search for new antimicrobial compounds continues, and chlorxanthomycin is a promising candidate for medical utilization. The aim of this study was to optimize parameters of *Priestia endophytica* CHAES 5_14 strain cultivation for the simultaneous production of PHA and chlorxanthomycin.

The strain *P. endophytica* CHAES 5_14 was first cultivated on the LB medium (g/l): peptone – 10.0, yeast extract – 5.0, NaCl – 5.0, pH – 7.0. The optimization of the cultivation conditions was performed via fermenter cultivation on the modified King A medium of the following composition (g/l): glucose -10,0, peptone – 20, $MgCl_2$ – 1.4, K_2SO_4 - 10, pH – 7.4; and Landy medium (g/l): glucose – 10, glutamic acid – 5, $MgSO_4$ – 0.5, KCl – 0.78, KH_2PO_4 – 1, yeast extract – 0.1, $FeSO_4$ mg, $MnSO_4$ – 5 mg, $CuSO_4$ – 0.16 mg, pH - 7.5. To determine PHA production, 10 ml of the culture medium were taken from the fermenter with 2 h intervals. The samples were centrifuged for 10 min at 7000 rpm. For PHA content determination, 1.7 ml of methanol, 0.2 ml of benzoic acid, 0.3 ml of 98% sulfuric acid, and 2 ml of chloroform were added to the remaining cell biomass and the mixture was heated at 100 ºC for 1 h. The chloroform phase was used for further analysis. Qualitative and quantitative analysis of the retained derivatives was performed by gas chromatography-mass spectrometry utilizing Agilent 6890N/5973inert chromatograph (Agilent Technologies, USA) and HP-5MS capillary column (30m×0.25mm×0.25μm) (J&W Scientific, USA). Chlorxanthomycin pigment extract analysis was performed via liquid chromatography using an Agilent 1200 (Agilent Technologies, USA) chromatograph.

The experiments showed that the studied strain cultivated on the modified King A medium entered log-phase on the 3rd hour of fermentation and reached the stationary phase on the 16th h. The maximum PHA yield was observed on the 14th hour of cultivation which corresponds to the late log phase. The maximum PHA yield obtained on the modified King A medium was 1.6 g/L. When cultivated on Landy medium, *P. endophytica* CHAES 5_14 exhibited similar growth pattern, however, the PHA production differed and reached 1.3 g/l on the 14th h of cultivation. Cultivation on the modified King A medium did not result in pigment production. However, when cultivated on Landy medium, *P. endophytica* CHAES 5_14 produced chlorxanthomycin pigment with maximum yield reaching 60.135 mg/g (pigment/biomass) on the 14th h of cultivation.

The study showed that the strain *P. endophytica* CHAES 5_14 is capable of simultaneous PHA and chlorxanthomycin production when cultivated on Landy medium. Despite the fact that the strain produces more PHA (1.6 g/l) when cultivated on the modified King A medium, the medium is too expensive for industrial implementation and is not suitable for pigment production. Therefore, a cultivation technology in a fermenter was developed based on the obtained results, which will be used for simultaneous PHA and chlorxanthomycin production for further biomedical research.

ANTITUMORAL ACTIVITY OF THE FLUORESCENT PIGMENT CHLORXANTHOMYCIN, DERIVED FROM *PRIESTIA ENDOPHYTICA* CHAES 5/14

Kharchuk M.[1], Cherniy S.[2], Kharhota M.[1], Kharchuk A.[1], Avdeeva L.[1]

[1]*D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
[2]*V.I. Vernadsky Institute of General and Inorganic Chemistry, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
e-mail: sithmcx@ukr.net

The strain *Priestia endophytica* CHAES 5/14 isolated from the bottom sediments of the Chernobyl NPP coolers, synthesizes a pink fluorescent water-insoluble pigment, which in terms of physicochemical properties completely coincides with the pigment discovered earlier by us in the typical strain of *P. endophytica* UCM B-5715 (Kharkhota et al., 2024). This pigment is chloroxanthomycin – a pentacyclic pyrene chlorinated at the seventh Carbon atom. According to the literature (Magyarosy, 2002), it exhibits antibiotic activity against the bacteria *Bacillus subtilis* and *B. amyloliquefaciens*, as well as the phytopathogenic fungi *Pythium sp., P. ultimum, P. aphanidermatum, Phytophthora cinnamomi, Mucor sp.,* and *Rhizopus sp*. We previously observed the antitumor activity of chlorxanthomycin from *P. endophytica* UCM B-5715 on virus-associated cell lines HEp-2 and B95-8 (Hrabova et al., 2020). Given the above, the aim of this study was to investigate the cytotoxicity of chlorxanthomycin isolated from the *P. endophytica* CHAES 5/14 strain on tumor and non-tumor (normal) cell lines.

We obtained and preparatively purified the pigment extract. The level of purification was carried out using high-performance liquid chromatography (Agilent 1200, Agilent Technologies, USA) on a DAD matrix at 460 nm. It was found that the main substance in the preparation was chlorxanthomycin with a slight admixture of heliomycin – a pentacyclic pyrene without chlorine at the seventh carbon atom. It was found that the half-maximal inhibitory concentration (IC_{50}) of the pigment extract after 48 h for the cancer cell lines A2780 (human ovarian epithelial cancer cell line), BL2 (human non-endemic Burkitt lymphoma cancer cell line from bone marrow), and B16F10 (mouse melanoma spindle and epithelial cancer cell line) was 2.3 ± 1.21; 2.7 ± 0.72, and 3.0 ± 0.17 μM, respectively. While for the healthy cell line SBLF-9 (healthy primary human skin fibroblast cell line) and conditionally healthy GM01379 cells (presumably healthy human fetal lung fibroblast cell line) the IC_{50} was 25.9 ± 5.46 and 4.9 ± 0.72 μM, respectively.

Given the result obtained, it was assumed that chlorxanthomycin has the greatest activity on rapidly dividing cells. Taking this into account, a study of the effect of the pigment on certain stages of mitotic division of A2780 cell line was conducted. It was found that cell cycle inhibition occurs at the G_1/G_0 phase, which is possibly associated with blocking DNA replication or preparatory processes for it. Thus, chlorxanthomycin has antitumor activity, the effectiveness and safety of which in comparison with similar antibiotics needs to be further investigated.

INFLUENCE OF AEROBIC SPORE-FORMING MICROORGANISMS ON THE SYNTHESIS OF ESSENTIAL OILS BY PLANTS

Kharkhota M.[1], Kharchuk A.[1], Kharchuk M.[1], Avdeeva L.[1]

[1]*D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine.*
email:kharkhotamaksim@gmail.com

Preparations based on aerobic spore-forming microorganisms are widely used to stimulate plant growth and protect them from diseases. They are mainly created to stimulate morphometric indicators of agricultural plants and increase their yield. Essential oil plants are a group of plants that are widely used to obtain essential oils on an industrial scale. Stimulating the biosynthesis and accumulation of essential oils in plants requires approaches that are different from those for food crops, since essential oils are secondary metabolites.

Therefore, the aim of this work was to determine the influence of pigment-synthesizing strains *Bacillus subtilis* IMV B-7514 and *Priestia endophytica* CHAES 5/14 on morphometric parameters and synthesis of essential oils of *Thymus vulgaris* L and *Lavandula angustifolia* Mill.

The objects of the study were the soil strain *B. subtilis* IMV B-7514 and endophytic strain *P. endophytica* CHAES 5/14, which produced melanin-like pigments and chloroxanthomycin, respectively. 5-day-old seedlings of *T. vulgaris* L and *L. angustifolia* Mill were used as test plant cultures. A suspension of cells of the studied strains of aerobic spore-forming microorganisms in a volume of 100 μl (106 CFU/ml) was introduced into the root zone under each plant. The quantitative and qualitative composition of the essential oils of the studied plants was determined by the HSS-GC/MS method using the Agilent 6890N/5973inert gas chromatography-mass spectrometry system (Agilent technologies, USA).

Treatment of *T. vulgaris* L with P. endophytica CHAES 5/14 cells suspension led to an increase in the weight of the aboveground part of plants. At the same time, an increase in the length of the aboveground part of plants under the action of the studied strain was not observed, but an increase in the number of lateral shoots of plants occurred. *B. subtilis* IMV B-7514 did not affect the morphometric indicators of *T. vulgaris* L. The content of essential oils in the plants of the control group was 16271.61±1581.33 μg/g, when treated with the *P. endophytica* CHAES 5/14 strain, the content of essential oils increased to 24073.59 ± 878.02 μg/g due to an increase in the absolute indicators of the total pool of aromatic monoterpenes, bicyclic monoterpenes, monocyclic monoterpenes and sesquiterpenes. In general, under the influence of P. endophytica CHAES 5/14, there was an increase in the content of 9 compounds: β-phellandrene, α-pinene, α-terpenyl acetate, thymol, α-thujene, sabinene, isopropylcresol, β-cadinene and γ-cadinene. Under the influence of B. subtilis IMV B-7514, the content of essential oils did not differ from the indicators of the control group.

Under the action of B. subtilis IMV B-7514 and *P. endophytica* CHAES 5/14 and L. angustifolia Mill., an increase in the growth indicators of the experimental plants was noted with an unchanged total relative content of essential oils, while their qualitative composition did not significantly differ from the control indicators.

So, we have shown that the strain P. endophytica CHAES 5/14 increased the morphometric parameters of *L. angustifolia* and *T. vulgaris* and increased the relative content of essential oils in the latter. The studied strain is promising for the development of biological preparations to increase the productivity of essential oil crops.

THE POTENTIAL OF LENTILACTOBACILLUS BUCHNERI STRAINS FOR WHOLEMEAL AND LEGUME FLOURS FERMENTATIONS

Lynnyk A.I., Garmasheva I.L., Boyko V.M., Pidgorsky V.S.

Danylo Zabolotny Institute of Microbiology and Virology NASU, Kyiv, Ukraine. e-mail: andrlnk9@gmail.com

Sourdoughs have long been used in traditional breadmaking. Recently, consumers have been demanding bread with enhanced functional properties. Wholemeal wheat and chickpea flour can be used to increase the nutritional value of conventional wheat bread. Lactic acid bacteria (LAB) enrich sourdough with various organic compounds and increase shelf life of bakery products by inhibition of desirable microorganisms. The aim of this research is to evaluate the acidification level, antagonistic activity and effect on the total phenols content of *L. buchneri* strains during wholemeal wheat and chickpea flour fermentations.

Eight *L. buchneri* strains from the Ukrainian Collection of Microorganisms were used in the work. The flour/water mixtures, inoculated with *L. buchneri* strains were incubated at 30° C for 24 hours. Non-inoculated mixtures were used as controls. Titrable acidity and microbiological analysis were carried out at the beginning and the end of the fermentation. Total phenolic compounds were determined using Folin-Ciocalteu method. The results were expressed as µg of gallic acid equivalents (GAE) per ml (µg/mL).

All *L. buchneri* strains grew in wholemeal wheat or chickpea flour/water mixtures. The titrable acidity of the resulting sourdoughs reached the required level, varied depending on the flour used and was strain-specific. The viable cell counts of presumptive LAB reached lg 9.2-9.5 CFU/g. Sourdoughs fermented with *L. buchneri* strains contained a significantly lower count of flour indigenous microorganisms compared to spontaneously fermented sourdoughs, that may be due to the inhibition effect of organic acids and other LAB metabolites with antimicrobial activity.

Phenolic compounds possess antioxidant activity, that is beneficial for health by reducing the level of oxidative stress. Spontaneously fermented flour/water mixtures had a higher content of total phenolic compounds after 24 h of fermentation. After fermentation for 24 hours, the content of phenolic compounds increased in wholemeal wheat sourdoughs (by 10-30% and 6-23% compared to control, respectively), but inoculated chickpea sourdoughs had less total phenolic compounds compared to control. After 72 hours, the content of phenolic compounds in wholemeal wheat sourdough was 12-20% higher, and in chickpea sourdough, it was 17-20% lower. After refreshment, the level of total phenolic compounds in inoculated sourdoughs was similar to the spontaneously fermented sourdoughs, except for the two inoculated by *L. buchneri* chickpea sourdoughs, which had lower levels of phenolic compounds.

The results obtained in this work showed the prospects of using *L. buchneri* strains as starter cultures for the production of wholemeal and legume sourdoughs, that can be used to increase the nutritional and functional value of traditional wheat bread.

BIOFILM FORMATION BY THE ANTARCTIC STRAIN OF BACTERIA *PSEUDOMONAS* SP. 8-E-24

Markiv O. T., Zvir G. I.

Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine
e-mail: markivoleg5@gmail.com

The Antarctic is a unique ecosystem with special conditions for the survival of microorganisms. Antarctic bacteria are actively used in the medical sector due to their ability to produce numerous compounds/metabolites through diverse metabolic pathways, which result from evolutionary adaptations to low temperatures and nutrient deficiencies. Strains isolated from the Antarctic can be used in the production of enzymes that function at low temperatures, which is important for various industrial processes.

Bacteria of the genus *Pseudomonas* are among the best-known biodegraders of a wide range of natural and synthetic polymers. They are capable of degrading aromatic hydrocarbons, oil and oil products, pesticides, plastics, and more. *Pseudomonas* sp. are able to form biofilms, which play an important role in bacterial survival under various environmental conditions. Moreover, biofilm formation is a prerequisite for the biodegradation of synthetic polymers. *Pseudomonas* sp. biofilm-forming cells have a greater ability to degrade low-density polyethylene than planktonic cells. Additionally, biofilm cells secrete exopolysaccharides that facilitate their attachment to synthetic polymers.

The aim of this study was to investigate the ability of *Pseudomonas* sp. 8-E-24, isolated from the semi-dead polytrichum of Galindez Island (Antarctic Sea), to form a biofilm. The substrates used for biofilm formation included glass slides, polypropylene (PP), polyhydroxybutyrate (PHB), polylactide (PL), jute, tourniquet, nylon, and polyester. The bacteria were cultivated in Giltai medium for three weeks at 28 °C. During culture growth, biomass and ammonium ion concentration were measured. Biofilm formation on different substrates was assessed visually and by scanning electron microscopy (SEM).

During the second week of cultivation of *Pseudomonas* sp. 8-E-24, a slight decrease in biomass was observed in all samples compared to the first week. In the third week, biomass increased significantly in all samples except for the one containing polyhydroxybutyrate. The pH of both control and test samples changed from neutral to alkaline due to the formation of NH_4^+ ions, resulting from the reduction of nitrates, which serve as a nitrogen source in the Giltai medium. Biofilms were found on polypropylene, polyhydroxybutyrate, and polylactide. SEM allowed the observation of various stages of biofilm formation – from initial adhesion in the first week to the development of a mature biofilm by the third week. The polypropylene sample cleaned of biofilm showed signs of biodegradation.

Thus, *Pseudomonas* sp. 8-E-24 is capable of forming biofilms on polyhydroxybutyrate, polylactide, and polypropylene, as well as biodegrading polypropylene. These properties suggest that the studied strain holds promise for the biodegradation of plastic and polymeric compounds, which are significant environmental pollutants.

PROTEOLITIC ACTIVITY OF THE LACTOBACTERIA STRAINS FROM THE BLACK SEA AGAINST SOYBEAN PASTE PROTEINS

Merlich A.G., Laptieva K.O., Petrenko K.S., Karpenko A.S., Ivanytsia V.O.

Odesa I. I. Mechnikov National University, Odesa, Ukraine.
e-mail: andriymerlich@gmail.com

Soybean paste is a rich source of proteins and among its positive aspects low cost, high nutritional and functional properties are known. However, the presence of antinutritional factors to some extent reduces the possibility of using this raw material. In order to solve this problem, it is necessary to process soybean paste, among the methods of which limited proteolysis is considered (Barac et al., 2004). Therefore, the aim of this work was to study the proteolytic activity of lactobacteria from the Black Sea against soy proteins.

The lactic acid bacteria (LAB) strains LAB W2.3, LAB W1.1, LAB W1dk from Black Sea water and LAB M7.2 from mussels were used in the work. Solid-phase fermentation of sterile soybean paste was carried out by adding 1% overnight cultures of LAB and incubation for 48 hours at 37 °C. The material was then plated on the MRS medium to determine the number of cells. As a control, soybean paste was used, to which LAB were not added. The total amount of proteins before and after fermentation was determined by the Bradford method. Proteolysis of specific protein fractions was determined by sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis.

All the studied strains showed the ability to grow in the soybean paste and use its proteins as the sole nitrogen source, but at different ranges. High ability to grow in paste was shown for the strains LAB W1.1, LAB W1dk and LAB W2.3. Their cell concentrations on the 48th day of incubation at 37 °C were approximately at the same level and were 9.4±0.3, 9.3±0.4 and 9.0±0 CFU/g, respectively. The number of their cells increased by approximately two logs compared to the initial one, which indicates their high ability to grow in soybean paste. Thus, three strains out of four isolated from the seawater gave high cell growth, which suggested the presence of good proteolytic activity as their characteristic. Two of them – LAB W2.3 and LAB W1.1 showed high proteolysis against soy proteins when determining their total content, reducing their number in 96% and 71%, respectively. The obtained data on the proteolytic activity of LAB are in agreement with (Park et al., 2012). Protein electrophoresis confirmed the presence of high proteolytic activity of the LAB W2.3 strain against certain fractions of soy proteins. Indeed, this strain significantly hydrolyzed the main proteins of soybean paste such as A-glycinin and β-conglycinin. The obtained data indicate that the lactobacteria strain LAB W2.3, isolated from the Black Sea water, may be a promising industrial strain for the fermentation of soybean paste in order to improve its nutritional value, and we plan to conduct further studies to confirm this. To our knowledge, this is the first report on the proteolytic activity of lactobacteria from the Black Sea.

The proteolytic activity of four strains of lactobacteria from the Black Sea water and mussels was studied against soy proteins and it was found that three of them (75%) exhibited it at different levels. One of the four strains – LAB W2.3 showed the highest proteolytic activity, almost completely hydrolyzing soy proteins.

INTEGRATED TECHNOLOGY FOR THE SYNTHESIS OF PHYTOHORMONES AND SURFACTANTS OF *NOCARDIA VACCINII* IMV B-7405, *ACINETOBACTER CALCOACETICUS* IMV B-7241 AND *RHODOCOCCUS ERYTHROPOLIS* IMV AC-5017

T.P. Pirog[1,2], D.V. Piatetska[1], N.O. Leonova[2], T.A. Shevchuk[2]
[1]*National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine*
[2]*Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of NASU, Kyiv, Ukraine*
e-mail: tapirog@nuft.edu.ua

Most researchers in the process of developing microbial biotechnologies adhere to the generally accepted concept of "one producer – one product", focusing only on the synthesis of the target product. Nevertheless, the ability of strains to synthesize a complex of metabolites with different biological effects significantly expands the scope of their use in practice.

The possibility of increasing the concentration of phytohormones of auxin nature by several orders of magnitude in the presence of low concentrations of tryptophan (the exogenous precursor of their biosynthesis) in the cultivation medium of surfactant producers *Acinetobacter calcoaceticus* IMV B-7241, *Nocardia vaccinii* IMV B-7405 and *Rhodococcus erythropolis* IMV As-5017 with toxic industrial waste (waste oil, biodiesel production waste) is established. The addition of 0.3 g/l tryptophan to the culture medium of *A. calcoaceticus* IMV B-7241, *N. vaccinii* IMV B-7405 and *R. erythropolis* IMV As-5017 was accompanied by the intensification of auxin synthesis by 27, 243, and 438 times, respectively. It was shown that exogenous tryptophan is involved in the biosynthesis of auxins in the studied producers of surfactants through the indole-3-pyruvate pathway: the activity of tryptophan transaminase (one of the key enzymes in the synthesis of indole-3-acetic acid, which catalyzes the reaction of the formation of indole-3-pyruvic acid from tryptophan and 2-oxoglutarate) increased by 2,3-5,4 times compared to cultivation without a precursor. Cultivation of *N. vaccinii* IMV B-7405 and *R. erythropolis* IMV Ac-5017 in a medium with tryptophan was accompanied by the formation of surfactants with increased antimicrobial activity: the minimum inhibitory concentrations against phytopathogenic bacteria were 2-4 times higher compared to the indicators established for preparations synthesized without auxin biosynthesis precursor. The increase in antimicrobial activity correlated with an increase in the cells of these strains of $NADP^+$-dependent glutamate dehydrogenase activity – the key enzyme in the biosynthesis of aminolipids, which are responsible for the antimicrobial activity of the surfactant complex.

It was found that the treatment of tomatoes, pepper and barley with culture broth, supernatant and phytohormonal extracts of *N. vaccinii* IMV B-7405, *A. calcoaceticus* IMV B-7241 and *R. erythropolis* IMV As-5017 was accompanied by stimulation of plant growth and development.

On the basis of the exometabolites of *N. vaccinii* IMV B-7405, an integrated technology for obtaining a complex microbial preparation with growth-stimulating and antimicrobial activity against phytopathogens for use in crop production was developed, the key elements of which are the use of waste sunflower oil as a substrate, which does not require sterilization, and introduction of 0.3 g/l tryptophan into medium at the stage of production biosynthesis. It was established that pre-treatment of tomato leaves in studies *in vivo* with surfactant solutions isolated from this culture broth stopped the development of the disease by 100% compared to the leaves not treated with surfactants (the degree of damage was 8-50%). In the case of treatment of tomato root seedlings with a 400-fold diluted culture broth and supernatant after cultivation of *N. vaccinii* IMV B-7405 in a medium, which contained waste oil and tryptophan, the growth in the total weight and the average weight of tomatoes increased by 82-91 and 12-18%, respectively, compared with water treatment.

The use of waste oil and waste from biodiesel production as substrates allows not only to obtain highly effective complex microbial preparations with ability to stimulate plant growth and antimicrobial activity against phytopathogens, but also solves the problem of disposal of these toxic industrial wastes.

POTENTIAL PROPERTIES OF SOME *PSEUDOMONAS* REPRESENTATIVES FOR USE IN MICROBIAL FUEL CELLS CREATION

Rusakova M., Marchenko M.

Odesa National Mechnikov University, Odessa, Ukraine, e-mail: rusamariya@gmail.com

Nowadays various strategies are being developed to create microbial fuel cells that offer the possibility of harvesting electrical energy from organic matter and, therefore, become an attractive source of clean energy for industries. Some representatives of the *Pseudomonas* genus are considered as model organisms for such systems since they are capable of producing a wide range of biologically active compounds that function as "electron shuttles" between cells and the anode, and also actively form biofilms, in particular on the anode [Yong et al., 2019].

One of the redox-active compounds produced by *Pseudomonas* spp. is a group of phenazines, which are derivatives of N-containing aromatic molecules [Blankenfeldt et al., 2024]. Phenazines have been shown to function as antibiotics and signaling molecules, and also contribute to the iron acquisition [Wang et al., 2016]. Most of the diverse functions are due to their strong redox activity, which makes them an attractive instrument for use in bioelectrochemical systems.

The formation of a biofilm on the anode plays a key role in microbial fuel cells. However, the electrochemical performance is determined not by the density, but by the temporal and spatial arrangement of living and dead cells in the biofilm [Sun et al., 2015].

The aim of this work was to determine the main characteristics of the process of phenazine synthesis and biofilm formation on a dense surface *in vitro* by individual representatives of the *Pseudomonas* genus to establish the possibility of their use for the creation of microbial fuel cells.

In the current study to assess the possibility of obtaining microbial fuel cells, the following strains were used: *P. aeruginosa* ATCC 27853, ATCC 15692, *P. fluorescens* ONU 110 and *P. chlororaphis* ONU 111, obtained from the collection of the Department of Microbiology, Virology and Biotechnology of the Odesa National Mechnikov University. For quantitative analysis of the intensity of biofilm formation, the crystal violet method was applied. The results were recorded using a BioTek μQuant spectrophotometer at a wavelength of 592 nm. To determine the morphology of the cells of microorganisms in the associations, microscopy of biofilms was performed using a Zeiss Primo Star light microscope (Germany); photography was performed using a Canon EOS 750D camera (Japan) and Zen 2 software (ZEISSEfficient Navigation). The spectrum of phenazine derivatives participating in redox processes was studied using a Specord M40 spectrophotometer in the range from 300 nm to 600 nm.

All studied pseudomonads were characterized by the ability to form biofilms: the highest cell content in their composition was recorded for *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15692 and ATCC 27853 strains. The thickness of biofilms formed by the studied microorganisms during cultivation on a dense *in vitro* surface ranged from 1.12±0.11 μm (for *Pseudomonas fluorescens* ONU 110) to 1.32±0.17 μm (for *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853) on the first day, and also from 1.25±0.03 μm (*Pseudomonas chlororaphis* ONU 111) to 1.90±0.05 μm (*Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15692).

The most active producer of certain groups of phenazines, in particular phenazine-1-carboxylic acid and pyocyanin, was the *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15692 strain.

Thus, a deep understanding of the basics of biotechnological processes for the production of bioelectrochemical systems for the purpose of creating alternative sources of electricity is relevant and in great demand for today's application.

EFFECT OF PROBIOTIC STRAIN B. VELEZENSIS IMV B-7571 ON ANTIOXIDANT DEFENCE AND LIPID PEROXIDATION PROCESSES IN JUVENILE CARP

Rybalchenko N.P.[1], Matvienko N.M.[2], Koryliak M.Z.[3], Mozhayeva L.L.[1], Avdeeva L.V.[1]

[1]Zabolotny Instityte of Microbiology and Virology, NAS of Ukraine, 154 Akademika Zabolotnoho Str., Kyiv, 03143, Ukraine
[2]Institute of Fisheries of the NAAS of Ukraine, 135, Obukhivska Str., Kyiv, 03164, Ukraine
[3] Lviv Research Station of the Institute of Fisheries of the NAAS of Ukraine, Lviv region, Velykyi Liubin, 11 Lvivska str., 81555, Ukraine
e-mail: nrybalchenko@ukr.net

One urgent challenge in modern aquaculture is ensuring fish resistance to harmful environmental factors, including water pollution, oxygen depletion, high temperatures, and toxic substances. One critical mechanism for adapting to stressful conditions is the antioxidant system, which neutralizes reactive oxygen species and prevents lipid peroxidation. In recent years, researchers have actively investigated the use of probiotic preparations to enhance the antioxidant defense mechanisms in fish. Probiotics can not only have a positive effect on the immune status but also help reduce oxidative stress by regulating enzymatic activity.

Monitoring lipid peroxidation and assessing antioxidant activity are important criteria for determining the physiological state of fish and the effectiveness of probiotics, so the study aimed to investigate the effect of the probiotic strain *B. velezensis* IMV B-7571 on the antioxidant defense of juvenile carp at different concentrations of the probiotic - 1% and 3% when added to the fish diet. To assess the antioxidant status and lipid peroxidation levels, indicators of diene conjugates (DCs), TBA-active products, superoxide dismutase (SOD), and catalase were evaluated.

The use of the probiotic strain *B. velezensis* IMV B-7571 contributed to the reduction of oxidative stress in juvenile carp due to a decrease in catalase and superoxide dismutase (SOD) activity, as well as a decrease in the content of diene conjugates (DC) and TBA-active products. After application of the probiotic, a 10-15% decrease in catalase activity and an 8-12% decrease in SOD activity was observed in juvenile carp compared to the control group, indicating a reduction in oxidative stress. At the same time, the content of diene conjugates and TBA-active products decreased by 5-7%, indicating a decrease in the intensity of lipid peroxidation and an improvement in the condition of cell membranes.

Thus, the use of the probiotic strain *B. velezensis* IMV B-7571 has a positive effect on the antioxidant status of juvenile carp and helps to reduce cell membrane damage.

ANTIMICROBIAL EFFECT OF CRYOGEL MATERIALS BASED ON POLYVINYL ALCOHOL, HYALURONIC ACID, AND AG_2O AND ZNO NANOPARTICLES

Rybalchenko N.P.[1], Demchenko V.L.[2]

[1]*Zabolotny Instityte of Microbiology and Virology, NAS of Ukraine, 154 Akademika Zabolotnoho Str., Kyiv, 03143, Ukraine*
[2]*E.O. Paton Electric Welding Institute, NAS of Ukraine, 11, Kazimir Malevich Str., Kyiv, 03150, Ukraine*

e-mail: nrybalchenko@ukr.net

Hydrogels are promising materials for biomedical applications due to their structural similarity to human soft tissue, high biocompatibility, and moisture retention. Hyaluronic acid (HA) is crucial for the biological properties of hydrogel systems. It enhances tissue regeneration, diminishes inflammation, and creates an optimal environment for cell growth. By combining metal nanoparticles Ag_2O and ZnO with polyvinyl alcohol (PVA) and hyaluronic acid (HA), hydrogels can acquire antimicrobial properties, making them promising for use in wound care and regenerative medicine. An important parameter that affects the material properties is the concentration of hyaluronic acid in the PVA hydrogel. In this work, we investigated the effect of different hyaluronic acid contents (3, 5, and 9 % w/w) and the introduction of Ag_2O and ZnO nanoparticles to obtain bactericidal materials.

Antimicrobial studies have shown that nanocomposite hydrogels based on PVA and hyaluronic acid, with the addition of Ag_2O and ZnO, have a pronounced activity against a wide range of pathogenic microorganisms: gram-positive bacteria *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* and gram-negative bacteria *Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa*.

Hydrogel samples containing 9% hyaluronic acid had moderate antimicrobial activity, which increased with the addition of Ag_2O. Hydrogels with 5% hyaluronic acid showed more pronounced antimicrobial activity. Adding 0.1-0.5% silver oxide (Ag_2O) has significantly enhanced the bactericidal properties of the materials. The diameters of the growth inhibition zones for *S. aureus* reached 14,91±0,33 mm, for *S. epidermidis* – 14,07±0,32 mm, for *E. coli* – 14,77±0,33 mm, and for *P. aeruginosa* – 14,82±0,33 mm. The addition of ZnO also contributed to an increase in antimicrobial activity, especially against gram-negative bacteria. Reducing the concentration of hyaluronic acid to 3 % by weight in combination with Ag_2O provided the highest level of antimicrobial activity.

These results affirm the potential of the developed nanocomposite hydrogels for medical use, particularly in treating infected wounds and various other biomedical applications.

The work was performed with financial support by a grant from the National Research Foundation of Ukraine (Development of biopolymer nanocomposite materials to stimulate the regeneration of living tissues and wound healing. Application ID 2023.05/0009).

THE EFFECT OF ENDOPHYTIC BACTERIA ON ADAPTIVE POTENTIAL AND PRODUCTIVITY OF *BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM-GLYCINE MAX* (L.) MERR. SYMBIOSIS UNDER ADVERSE AGROCLIMATIC FACTORS

Shevchuk N.V.[1], Tytova L.V.[1], Iutynska G.O.[1], Sergiienko V.G.[2], Goloborodko S.P.[3], Dubynska O.D.[3]

[1]*Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
[2]*Institute of Plant Protection of the NAAS, Kyiv, Ukraine*
[3]*Institute of Climate Oriented Agriculture of the NAAS, Kyiv, Ukraine*
email: nadia.shevchuk.48@ukr.net

Symbiotic endophytic microorganisms can enhance plant growth and adaptability to environmental stress factors. These agronomically beneficial properties of endophytes have great potential for use in agriculture under adverse anthropogenic influences and global climate change.

The *Glycine max* (L.) Merr. plants of the ultra-early ripening cultivar Diona, the mid-season cultivar Sviatohor and the mid-early cultivar Sculptor; endophytic strain *Bacillus* sp.4 isolated from soybean nodules and the association of three strains of nodule bacteria *Bradyrhizobium japonicum* UCM B-6018, B-6023, B-6035 in the composition of the biopreparation Ryzobin^{K} were studied. The influence of the endophytic-rhizobial inoculation on the antioxidant activity of roots and leaves of soybean cultivar Sculptor under arid conditions of Kyiv region, as well as symbiosis productivity and economic efficiency of growing differently ripe soybean cultivars (Diona, Sviatohor) under irrigation in the fields of the Southern Steppe of Ukraine was determined. The calculation of the economic efficiency of soybean cultivation was carried out by drawing up technological maps, taking into account economic indicators of Askaniya State Agricultural Experimental Station at the Institute of Irrigated Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences.

A 28.08% decrease in antioxidant activity was observed in leaf extracts and a 9.09% decrease in root extracts. The obtained results are explained by the influence of endophytic bacteria on reducing oxidative stress caused by drought. The activity of catalase, which catalyzes the decomposition of peroxide compounds formed under the action of reactive oxygen species, was 52.2% higher than the control. The obtained results confirm the role of endophytes in increasing the adaptive potential of soybean plants under the influence of abiotic stress factors.

The productivity of soybean cultivars Diona and Sviatohor under irrigated agriculture in the Southern Steppe of Ukraine in 2024 under endophyte-rhizobial inoculation with the complex Ryzobin^{K} + *Bacillus* sp.4 increased by 28.9 and 32.7%, respectively. At the same time, the amount of protein in the grain increased by 12.4% and 11.2%. According to the calculations of economic efficiency, the highest level of profitability for both cultivars was achieved in the variant with complex inoculation – 110.6 and 105.3%.

Therefore, endophyte-rhizobial inoculation of soybean seeds grown under arid conditions contributed to an increase in the antioxidant activity of leaves and roots, which indicated an increase in its adaptive potential. Under conditions of irrigation and heat, the productivity of symbiotic systems, economic efficiency and profitability of soybean cultivation improved. Complex endophyte-rhizobial inoculation is an environmentally friendly and energy-saving strategy that helps plants to increase their adaptive activity to stressful environmental conditions.

ACID UREASE PRODUCER AND ITS APPLICATION FOR BIOCEMENTATION

Stabnikov V.*, Udymovych V., Kovshar I.

*National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine *e-mail: vstabnikov1@com.ua*

In recent decades, a new promising direction has emerged in biotechnology: the development of environmentally sustainable construction materials. Among these, biocement holds particular significance as a viable alternative to traditional Portland cement, owing to its advantageous properties and reduced environmental footprint. Its production requires considerably less energy and contributes to lower carbon dioxide emissions. Nevertheless, the widespread implementation of biocement is currently hindered by several factors, notably its relatively high production costs and the release of ammonia and ammonium during the biocementation process—compounds that are subject to stringent environmental regulations. One of the possible ways to eliminate the negative environmental aspect of using biocement based on the formation of calcium carbonate is to replace it with calcium phosphate. However, the formation of calcium phosphate occurs at an acidic pH, which necessitates the use of urease, which would be active under these conditions. The aim of the present study was selection of producer of acid urease for its application for biocementation.

Bacterial strains – producers of acid urease were isolated from enrichment culture grown on a nutrient medium with following composition: Tryptic Soy Broth, urea, 20 g; NaCl, 100 g; $NiCl_2 \cdot 6H_20$, 24 mg; bromocresol purple; distilled water 1, pH 5.8, inoculated with acidic soil to which urea was previously added. The color change of the medium to purple, indicating that pH is > 6.8 due to hydrolysis of urea. The strain exhibiting the highest urease activity was Gram positive, non-spore-forming bacteria with spherical cells. It was identified through rRNA gene amplification and sequencing as *Staphylococcus saprophyticus* AU1. The complete 16S rRNA gene sequence was obtained by assembling several partial nucleotide sequences of the 16S rRNA gene, and the full-length sequence was compared to other sequences available in the NCBI Genbank database using BLAST searches.

The maximum specific growth rate of strain AU1 was determined to be 0.15 h^{-1}, the maximum biomass accumulation was 6.9 g/L (dry weight) and a maximum urease activity of 8.1 mM hydrolyzed urea per minute. The urease activity exhibited by the acid-tolerant strain AU1 is comparable to that of known alkaliphilic strains used for conventional biocementation. For instance, *Sporosarcina pasteurii* ATCC 11859 demonstrated an activity of 13.3 mM urea hydrolyzed per minute (Whiffin, 2004), while a *Bacillus* sp. strain isolated from Australian soil exhibited an activity of 3.0 mM urea hydrolyzed per minute (Al-Thawadi and Cord-Ruwisch, 2012). Optimal urease activity was observed within a pH range of 4.5 to 5.5, beyond which activity progressively declined as pH increased.

To enhance environmental biosafety, the application of inactivated bacterial cells of strain *S. saprophyticus* AU1 retaining urease activity has been proposed. Complete inactivation of cells was achieved by treating them with a 0.5% sodium dodecyl sulfate solution for 90 minutes. Biocementation experiments were carried out using these inactivated cells in combination with an acid hydrolysate of bone meal, which served as a calcium source in the form of phosphorus-containing compounds. The water permeability of the biocemented sand was 2×10^{-5} m/s, indicating its potential applicability for soil stabilization to mitigate liquefaction risks following seismic events, as well as for controlling dust erosion to reduce atmospheric pollution.

The primary advantage of the proposed biocementation method lies in the reduction of urea consumption by up to 75%, which consequently lowers the release of ammonium and ammonia into the environment. Additionally, this approach contributes to the resolution of bone waste disposal and significantly decreases the cost of biocementation materials.

CHOLESTEROL-LOWERING PROBIOTICS: A NEW FRONTIER IN CARDIOVASCULAR DISEASE PREVENTION

Starovoitova S.O.[1,2], Spivak M.Ya.[1]

[1]*Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
[2]*National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine. e-mail: svetik_2014@ukr.net*

Cardiovascular diseases (CVDs), particularly acute myocardial infarction, remain the leading cause of mortality worldwide. One of the main risk factors is hypercholesterolemia. Although pharmacological therapy (e.g., statins) is effective, it is associated with serious side effects, which have stimulated interest in alternatives such as probiotics, postbiotics (metabolic products of probiotic microorganisms), and functional foods enriched with probiotic biomass.

Probiotics show potential in reducing the risk of CVDs through the following mechanisms of action: reducing cholesterol absorption (influencing the expression of the Niemann-Pick C1-like 1 gene (NPC1L1)); deconjugation of bile acids, reducing their reabsorption; production of short-chain fatty acids (SCFAs), which inhibit 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A (HMG-CoA) reductase; lowering levels of trimethylamine N-oxide (TMAO), a compound associated with atherosclerosis; exerting antioxidant and anti-inflammatory effects (via inhibition of nuclear factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells (NF-κB)).

Randomized studies have shown that low doses of probiotics ($<10^{10}$ CFU/day) are more effective in lowering low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), that an intake duration of ≥12 weeks is associated with improved lipid profiles and that multi-strain compositions are more effective than single strains.

All tested lactic acid bacteria strains met essential probiotic criteria, including gastrointestinal tolerance; antagonistic activity (all strains inhibited pathogenic and opportunistic microorganisms, including *Candida*); biocompatibility; adhesion ability (all strains were highly adhesive, ranked: *L. casei* IMV B-7280 > *B. bifidum* VK-1 > *B. longum* VK-2 > *L. bulgaricus* IMV B-7281 > *L. acidophilus* IMV B-7279)*;* antibiotic resistance profile; *in vitro* cholesterol-lowering activity (*L. casei* IMV B-7280 > *L. bulgaricus* IMV B-7281 > *L. acidophilus* IMV B-7279> *B. longum* VK-2 > *B. Bifidum* VK-1); and synergistic effects in strain combinations.

The study revealed that probiotic strains exhibited increasing cholesterase activity over time in a mouse model of hypercholesterolemia which we developed. *L. acidophilus* IMV B-7279 showed the highest activity across multiple conditions, reaching up to 78.04 ± 3.0% by day 7 in female mice under prophylactic administration. The combination *B. bifidum* VK-1 + *B. longum* VK-2 (1:1) was also highly effective (up to 74.08 ± 3.0%).

Prophylactic schemes consistently resulted in higher cholesterase activity compared to therapeutic ones. Younger mice (16–18 g) responded better to probiotics than older ones (18–20 g), with greater increases observed over the 7-day period.

Overall, the most effective strains were *L. acidophilus* IMV B-7279 and *B. bifidum* VK-1, as well as the composition *B. bifidum* VK-1 + *B. longum* VK-2 (1:1), with cholesterol-lowering activity ranging from 40–78%.

Conclusions.

The studied probiotic strains meet the key criteria for effective probiotics and demonstrate significant potential for the development of functional products with hypocholesterolemic effects aimed at the prevention and adjunctive treatment of CVDs.

Future research will involve the use of small animal models of CVD to further evaluate the *in vivo* therapeutic effects of these cholesterol-lowering probiotic strains. Employing animal models that closely mimic human pathophysiology is essential for elucidating the mechanisms underlying cardiovascular diseases and for validating the clinical relevance of probiotic interventions.

GENETICALLY ENGINEERED YEAST CELLS ENRICHED WITH NANOCOMPOSITES CONTAINING ARTIFICIAL NADH-DIAPHORASE AND NATURAL FORMALDEHYDE DEHYDROGENASE FOR DETOXICATION OF FORMALDEHYDE

Nataliya Stasyuk, Olha Demkiv, Galina Gayda, Tetiana Prokopiv, Kostyantyn Dmytruk, Mykhailo Gonchar, Andriy Sibirny

Institute of Cell Biology, NAS of Ukraine, Lviv, Ukraine.
e-mail: stasuk_natalia@ukr.net

Formaldehyde (FA) is a volatile and toxic compound widely used in industry and commonly found in polluted air and water. Its rapid and reliable detection is essential for environmental monitoring and public health safety. Microbial biosensors integrated with nanotechnology offer fast, cost-effective, and highly sensitive platforms for FA detection. Although genetically modified microorganisms are often employed to overexpress target enzymes, their practical application can be limited by plasmid instability and inconsistent gene expression.

To address these challenges, we propose a novel bioanalytical platform based on genetically engineered *Komagataella phaffii* yeast cells enriched with bionanocomposites containing natural formaldehyde dehydrogenase (FdDH) and an artificial NADH-diaphorase for the detection and detoxification of FA in wastewater.

Artificial NADH-diaphorases, or nanozyme-based diaphorase mimetics, represent a promising direction in the development of next-generation biofuel cells (BFCs). Compared to natural enzymes, these nanozymes demonstrate enhanced stability under harsh conditions, resistance to denaturation, and tunable catalytic properties, making them highly suitable for long-term use in bioelectrochemical systems. They efficiently catalyze NADH oxidation, enabling effective electron transfer in the anodic reaction of fuel cells. Their multifunctionality also allows simultaneous catalysis, signal amplification, and molecular delivery, significantly enhancing biosensor sensitivity and performance.

In this study, we employed the diaphorase mimetic nMoAuCo – demonstrating both diaphorase-like activity and electrocatalytic properties toward NADH oxidation – for the development of NADH chemosensors and as a nanocarrier for intracellular delivery of FdDH. *K. phaffii* cells were enriched *via* a combined strategy: (1) genetically, through overexpression of the FdDH gene, and (2) nanotechnologically, by co-immobilizing purified FdDH with nMoAuCo.

The constructed biosensor, based on yeast cells were additionally enriched with FdDH and nMoAuCo, exhibited a broad linear response range (0.01–0.2 μM) and high sensitivity (475 $A \cdot M^{-1} \cdot m^{-2}$) to FA. These engineered cells were successfully used to construct a bioanode for microbial fuel cell (MFC) applications. The developed MFC produced an open-circuit voltage of 600 mV and a maximum power density of 0.3 $\mu W \cdot cm^{-2}$ at an optimal FA concentration of 0.5 mM. Its effectiveness was demonstrated on real wastewater samples, highlighting the potential of this system for environmental monitoring and bioenergy generation.

Acknowledgement. This research was supported by the National Research Foundation of Ukraine (project No. 2021.01/0010) and by the US National Science Foundation (NSF) - grant CBET-2235349 including IMPRESS-U supplement (project STCU 7113).

DEVELOPMENT OF AEROBIC INCUBATION OF PROBIOTIC MICROORGANISMS IN THE SYNTHESIS OF SELENIUM NANOPARTICLES

Tymoshok N.O.[1], Ganova L.O.[1], Kharchuk M.S.[1], Bityutkyi V.S.[2]

[1]*Institute of Microbiology and Virology named after D.K. Zabolotny National Academy of Sciences of Ukraine,*
[2]*Bila Tserkva National Agrarian University*

The involvement of probiotic microorganisms in the synthesis of selenium nanoparticles (Nano-Se), make it possible to obtain selenium-enriched probiotic and selenium (Se) nanoforms.

The aim is to investigate the effectiveness of the reduction of sodium selenite to spherical Nano-Se by *Lactobacillus* and *Bacillus* species under the growth conditions (aeration, static and addition of riboflavin).

It was found that *B. Subtilis* IMB B-7392 and IMB B-7393 were the most resistant to sodium selenite from 1 to 30 ppm, as evidenced by a high cell population density. Grown in addition of 30 ppm Se *B. Subtilis* IMB B-7393 had a more intense red color under aerated growth conditions. Enrichment of the culture medium for (IMB B-7392 and IMB B-7393) riboflavin 0.2 μg/ml, in combination with aeration at 220 rpm, allowed to increase the rate of selenite reduction to obtain a significant formation of Nano-Se. Transmission (TEM) microscopy has proven that the obtained Nano-Se easily formed aggregates. The average size of Nano-Se for strains IMB B-7392 and IMB B-7393, respectively, was 120 ± 20 and 40 ± 10 nm. It is possible that the significant resistance of strains IMB B-7392 and IMB B-7393 to high concentrations of selenite is due to the extracellular formations of Nano-Se, which were confirmed by transmission (TEM) microscopy.

The cultures *L. casei* IMV B-7280 or *L. casei* 3 or *L. plantarum* IMV B-7679 were found to be quite sensitive to the toxic effect of selenite at 30 ppm of Se. According to TEM data, within one species of Lactobacillus casei, distinct strain-dependent mechanisms of Nano-Se synthesis were revealed, extracellular (*L. casei* 3) and intracellular (*L. casei* IMV B-7280). The synthesis of heterogeneous Nano-Se nanoparticles by cultures *L. casei* IMV B-7280 and *L. casei* 3 in a medium enriched with Na2SeO3 is accompanied by the release of lactomicrocells with a size of ≥100 nm.Visualized by TEM, Nano-Se synthesized by *L. plantarum* IMB B-7679 had a spherical shape and their size ranged from 150-180 nm. According to TEM data, the intracellular pathway of Nano-Se formation by *L. plantarum* was proven.

It was established that cultures *B. Subtilis* IMB B-7392 and IMB B-7393 and *L. casei* 3 have an extracellular pathway for the reduction of sodium selenite. However, their mechanisms of detoxification of sodium selenite were different from each other, as were shown by using of riboflavin. Riboflavin is the precursor of flavin cofactors, which play a decisive role in a wide range of redox reactions and an electron transfer chain that *B. Subtilis* [Chen, L., Cao, C., Wang, S., Varcoe, J. R., Slade, R. C., Avignone-Rossa, C., & Zhao, F. (2019). Electron communication of Bacillus subtilis in harsh environments. *IScience*, *12*, 260-269], *L. Plantarum* are capable of. [Light, S. H., Su, L., Rivera-Lugo, R., Cornejo, J. A., Louie, A., Iavarone, A. T., ... & Portnoy, D. A. (2018). A flavin-based extracellular electron transfer mechanism in diverse Gram-positive bacteria. *Nature*, *562*(7725), 140-144.].

However, the enhancement of sodium selenite reduction under the conditions of using riboflavin was observed only for the experimental *B. Subtilis*. So, the addition of the electron shuttle riboflavin to the IMB B-7393 culture grown under aeration conditions lids to the creation of a more intense red color, compared to the IMB B-7393 culture grown in the absence of riboflavin, which confirms the reduction of selenium oxyanions to the elemental state.

EFFECT OF LACTIC ACID BACTERIA COMPOSITIONSON THE FERMENTATION AND MICROBIAL STABILITY OF GREEN CORN

O. Vasyliuk, S. Skrotskyi, L. Khomenko, Y. Lys, T. Babich

D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, NAS of Ukraine
e-mail: ovas.lbms@gmail.com

Fermentation is one of the oldest and most effective methods of preserving food products, not only for human use but also in animal nutrition. Fermented maize biomass (silage) is considered an environmentally friendly and efficient feed that enhances animal productivity and digestion. However, silage spoilage remains a critical issue in animal husbandry, often resulting from the uncontrolled growth of undesirable microorganisms. These include spoilage yeasts, molds, enterobacteria, *Clostridium spp.*, and phytopathogens that may enter the biomass through raw plant material, oxygen penetration, or insufficient compaction during ensiling. Such microbiological instability not only reduces the nutritional value of the feed but can also pose health risks to animals. To enhance the efficiency and safety of the fermentation process, starter cultures based on selected LAB strains are increasingly used. These cultures produced lactic acid, reduce the pH of the silage environment more rapidly, and inhibit the development of spoilage and pathogenic organisms such as yeasts, enterobacteria, molds, clostridia, and phytopathogenic organisms.

This study **aimed** to investigate the effect of different multi-strain LAB compositions on the fermentation process and microbiological quality of green maize biomass.

Based on previous screening, two multi-strain LAB compositions were formulated. **Composition №1** consisted of *Lactobacillus paracasei 15bs, Lactiplantibacillus plantarum 12d, L. buchneri* 245, and *Enterococcus faecium* 33ar while **Composition №2** included L. *plantarum*12d, *L. buchneri* 245, and *E. faecium* 33ar.A 2% inoculum of each starter composition was added to the biomass. The control group consisted of uninoculated green maize biomass. All samples were fermented in sterile 5-liter plastic containers under controlled temperature conditions (±20°C) for a period of 60 days.

Studies have shown that both Composition №1 and Composition №2 significantly inhibit yeast growth during the fermentation of corn silage. Specifically, a 100-fold reduction in yeast counts was observed in both samples on day 14 and day 28 compared to the control group. Yeast numbers during the fermentation period were significantly lower in inoculated silage samples: **№1:** 5.04 ± 0.05 lg CFU/mL, **№2:** 5.3 ± 0.01 lg CFU/mL and **Control:** 7.3 ± 0.04 lg CFU/mL. Further analysis on day 28 showed that the amount of *Pseudomonas sp.* was also significantly suppressed. In samples with №2, *Pseudomonas sp*. number was reduced to 2.6 ± 0.01 lg CFU/mL, while №1 achieved a reduction to 4.06 ± 0.02 lg CFU/mL. In contrast, the control group had significantly higher levels of *Pseudomonas* sp., indicating a protective role of LAB in the fermentation process. No significant difference was observed between Compositions №1 and №2 regarding phytopathogenic microorganisms suppression.

On day 7 of fermentation, №1 led to LAB counts that were two orders of magnitude higher than those observed in the control and in samples with №2. However, by day 14, a marked decline in LAB numbers was observed in the control group - from 8.27 ± 0.03 to 6.79 ± 0.03 lg CFU/mL - reflecting a loss of microbial stability in the absence of inoculants of LAB. The most pH reduction was recorded in treated samples on days 7 and 14, correlating with intense metabolic activity of the LAB and acid production.

In conclusion, the total amount of undesirable microbiota was significantly lower (fivefold) in the inoculated samples, while the LAB count remained 2.5 fold higher compared to the control throughout the entire fermentation period. Based on the combined microbial and fermentation parameters, Composition №2 is the most promising candidate for improving the biosafety, stability, and quality of green maize silage.

REVERSE STABLE-ISOTOPE PROBING OF γ-HCH METABOLIZATION BY *BACILLUS MEGATERIUM* IMV B-7287 SOIL STRAIN

Yamborko N.[1,2], Iutynska G.[1], Nijenhuis I.[2], Stryhanuyk H.[2]

[1]*Department of General and Soil Microbiology, Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, NASU, Akademik Zabolotniy's Str. 154, 03680 Kyiv, Ukraine, yamborkon@gmail.com;nadiia.yamborko@ufz.de*
[2]*Department of Technical Biogeochemistry, Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Permoserstraße 15, 04318 Leipzig, Germany*

Microbial-mediated degradation of hexachlorocyclohexane (HCH) is considered as an environmental-friendly approach to large-scale remediation biotechnology at aerobic conditions. HCH is a chloroorganic toxicant employed as insecticides in the past, but nowadays is still a widespread contaminant diffusing around agricultural pesticide storage sites and is a byproduct of chemical industry - pesticide and rubber production. Hence, there is a strong "clean-up demands" for recovering the polluted sites and render soils suitable for food production. The ability of *Bacillus megaterium* IMV B-7287 to degrade γ-HCH upon aerobic conditions and to synthesize phytohormones promoting plant-growth (Yamborko et al. 2021), makes this strain rather promising for elaboration of novel biotechnologies for soil recovery.

The reported study has been focused at the elucidation of mechanisms and quantitative evaluation of HCH degradation by IMV B-7287 strain revealing strong resistant to extremely high concentration of HCH isomers. For this purpose, the combination of Stable-Isotope Probing with nano-focused Secondary Ion Mass Spectrometry (SIP-nanoSIMS) was applied to trace the consumption of γ-HCH by *Bacillus megaterium* as a carbon source. For the isotope-labelling experiment, studied microbial cells were ^{13}C-saturated with ^{13}C-glucose first and the extent of the reverse ^{12}C-labeling of upon batch cultivation with γ-HCH was monitored to check for the assimilation of HCH-related ^{12}C carbon. The detection of ^{12}C increase in microbial biomass after consuming ^{12}C γ-HCH allows for an accurate quantitation of γ-HCH metabolization rates. To reach optimal detection conditions, the amount of ^{13}C-glucose was decreased to balance the ratio between two carbon sources: ^{13}C-glucose and ^{12}C-γ-HCH. Cultivation was performed on chlorine-free mineral modified Menkina's medium to induce the need in HCH-dechlorination with HCH provided as an exclusive Cl-ion source. Chlorine ion deficiency has been proved to enhance the microbial growth and the efficiency of organochlorine toxicant degradation.

The employed approach allowed for the quantitative evaluation of HCH-biotransformation by model strain of *Bacillus megaterium* IMV B-7287, in particular:

- application of reverse stable-isotope labelling (r-SIP-nanoSIMS) revealed the aerobic soil bacteria *B. megaterium* IMV B-7287 assimilating γ-HCH as a carbon source.
- assimilation of γ-HCH has been quantified for single units of cellular biomass omitting dormant spores.
- dormant spores (detected in natural ^{12}C abundance) remaining after three subsequent batch growth cycles on ^{13}C-glucose substrate are revealed together with metabolic heterogeneity of cell population developed even within a single growth cycle.

BIOLOGICAL PROPERTIES OF *ACHROMOBACTER* SP. AF-02 AS DEGRADER OF FLUOROSYNTHETIC AQUEOUS FILM FORMING FOAM S

Zvir G. I., Hanyk Y. O.
Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine
e-mail: galynazvir@ukr.net

Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) represent a broad group of synthetic compounds widely utilized across various sectors. One of their main applications is in extinguishing fires caused by the combustion of petroleum products and other flammable liquids. However, unlike water-based fire suppression, the use of aqueous film forming foams (AFFF) poses a risk of environmental pollution due to surfactants and other chemical components present in the foams. The environmental hazard associated with firefighting foams arises from their breakdown during fire suppression. Foam solutions primarily contaminate soil and migrate into water bodies. The threat is further exacerbated by the high persistence of these substances in the environment, their tendency to bioaccumulate, and their potential toxic effects.

The high toxicity and environmental persistence of fluorinated surfactants necessitate the development of methods to minimize their negative impact, such as microbial degradation. Soil microorganisms play a key role in the biodegradation of synthetic foaming agent components, thereby influencing the stability of soil ecosystems and overall ecological health.

The aim of this study is to isolate microorganisms capable of biodegrading fluorosynthetic film forming foam and to examine their physiological and biochemical properties. Five bacterial isolates were obtained using Raymond's mineral medium, with fluorosynthetic foam serving as the sole carbon source. These isolates are motile, aerobic, Gram-negative bacteria, appearing as single rods or short chains. Colonies on Raymond’s medium are milky, cloudy, 1–3 mm in diameter, round, translucent, with a smooth, mucous surface, convex profile, and smooth edges. Bacterial isolates were analyzed using direct microscopic techniques.

Physiological and biochemical analyses involved a range of diagnostic tests: assimilation of various carbon and nitrogen sources, starch hydrolysis, production of hydrolytic enzymes, phosphate mobilization activity, and the use of nitrate ions as electron acceptors in dissimilatory nitrate reduction. One isolate was identified as a bacteria of the genus *Achromobacter*, based on phylogenetic analysis of the 16S rRNA gene nucleotide sequence.

Achromobacter sp. AF-02 metabolizes carbohydrates (D-galactose, β-gentiobiose, maltulose, L-arabinose, D-melibiose, D-fructose, dextrose, L-rhamnose), alcohols (sorbitol, D-mannitol, adonitol), amino acids (glycine, L-leucine, lysine, alanine, arginine, L-glutamic acid, ornithine, L-glutamine), organic acid salts (acetate, malonate, α-ketoglutarate, citrate, galacturonate, D-gluconate), as well as certain amino sugars and glycosides. Isolated bacteria utilize nitrates, ammonium salts, and molecular nitrogen as nitrogen sources, but do not grow on nitrite-containing media. *Achromobacter* sp. AF-02 is capable of anaerobic growth, using nitrate ions as electron acceptors during dissimilatory nitrate reduction. The strain is catalase-, amylase-, lipase-, and urease-positive, and capable of mobilizing phosphates.

The results of this study demonstrate that *Achromobacter* sp. AF-02 possesses a wide spectrum of physiological and biochemical characteristics enabling it to degrade fluorosynthetic film forming foams. Its ability to utilize various organic compounds as carbon and nitrogen sources, as well as to grow under anaerobic conditions via dissimilatory nitrate reduction, highlights its metabolic versatility. Given the environmental persistence and toxicity of fluorosynthetic film forming foams, further investigation into the biodegradation capabilities of *Achromobacter* sp. AF-02 is essential for the development of effective bioremediation strategies.

Секція 3. *Медична, ветеринарна мікробіологія і імунологія*

Section 3. *Medical, veterinary microbiology and immunology*

ПАЦІЄНТ ІЗ ВЕРХІВКОВИМ ПЕРІОДОНТИТОМ ТУБЕРКУЛЬОЗНОЇ ЕТІОЛОГІЇ. КЛІНІЧНЕ СПОСТЕРЕЖЕННЯ.

Авдоніна Л.І.[1], Христян Г.Є[2]., Радченко О.О.[1], Макарук Ю.Г.[1], Казмірчук В.В.[1]

[1]ДУ «Інститут мікробіології та імунології ім. І.І. Мечникова НАМН України, м. Харків, Україна
[2]Стоматологічна клініка ПОЛІМЕД, м. Дніпро

Вогнища інфекції (ОВІ) у пацієнтів з хронічним верхівковим періодонтитом є осередками позалегеневого туберкульозу у 20% осіб, які вважаються практично здоровими, та у 64% хворих на туберкульоз легень.

Пацієнт К., 62 років звернувся до стоматологічної клініки для санації ротової порожнини з метою подальшого протезування. Протягом останніх двох років турбували тривалий головний біль, перепади артеріального тиску. З 11 зубів, що залишилися, в 4 зубах був діагностований хронічний верхівковий періодонтит з наявністю нориць. У процесі лікування вміст нориці, путридні маси з кореневих каналів були досліджені на наявність мікобактерій туберкульозу (МБТ).

Для виявлення мікобактерій туберкульозу застосовувалося бактеріоскопічне дослідження, виконане на базі ДК «Інституту мікробіології та імунології ім. І.І. Мечнікова НАМН України, м. Харків, Україна, Лабораторії протимікробних засобів.

У виділеннях нориць були знайдені МБТ. Виділення нориць – прозора рідина з крихким білим вмістом. У рідкому відділенні норицевих ходів нами були виявлені окремі МБТ та мікроколонії МБТ, кислотостійкі зернисті форми МБТ, у крихкому вмісті – кальциновані глибки казеозу. У вмісті кореневих каналів було виявлено кислотостійкі зернисті форми МБТ, які за даними літератури, є обтяжливим фактором плину захворювання на туберкульоз. Через кілька тижнів після видалення одного з зубів пацієнта К. у ділянці лунки утворилася туберкульозна виразка. Специфічна інфекція ймовірно поширилася з кореневих каналів у періапікальні тканини і далі на слизову оболонку.

Після санації порожнини рота та загоювання специфічної виразки у пацієнта К. зник головний біль та нормалізувався артеріальний тиск.

Необхідно особливо відзначити, що наявність МБТ в ексудаті, що виділяється з кореневих каналів та норицевих ходів, має суттєве епідеміологічне значення як один із шляхів попадання МБТ у зовнішнє середовище та, можливо, є джерелом зараження чи інфікування оточуючих. МБТ, потрапляючи з кореневого каналу або нориці в порожнину рота, можуть з крапельками слини виходити назовні і обсіменяти навколишнє середовище, як і при повітряно-крапельному шляху зараження: при ковтанні слини можуть потрапляти в шлунково-кишковий тракт, як і при амілентарному шляху зараження, як і при контактному шляху передачі туберкульозної інфекції.

Поширення туберкульозної інфекції через кореневі канали зубів поєднує у собі такі відомі та значущі шляхи передачі туберкульозу як повітряно-крапельний, аліментарний, контактний та гематогенний.

Таким чином туберкульозний періодонтит досі залишається практично не діагностованим, а особи, які мають уражені зуби, не знають про своє захворювання, мають широке коло спілкування у побуті, за місцем роботи, у місцях громадського користування. Вони не дотримуються елементарних заходів, що перешкоджають поширенню інфекції, яка потрапляє з уражених зубів у ротову порожнину, і поширюють туберкульоз.

СТАНДАРТИЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ МЕДУ І ПРОДУКТІВ БДЖІЛЬНИЦТВА ЗА МІКРОБІОЛОГІЧНИМ ПОКАЗНИКОМ

Акименко Л.І., Лазарєва Л.М.

ННЦ «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича», м.Київ, Україна.
e-mail: akymenkol@ukr.net

Головною метою політики Європейської комісії щодо безпеки харчових продуктів є забезпечення високого рівня захисту здоров'я людини. Керівний принцип Комісії, в першу чергу викладений у Білій книзі про безпечність харчових продуктів, полягає в застосуванні комплексного підходу «від лану до столу», що охоплює всі сектори харчового ланцюга. Серед улюблених продуктів харчування мед і продукти бджільництва займають перші позиції. І Україна займає одне з провідних місць на світовому ринку цих товарів, тому важливо забезпечити їх конкурентоспроможність. Експертна оцінка якості меду і продуктів бджільництва лабораторії методів дослідження продукції бджільництва ННЦ «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича» (Свідоцтво про сертифікацію. Сертифікат визнання вимірювальних можливостей від 12.12.2024 р.№ ПТ- 384/24) базується на результатах дослідження наданих зразків у відповідності до вимог ДСТУ та Вимог до меду, що гармонізовані з міжнародними стандартами щодо показників якості меду і продуктів бджільництва. З метою подальшого розвитку і стандартизації досліджень проводиться розробка стандартних операційних процедур, що стосуються дослідження меду і продуктів бджільництва за мікробіологічним показником. Мікробіологічні критерії були розроблені відповідно до міжнародно визнаних принципів, таких як принципи Codex Alimentarius. На прикладі продукції бджільництва можемо відмітити ряд нормативних документів, на основі яких будується система якості для акредитації лабораторії по ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій (EN ISO/IEC 17025:2017, IDT; ISO/IEC 17025:2017, IDT). В роботу включено такі документи: ДСТУ 4229:2003 Віск бджолиний пасічний. Технічні умови; ДСТУ 4672:2006. Прополіс (бджолиний клей). Технічні умови; ДСТУ 4666:2006 Молочко маточне бджолине. Технічні умови; Гомогенат личинок воскової молі (полуфабрикат) ТУ У 01.2-30180024-008;2005; Порошок із молочка личинок трутнів (Технічні умови) ТУ У 01.2-30180024-006: 2003; ДСТУ 7074 :2009. Перга. Технічні умови. Основними показниками мікробіологічної контамінації визначено наявність в продукції життєздатних спор патогенних для бджіл мікроорганізмів *Bacillus larvae, Bacillus paralarvae, Aspergillus flavus, Aspergillus niger, Ascosphera apis* та інш; загальна кількість мезофільних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, мікроміцетів, дріжджів, патогенних мікроорганізмів, зокрема бактерії роду *Salmonella* , бактерій групи кишкових паличок (колі форми), *Staphylococus aureus, Echerichia coli*. Для формування сфери акредитації, Настанови, стандартних операційних процедур використовуються нормативні документи України: ДСТУ EN 12824:2004 Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявляння *Salmonella*; ДСТУ EN ISO 6888-1:2022 Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод підрахунку коагулазопозитивних стафілококів (*Staphylococcus aureus* та інших видів). Частина 1. Метод із використанням агаризованого середовища Берда - Паркера ДСТУ 8446:2015 Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів; ДСТУ 8447:2015 Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісеневих грибів.

Об'єм досліджень меду і продуктів бджільництва, що виконуються лабораторією за рік, складає в середньому 300-400 зразків. Дослідження їх за мікробіологічним показником гарантує безпечність для здоров'я людини та сприяє зростанню довіри до якості продукції.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОТИМІКРОБНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОДИФІКОВАНИХ ПОХІДНИХ АМІНОГЛІКОЗИДІВ СТОСОВНО КЛІНІЧНИХ ШТАМІВ МІКРООРГАНІЗМІВ ЗА МЕТОДОМ ДИСКІВ

Андреєва І.Д., Осолодченко Т.П., Батрак О.А., Рябова І.С., Мануйлов М.Б.

ДУ «Інститут мікробіології та імунології ім. І. І. Мечникова Національної академії медичних наук України», м. Харків, Україна. e-mail: idandreyeva@gmail.com

Незважаючи на те, що аміноглікозиди є антибіотиками останньої лінії захисту, вже з'явилися штами мікроорганізмів, резистентні й до них. Отже, розробка нових похідних таких антибіотиків є вельми актуальною задачею.

Досліджено протимікробну активність модифікованих похідних стрептоміцину та амікацину. Модифіковані аміноглікозиди було отримано шляхом їх сукцилювання з бурштиновим ангідридом. Для мікробіологічного дослідження нових динамічних похідних аміноглікозидів використані 9 клінічних штамів мікроорганізмів, які було одержано з колекції лабораторії біохімії та біотехнології ДУ "ІМІ НАМН", а саме *S. pneumoniae* 14, *S. pyogenes* 2432, *S. aureus* 124 та *E. faecalis* 42, *K. pneumoniae* 18, *E. cloaceae* 17, *A. baunani* 150 і *P. aeruginosa* 18 і *C. albicans* 69. Антимікробну активність препаратів визначали за методом дисків з вимірюванням діаметрів зон затримки росту мікроорганізмі. Відсутність росту або наявність зони затримки росту до 10 мм розцінювалися як відсутність чутливості, 10–15 мм – як низька, 15–25 мм – як помірна і перевищення 25 мм – як висока чутливість мікроорганізму до випробувальної речовині. Дослідження проведені у трьох повторах.

Встановлено, що чутливість усіх досліджених клінічних штамів грампозитивних мікроорганізмів (*S. pneumoniae* 14, *S. pyogenes* 2432, *S. aureus* 124 та *E. faecalis 42*) щодо немодифікованих амікацину і стрептоміцину за методом дисків виявилась помірною. Діаметри зон затримки росту досліджених клінічних штамів мікроорганізмів щодо немодифікованих форм аміноглікозидів знаходились у межах від (15,3±0,5) мм до (18,3±0,5) мм. Щодо модифікованих аміноглікозидів чутливість усіх досліджених грампозитивних клінічних штамів за методом дисків також була помірною (діаметри зон затримки росту у діапазоні від (18,0±0,0) мм до (21,7±0,5) мм). Серед досліджених грамнегативних клінічних штамів чутливість *P. aeruginosa* 18 щодо немодифікованих амікацину і стрептоміцину при визначенні за методом дисків виявилась слабкою (діаметри зон затримки росту від (10,3±0,0) мм до 11,3±0,5) мм). Інші досліджені клінічні штами грамнегативних мікроорганізмів (*K. pneumoniae* 18, *E. cloaceae* 17, *A. baunani* 150) виявилися помірно чутливими як до немодифікованих аміноглікозидів, так і до модифікованих форм. При дослідженні за методом дисків діаметри зон затримки росту зазначених клінічних штамів грамнегативних мікроорганізмів в результаті дії немодифікованих амікацину та стрептоміцину знаходились у діапазоні від (15,3±0,5) мм до (16,3±0,5) мм. Щодо модифікованих аміноглікозидів чутливість більшості досліджених клінічних грамнегативних штамів за методом дисків виявилась помірною (діаметри зон затримки росту у діапазоні від (17,3±0,5) мм до (20,3±0,5) мм). Антифунгальна дія стосовно *C. albicans* 69 немодифікованих аміноглікозидів була слабкою (діаметри зон затримки росту у діапазоні від (10,3±0,5) мм до (11,7±0,5) мм). Чутливість *C. albicans* 69 стосовно модифікованих форм амікацину і стрептоміцину зростала до помірної (діаметри зон затримки росту відповідно (15,7±0,5) мм і (16,7±0,5) мм).

Подальші дослідження дозволять запропонувати нові підходи до боротьби з антибіотикорезистентністю найпоширеніших збудників гнійно-запальних інфекцій на основі динамічних структур аміноглікозидних антибіотиків.

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОТИМІКРОБНОЇ АКТИВНОСТІ МОДИФІКОВАНИХ ПОХІДНИХ АМІНОГЛІКОЗИДІВ ЩОДО КЛІНІЧНИХ ШТАМІВ МІКРООРГАНІЗМІВ ЗА МЕТОДОМ «КОЛОДЯЗІВ»

Андреєва І.Д., Осолодченко Т. П., Мартинов А.В., Завада Н.П.

ДУ «Інститут мікробіології та імунології ім. І. І. Мечникова Національної академії медичних наук України», м. Харків, Україна. e-mail: idandreyeva@gmail.com

Перспективним напрямком підвищення ефективності антибіотикотерапії може бути модифікація відомих антибіотиків.

Досліджено протимікробну активність модифікованих похідних стрептоміцину та амікацину. Модифіковані аміноглікозиди було отримано шляхом їх сукцилювання з бурштиновим ангідридом. Для мікробіологічного дослідження нових динамічних похідних аміноглікозидів використані 9 клінічних штамів мікроорганізмів, які було одержано з колекції лабораторії біохімії та біотехнології ДУ "ІМІ НАМН", а саме *S. pneumoniae* 14, *S. pyogenes* 2432, *S. aureus* 124 та *E. faecalis 42, K. pneumoniae* 18, *E. cloaceae* 17, *A. baunani* 150, *P. aeruginosa* 18 і *C. albicans* 69. Антимікробну активність препаратів визначали за методом «колодязів» з вимірюванням діаметрів зон затримки росту мікроорганізмі. Відсутність росту або наявність зони затримки росту до 10 мм розцінювалися як відсутність чутливості, 10–15 мм – як низька, 15–25 мм – як помірна і перевищення 25 мм – як висока чутливість мікроорганізму до випробувальної речовині. Дослідження проведені у трьох повторах.

В результаті проведених досліджень встановлено, що чутливість усіх досліджених клінічних штамів грампозитивних мікроорганізмів (*S. pneumoniae* 14, *S. pyogenes* 2432, *S. aureus* 124 та *E. faecalis 42*) щодо немодифікованих амікацину і стрептоміцину за методом «колодязів» виявилась помірною. Діаметри зон затримки росту досліджених клінічних штамів мікроорганізмів щодо немодифікованих форм аміноглікозидів знаходились у межах від (20,3±0,5) мм до (24,7±0,5) мм. В той же час модифіковані форми аміноглікозидів щодо більшості досліджених клінічних штамів грампозитивних мікроорганізмів, за винятком *E. faecalis* 42, виявили високий протимікробний ефект (діаметри зон затримки росту у діапазоні від (25,3±0,5) мм до (28,3±0,5) мм). *E. faecalis* 42 виявився помірно чутливим щодо модифікованих форм аміноглікозидів. Серед 4-х досліджених грамнегативних мікроорганізмів (*K. pneumoniae* 18, *E. cloaceae* 17, *A. baunani* 150 і *P. aeruginosa* 18) чутливість більшості з них щодо немодифікованих форм амікацину і стрептоміцину була помірною (діаметри зон затримки росту у діапазоні від (21,3±0,5) мм до (24,3±0,5) мм). Чутливість *P. aeruginosa* 18 щодо немодифікованих амікацину і стрептоміцину виявилась слабкою (діаметри зон затримки росту відповідно (14,3±0,0) мм і 14,7±0,5) мм) Активність модифікованих форм аміноглікозидів стосовно більшості досліджених клінічних грамнегативних штамів виявилась помірною (діаметри зон затримки росту у діапазоні від (20,3±0,5) мм до (24,7±0,5) мм). Однак модифікований амікацин щодо *A. baunani* 150 та обидва модифікованих аміноглікозида – щодо *E. cloaceae* 17 виявили високу протимікробну активність (діаметри зон затримки росту у діапазоні від (26,0±0,0) мм до (26,3±0,5) мм). Антифунгальна дія стосовно *C. albicans* 69 як немодифікованих, так модифікованих аміноглікозидів за методом «колодязів» була помірною (діаметри зон затримки росту у діапазоні від (15,3±0,5) мм до (17,3±0,5) мм).

Отримані результати доводять перспективність нових динамічних похідних аміноглікозидів з метою розробки на їх основі нових протимікробних засобів.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АНТИСЕПТИКА ДЕКАМЕТОКСИНУ НА РІВЕНЬ БАКТЕРІАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ В ЛЕГЕНЯХ ПРИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІЙ РЕСПІРАТОРНІЙ БАКТЕРІАЛЬНІЙ ІНФЕКЦІЇ У МИШЕЙ

Багнюк Н.А.,[1] Назарчук О.А.,[1] Левченко Б.І.,[1]Прокопчук З.М.,[1] Бобир Н. А.[2]

[1]*Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова, м. Вінниця, Україна.*
[2]*Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна.*
e-mail: nataligavrilyk1234@gmail.com

Зростання антибіотикорезистентності у світі змушує шукати альтернативні підходи до лікування. Респіраторні захворювання, ускладнені полірезистентними штамами *Staphylococcus aureus* та *Acinetobacter baumannii*, суттєво збільшують ризик летальних наслідків. Антисептик декаметоксин (ДКМ) відомий широким спектром дії та високою антимікробною ефективністю, розглядають в якості перспективного засобу для місцевої терапії, проте його ефективність при інгаляційному введенні потребує експериментального дослідження. Метою було дослідити вплив ДКМ на рівень бактеріального навантаження в легенях мишей при змодельованій респіраторній інфекції. Експеримент виконано на 90 білих мишах лінії BALB/c. Усі процедури схвалені комітетом з біоетики Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова. Під час проведення експерименту інфікування здійснювали інтраназально шляхом введення 50 мкл бактеріальної суспензії під інгаляційним наркозом. Використовували два поліантибіотикорезистентні клінічні штами бактерій музею живих культур кафедри мікробіології ВНМУ: *S. aureus* DXA-90 та *A. baumannii* OXA-72. Тварин розподіляли на п’ять груп. До І-ої групи ввійшли миші, інфіковані *S. aureus*, без подальшого лікування. До ІІ-ої – миші, інфіковані *A. baumannii*, які також не отримували антисептик. ІІІ група: миші, інфіковані *S. aureus*, яким через 24 год після зараження проводили інгаляційне введення ДКМ у концентрації 0,2 мг/мл з тривалістю експозиції 15 хв. IV група: миші, інфіковані *A. baumannii*, які отримували аналогічний курс антисептичної терапії. V група контролю – інтактні тварини. Для оцінки бактеріального навантаження на 2-гу та 5-ту добу після інфікування у тварин вилучали легені. Отримані зразки висівали на середовища: жовтково-сольовий для виявлення *S. aureus* та м’ясо-пептонний агар для *A. baumannii*. Кількість КУО підраховували через 24–48 год інкубації при 37°C, результати виражали у КУО/г тканини. В результаті дослідження було встановлено помітну ефективність ДКМ у зниженні бактеріального навантаження в легенях мишей, інфікованих *S. aureus* та *A. baumannii*. На 2-гу добу у групах тварин, які отримували ДКМ, встановлено значно нижчий рівень бактеріального навантаження, ніж у контрольних групах. У мишей, інфікованих *S. aureus*, які інгаляційно отримували ДКМ, бактерії в легенях не визначалися, тоді як у тварин, інфікованих *A. baumannii* бактеріальне навантаження становило $1{,}2\times10^2$ КУО/г, що в 1000 разів нижче порівняно з групою без лікування. На 5-ту добу - середній рівень бактеріального навантаження в легеневій тканині у тварин, які не отримували ДКМ, для *S. aureus* становив $1{,}0\times10^5$ КУО/г, а для *A. baumannii* – $1{,}0\times10^5$ КУО/г. У групах, які отримували ДКМ, рівень бактеріального навантаження був значно нижчим: у мишей з *S. aureus* він складав $1{,}0\times10^2$ КУО/г (зниження у 1000 разів), а у тварин, інфікованих *A. baumannii*, – $1{,}0\times10^4$ КУО/г (зниження у 10 разів). Що свідчить про виражений антимікробний ефект декаметоксину, особливо щодо *S. aureus*. В результаті експериментального дослідження було встановлено, що декаметоксин суттєво знижує бактеріальне навантаження в легенях мишей, інфікованих *S. aureus* та *A. baumannii* з помітною перевагою антимікробного ефекту щодо *S. aureus* з повною ерадикацією. Перспективним є застосування декаметоксину як ефективного засобу для лікування респіраторних бактеріальних інфекцій лікування інфекційних, спричинених антибіотикорезистентними.

ПІДБІР КОМПОЗИЦІЇ ПІОЦИНІВ ДЛЯ ПРИГНІЧЕННЯ РОСТУ ЛАБОРАТОРНИХ І КЛІНІЧНИХ ШТАМІВ *PSEUDOMONAS AERUGINOSA*

Балко О.Б., Балко О.І., Авдєєва Л.В.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна. e-mail: oleksandrbalko@gmail.com

Pseudomonas aeruginosa відносять до групи ESKAPE патогенів, які найчастіше спричиняють внутрішньо-лікарняні захворювання і характеризуються високим рівнем стійкості до антибіотиків. Одними із перспективних речовин, які можуть бути використані як додаткові засоби впливу на штами *P. aeruginosa* із множинною стійкістю до антибіотиків вважаються бактеріоцини. Бактеріоцини *P. aeruginosa* (піоцини) є антимікробними речовинами, аналогами антибіотиків вузького спектру дії, які впливають виключно на близькоспоріднені штами і характеризуються безпечністю щодо макроорганізму людини. Піоцини побудовані із власне бактеріоцина, який відповідає за антимікробну активність і білка імунності, який захищає клітини-продуценти від лізису власними речовинами. Як наслідок, певна частина популяції завжди буде стійкою до дії бактеріоцинів, ідентичних власному піоцину. Це свідчить про необхідність використання не одного, навіть високоактивного піоцина, а композиції із декількох бактеріоцинів для забезпечення впливу на усі штами *P. aeruginosa*. Метою даної роботи було оцінити можливість створення ефективної композиції із мінімальної кількість піоцинів, здатної пригнічувати ріст штамів *Pseudomonas aeruginosa* різного походження.

Об'єктом дослідження були піоцини *P. aeruginosa*, отримані із 10 високоактивних продуцентів. Аналіз активності піоцинів та наступний підбір композиції здійснювали після оцінки їх впливу на 51 культуру, до яких належали лабораторні штами, виділені із рослин і клінічні ізоляти *P. aeruginosa*. Встановлено, що за спектром активності досліджуваних бактеріоцинів до найбільш перспективних можна віднести піоцини 335, 333, 330, 13 і 332. Для пригнічення росту лабораторних штамів *P. aeruginosa* до обов'язкових компонентів композиції слід віднести піоцини 335 і 333, а також один додатковий піоцин – 13 або 332. По відношенню до виділених із рослин культур високою активністю характеризувались лише піоцини 330 і 332. Натомість, на клінічні ізоляти, які виявились множинно-резистентними до дії широко застосовуваних антибіотиків впливали більшість піоцинів. Встановлено, що показники активності окремих піоцинів відносно лабораторних штамів *P. aeruginosa* УКМ В-3 і В-10 коливались в межах від 204.8 до 819.2 тис. ОА/мл, тоді як активність щодо клінічних ізолятів була дещо нижчою. Усереднені показники активності окремих піоцинів 332, 333 і 335 по відношенню до *P. aeruginosa* УКМ В-3 і В-10 становили 614.4, 409.6 і 307.2 тис. ОА/мл, а по відношенню до клінічних штамів – 230.4, 225.6 і 30.4 тис. ОА/мл, відповідно. Двокомпонентні суміші піоцинів 332+333, 332+335, 333+335 впливали на лабораторні штами з активністю 307.2, 204.8, 204.8 тис. ОА/мл, а на клінічні - 256, 76.8, 76.8 тис. ОА/мл, відповідно. Усереднена активність підібраної композицій піоцинів 332+333+335 щодо лабораторних культур становила 204.8 тис. ОА/мл, а відносно клінічних штамів – 153.6 тис. ОА/мл. Таким чином, вперше було показано можливість створення ефективної композиції із трьох піоцинів, яка здатна впливати на лабораторні, клінічні та виділені з рослин штами *Pseudomonas aeruginosa*. Найбільш оптимальним є поєднання піоцинів 332, 333 і 335, які містять у своєму складі бактеріоцини S1, S2, S4, S5 і S9 підтипів. Дані речовини не проявляють взаємного антагонізму, зв'язуються із різними рецепторами і завдяки ДНКазній, тРНКазній і пороутворюючій активностям пригнічують ріст усіх досліджених 51 культур, представлених лабораторними і виділеними із рослин штамами, а також клінічними, множинно-резистентними ізолятами *P. aeruginosa*.

МЕТОД ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОБІОТИЧНОГО ПРЕПАРАТУ НА ОСНОВІ *BIFIDOBACTERIUM LONGUM* ШЛЯХОМ ГОДІВЛІ МИШЕЙ ІНФІКОВАНИХ *SALMONELLA ENTERITIDIS* VAR. *ISATCHENKO*

Благодир Ю.М.

ТОВ «Біонасервіс плюс» м. Бориспіль, Україна. e-mail: microbiologist@biona.ua

Виявлені ще у 19 столітті ентеробактерії з роду *Salmonella* є збудниками багатьох серйозних захворювань у ссавців, що часто призводять до смерті. Розвиток стійкості до антибіотиків зробив клінічне лікування черевного тифу неефективним, що призвело до високої смертності та захворюваності. Всі штами *Salmonella* використовують один загальний шлях зараження. Він включає три основні стадії: (1) колонізація просвіту, (2) інвазія епітеліальних клітин і (3) бактеріальний ендоцитоз або фагоцитоз імунними клітинами. Пробіотики відомі своєю здатністю покращувати мікрофлору кишечника та імунітет живого організму. Одним з часто використосуваним пробіотиком в промисловості кормів для птиці є бактерії роду *Bifidobacterium*. Проте вплив біфідобактерій на розвиток запалення в умовах сальмонельозної інфекції досліджено мало, імуномоделюючі властивості *Bifidobacterium longum in vivo* та його імуномодулюючий механізм залишаються неясними.

Для оцінки впливу профілактичного застосування *B. longum* на запалення у мишей із сальмонельозною інфекцію тварин було розділено на 4 групи по 9 мишей у кожні, експеримент проводили за наступною схемою: група 1 – інтактний контроль; група 2 – тварини, які отримують тільки пробіотик; група 3 – тварини із сальмонельозною інфекцією; група 4 – тварини, що отримали пробіотик, після чого їм моделювали сальмонельозну інфекцію. Експеримент тривав 21 добу. Кожного дня було зафіксовано середню вагу мишей кожної групи. Першого, другого, третього та четвертого для тварини груп 2 та 4 отримували пробіотик: 200 мкл бактеріальної суспензії з концентрацією 4×10^8 КУО/мл. П'ятого дня орально було введено *S. enteritidis* var. *Isatchenko* тваринам груп 3 та 4. Впродовж наступних 14 діб проводити щоденне зважування тварин всіх груп і реєстрували їх загибель. На момент завершення експерименту видаляли печінку, селезінку та тимус тварин, органи зважували. Для аналізу бактеріального навантаження в тканинах, проводили евтаназію тварин через 12 днів після інфікування. Далі печінку та селезінку асептично збирали, гомогенізували в стерильному забуференому фізрозчині, серійно розводили в десять разів і висівали на чашки МПА для визначення кількості КУО. Порівняльний аналіз вагових показників та показників бактеріальної транслокації в печінку вказує на те, що профілактичне введення *Bifidobacterium longum* чинить протизапальну дію, яка сприяє збереженню цілісності кишкової стінки і не спричиняє патологічний набір ваги у тварин інфікованих *Salmonella enteritidis* var. *Isatchenko*. Проаналізувавши такі показники гемограми, як кількість лейкоцитів, лімфоцитів, еритроцитів, відсоткове відношення моноцитів та гранулоцитів, а також концентрацію гемоглобіну можна зазначити, що у групі з індукованим сальмонельозним ентеритом на ранній стадії запалення проявлялася неактивна запальна імунна відповідь, тоді як пізня стадія демонструє значне запалення в організмі. Групи з профілактичним введенням пробіотику мали яскраво виражену імунну відповідь на 12 добу експерименту і на 21 добу запалення не проявлялося, що унеможливлює розвиток сальмонельозного ентериту. Сумісне введення сальмонели та пробіотика мінімізувало розвиток запалення у печінці викликане сальмонелами, що вказує на протизапальний ефект пробіотичних бактерій. На основні лейкоцитарних індексів, було виявлено активну імунну відповідь на ранній стадії завдяки пробіотичним мікроорганізмам, та зменшення запального процесу на пізній стадії запалення порівняно з індукованим сальмонельозним ентеритом. За відсутності запального процесу розвиток сальмонельозного ентериту гальмується.

РІВЕНЬ ПРОКАЛЬЦИТОНІНУ ЯК БІОМАРКЕР БАКТЕРІАЛЬНИХ ІНФЕКЦІЙ

Бобрик Н.Ю., Кривцова М.В.

ЛДЦ ТОВ «Кредоклінік, м. Ужгород, Україна. e-mail: NadyaBobryk88@gmail.com
ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна.
e-mail: maryna.krivcova@gmail.com

Точна та швидка діагностика бактеріальних інфекцій залишається серйозним викликом у клінічній практиці. Надмірне використання антибіотиків може мати серйозні наслідки, включаючи появу мультирезистентних мікробних штамів і побічних ефектів (Brajković, 2021). Тому дуже важливо знайти ефективні біомаркери, які б керували раціональним використанням антибіотиків в медицині (James, 2013). У цьому контексті як перспективний показник зарекомендував себе прокальцитонін (ПКТ). За нормальних фізіологічних умов ПКТ в основному виробляється парафолікулярними С-клітинами щитоподібної залози (Lin, 2021). У цих клітинах він швидко розщеплюється на кальцитонін та інші невеликі пептиди. Сироваткові концентрації ПКТ у здорових осіб зазвичай дуже низькі, як правило, <0,05 нг/мл або нижче межі виявлення (Cleland, 2021). Рівні ПКТ у сироватці крові можуть підвищуватися в 100–1000 разів, особливо у пацієнтів із важкими бактеріальними інфекціями або сепсисом, які потребують лікування антибіотиками (Schuetz P, et al., 2011; Gai, 2018; Ponti, 2020). Під час бактеріальної інфекції розпочинається активний синтез ПКТ поза щитоподібною залозою – у нейроендокринних клітинах печінки, нирок, легень та кишківника (Schuetz P, et al., 2017; Aloisio, 2019; Xu, 2021). Ця продукція запускається бактеріальними ендотоксинами (ліпополісахаридами) та запальними цитокінами. ПКТ виявляється в сироватці крові протягом 2-6 годин після бактеріального впливу та досягає піку через 12 годин (Lin, 2020). Вірусні інфекції, навпаки, викликають вивільнення речовин (наприклад, інтерферон-гамма), які пригнічують вироблення ПКТ (Cleland, 2021). Тому ПКТ є цінним біомаркером для диференціальної діагностики бактеріальних та вірусних інфекцій (Downes, 2020). ПКТ є динамічним біомаркером, і його зміна в часі, у поєднанні з клінічною оцінкою, має вирішальне значення для ефективної діагностики та лікування бактеріальних інфекцій. Серійні вимірювання ПКТ є більш інформативними, ніж одноразове вимірювання. Результати ПКТ завжди слід інтерпретувати в контексті клінічної картини пацієнта, інших лабораторних результатів та місцевих рекомендацій щодо лікування. Швидке підвищення ПКТ у відповідь на бактеріальну інфекцію дозволяє провести ранню діагностику стану пацієнта (Lin, 2020). Порівняно з іншими біомаркерами, ПКТ є більш специфічним і може допомогти лікарям розрізнити бактеріальні і небактеріальні захворювання (Schuetz, 2017). Мета-аналіз показав, що ПКТ має вищу чутливість та специфічність щодо бактеріальних інфекцій порівняно із С-реактивним протеїном (Simon, 2004). Переваги ПКТ роблять його цінним інструментом для клініцистів для лікування підозрюваних бактеріальних інфекцій, сприяючи раціональному використанню антибіотиків та покращуючи результати лікування пацієнтів. Ці переваги в сукупності позиціонують ПКТ як важливий інструмент у боротьбі з антибіотикорезистентністю, оптимізації та персоніфікації лікування пацієнтів з підозрою на інфекції. Чимало досліджень підтвердили, що клінічне використання ПКТ має кілька переваг: швидка діагностика інфекції, точна класифікація ризику, а отже, оптимізація варіантів лікування, що приносить користь пацієнтам і зменшує витрати (Travaglino, 2012; Julián-Jiménez, 2020; Pérez-López, 2021; Xu, 2021).

Таким чином, прокальцитонін є важливим біомаркером для швидкої діагностики, моніторингу та прийняття клінічних рішень щодо інфекційних захворювань.

ЧУТЛИВІСТЬ МІКРООРГАНІЗМІВ ДО ЕТИЛМЕТИЛГІДРОКСИПІРИДИНУ СУКЦИННАТУ І ЇЇ КЛІНІЧНІ ПЕРСПЕКТИВИ

Боброва Н.О., Балюк О.Є., Важнича О.М.

Полтавський державний медичний університет, м. Полтава, Україна.
e-mail: nelbobrova52@gmail.com

Поширення антибіотикорезистентності та збільшення випадків інфекцій, викликаних умовнопатогенними мікроорганізмами у пацієнтів зі скомпроментованим імунітетом, зумовлюють пошук нових стратегій протимікробної терапії. Спроби застосування етилметилгідроксипіридину сукцинату (ЕМГПС) у хірургії та розробка його місцевої лікарської форми викликали інтерес до вивчення впливу цього антиоксиданту на чутливість мікроорганізмів *in silico, in vitro* та *in vivo*. Мета роботи – провести прогнозування наявності протимікробної дії в ЕМГПС, вивчити чутливість еталонних та клінічних штамів умовнопатогенних бактерій і грибів до цього препарату та оцінити його вплив на мікробіоту рани в лабораторних тварин. Проведено комп'ютерне прогнозування ефектів ЕМГПС за принципом структура – активність і з переліку результатів вибрано ті, що стосуються впливу на інфекцію та патогени. Стандартними мікробіологічними методами подвійних серійних розведень та дифузії в агар досліджено чутливість еталонних і клінічних штамів мікроорганізмів до субстанції ЕМГПС (ТОВ «Мікрохім», Україна) та його 5% гелю, виготовленого за лабораторною технологією. На моделі шкірної рани в білих щурів визначено динаміку змін кількісного та якісного складу мікрофлори у відбитках з поверхні дефекту шкіри при лікуванні 5% гелем ЕМГПС. Цифровий матеріал обробляли з використанням параметричних (ANOVA) та непараметричних (Kruskal-Wallis ANOVA) статистичних методів. У структури ЕМГПС прогнозувалася протиінфекційна дія та вплив на фактори патогенності та резистентності бактерій: псевдолізин, IgA-специфічну серинову ендопептидазу та хлорамфенікол-О-ацетилтрансферазу. Чутливість до субстанції ЕМГПС або його гелю виявляли еталонні штами *Staphylococcus aureus* ATCC 25293, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 14990, *Micrococcus luteus* ATCC 4698, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Candida albicans* ATCC 10231. Вона була високою в *M. luteus*, слабкою в *C. albicans*, та помірною – у всіх інших еталонних штамів. Мінімальна інгібувальна концентрація (МІК) у цих штамів мікроорганізмів знаходилась у межах 312-625 мкг/мл. Клінічні ізоляти *S. aureus* 5352, *Pseudomonas aeruginosa* 5245, *C. albicans* 5261 одержані від хворих з гнійно-запальними захворюваннями та ідентифіковані за бактеріоскопічними, культуральними та біохімічними ознаками, також були помірно чутливими до ЕМГПС при дифузії в агар. Серед них найменшу МІК (312 мкг/мл) продемонстрував штам *P. aeruginosa* 5245. В експериментах *in vivo* на поверхні спонтанно інфікованої шкірної рани була присутня поліморфна кокова та бацилярна мікрофлора, меншою мірою – дріжджеподібні гриби. При визначенні кількості колонієутворюючих одиниць на поверхні ран було встановлено, що через 3 дні під впливом місцевого застосування ЕМГПС цей показник мав тенденцію до зниження в 1,7 раза в порівнянні з контролем без лікування, а через 13 днів був вірогідно нижчим в 1,8 раза за контроль. Місцеве лікування ЕМГПС робило мікробний пейзаж ран більш однорідним, зменшуючи представництво паличок та дріжджеподібних грибів. Отже, чутливість до ЕМГПС достатньо поширена серед умовнопатогенних мікроорганізмів, зокрема тих, що є частими збудниками внутрішньогоспітальних інфекцій, зокрема *P. aeruginosa* та *S. aureus*. Її доцільно враховувати, призначаючи цей антиоксидант у комплексному лікуванні гнійних процесів у хірургії чи при лікуванні шкірних ран. З огляду на значення МІК, акцент має робитись на місцевому застосуванні, коли може бути створена висока концентрація ЕМГПС.

МІКРОБІОМ УКРАЇНЦІВ В КОГОРТНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ: ВАЖЛИВІСТЬ, ПЕРШІ РЕЗУЛЬТАТИ І ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ В П4 МЕДИЧНУ ПРАКТИКУ

Бойко Н.В.

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна. e-mail: nadiya.boyko@uzhnu.edu.ua

Сучасна концепція персоналізованої медицини базується на пошуку мікробіом-залежних біомаркерів, що дозволяють прогнозувати розвиток неінфекційних захворювань і здійснювати цільову профілактику. Значна варіабельність людського мікробіому ускладнює визначення еталонного поняття «здорового мікробіому», що актуалізує потребу у когортних дослідженнях із фокусом на вікові, метаболічні та стрес-асоційовані патології.

Мета дослідження - визначити мікробні біомаркери хронічного запалення та атеросклерозу, що можуть бути використані для індивідуального прогнозування ризиків і створення персоналізованих стратегій мікробіом-корекції.

Проведено когортні дослідження з використанням геномного аналізу, у межах якого ідентифіковано понад 400 родів мікроорганізмів, з них 70 — до рівня виду. Розроблено інформаційну систему та алгоритм, що враховує індивідуальний омікс-профіль (геноміка, нутрігеноміка, психофізіологічний статус) для формування рекомендацій щодо харчування, фізичної та психологічної активності, способу життя та екологічних впливів.

Встановлено унікальні біомаркери порушення еластичності судин та хронічного запалення — *Oscillospiraceae UCG-002, Fusicatenibacter, Christensenellaceae R-7 group, Monoglobus, Muribaculaceae, Anaerovoracaceae, Eggerthellaceae* тощо. Крім того, виявлено ранні маркери розвитку атеросклерозу — *Veillonellaceae, Succinivibrio, Akkermansiaceae, Elusimicrobium*. На основі цих даних запропоновано індивідуалізовану мікробіом-корекцію з використанням фармабіотиків, розроблених у рамках співпраці зі спін-офф компаніями *Ediens* (Україна) та *Biome* (Болгарія).

Результати дослідження демонструють перспективність використання мікробіомних біомаркерів для індивідуального прогнозування та корекції неінфекційних захворювань. Створені алгоритми відповідають принципам 4P-медицини та можуть бути інтегровані у клінічну практику з метою персоніфікованої профілактики та терапії.

Робота виконана в межах науково-дослідної теми «Персоніфіковані підходи до діагностики, профілактики та лікування судинних захворювань із прогностичним моделюванням індивідуального розвитку атеросклерозу» (номер державної реєстрації 0120U102244), що реалізується за підтримки програми державного фінансування наукових проєктів.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИСОКОТОЧНІЙ ДІАГНОСТИЦІ: АЛГОРИТМИ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ СЛИЗОВИХ ОБОЛОНОК

Боршош С.Ю., Бойко Н.В.

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна. e-mail: nadiya.boyko@uzhnu.edu.ua

У сучасних умовах зростаючої потреби у швидких і точних методах діагностики посттравматичних станів особливе значення набуває застосування інформаційних технологій у біомедичній практиці. Цифрова візуалізація біоматеріалів, зокрема слини, відкриває нові можливості для неінвазивного виявлення біомаркерів психічних і соматичних розладів, зокрема посттравматичного стресового розладу (ПТСР).

Мета дослідження - розробити концепцію цифрової діагностики на основі оцифрування зображень слизових оболонок ротової порожнини та аналізу мікробіомних особливостей із застосуванням алгоритмів машинного навчання для виявлення ранніх ознак ПТСР.

Дослідження включало отримання та мікроскопічну візуалізацію мазків слини з подальшою цифровою обробкою зображень і розпізнаванням характерних мікробіологічних структур. Застосовано алгоритми штучного інтелекту для інтерпретації мікробного складу. Виявлено підвищену присутність таксонів *Actinobacteria*, *Lentisphaerae* та *Verrucomicrobia* у пацієнтів з ПТСР, відсутніх у контрольній групі.

Продемонстровано потенціал прототипу пристрою для цифрової обробки мазків слини з метою експрес-діагностики ПТСР. Пристрій здатен працювати в позалабораторних умовах, забезпечуючи попередню інтерпретацію результатів без участі висококваліфікованого персоналу. Такий підхід поєднує мікробіомний аналіз з інноваційними цифровими рішеннями та підтримує реалізацію принципів персоналізованої медицини.

Оцифрування зображень слизових оболонок із подальшим мікробіомним аналізом відкриває новий напрям у прецизійній діагностиці, дозволяючи виявляти біомаркери психічних розладів на ранніх стадіях. Розробка портативного пристрою на основі таких технологій є перспективною для масового використання в умовах обмеженого доступу до медичних закладів.

Дослідження проведено в рамках проєкту «Інноваційні підходи до аналізу і корекції мікробіому в діагностиці, профілактиці та лікуванні посттравматичних стресових розладів», що реалізується за підтримки Рамкової програми Європейського Союзу з наукових досліджень та інновацій "Горизонт 2020".

МІКРОБІОМ КИШЕЧНИКА ПРИ СИНДРОМІ ПОДРАЗНЕНОГО КИШЕЧНИКА: ПІДҐРУНТЯ ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОЇ МІКРОБІОМ-КОРЕКЦІЇ

Бурмей С.А., Бойко Н.В.

ДВНЗ «Ужгородський національний університет»,
м. Ужгород, Україна. e-mail: svitlana.burmei@uzhnu.edu.ua

Глибокий аналіз кишкової мікробіоти відіграє ключову роль у сучасних дослідженнях взаємозв'язку між мікроорганізмами кишечника і станом здоров'я. Використання молекулярно-генетичних методів, зокрема секвенування наступного покоління (NGS), забезпечує комплексне уявлення про структурно-функціональні характеристики мікробних екосистем, пов'язаних із розвитком патологій травної системи.

Мета дослідження - оцінити особливості мікробіомного складу кишечника при різних клінічних варіантах синдрому подразненого кишечника (СПК) з метою формування основ для мікробіом-таргетованої персоналізованої терапії.

Дослідження охоплювало 100 зразків випорожнення кишечника, 90 осіб із клінічно підтвердженим СПК та 10 зразків відносно здорових добровольців, які утворили контрольну групу. Вік учасників становив у середньому 55±2.23 років. Вилучення ДНК зразків здійснювалося із застосуванням набору ZymoBIOMICS DNA Mini Kit відповідно до офіційного протоколу. Ідентифікацію таксономічного складу проводили на основі ампліфікації гена 16S рРНК, що є золотим стандартом у філогенетичних дослідженнях прокаріотів.

Аналіз показав чіткі відмінності у мікробному складі між підтипами СПК та контрольною групою. Зокрема, СПК-Д (діарейний тип): співвідношення *Firmicutes* до *Bacteroidetes* було зміщене у бік *Firmicutes* (55.5% до 32.4%), що свідчить про дисбіоз, характерний для метаболічних порушень. Для СПК-З (тип із закрепами) відзначено зниження рівня *Bacteroidetes* до 34% та зростання *Firmicutes* до 52%, що асоціюється з підвищеним ризиком ожиріння та інсулінорезистентності. У СПК-Зм (змішаний тип): виявлено часткову стабільність мікробного профілю, однак із переважанням *Firmicutes* (53%), що може свідчити про зміну моторики кишечника. У всіх клінічних варіантах СПК зафіксовано порушення мікробного балансу, зниження продукції коротколанцюгових жирних кислот, послаблення слизового бар'єру та зростання ендотоксичної дії мікробіоти. Додатково простежено потенційний вплив на нейропсихічний статус пацієнтів, що обумовлює зв'язок між кишковим мікробіомом та центральною нервовою системою.

Виявлені мікробіомні порушення за різних форм СПК свідчать про необхідність індивідуалізованого підходу до терапії, що включає дієтотерапію, застосування пробіотичних та пребіотичних препаратів, а також перспективних фармабіотиків. Перспективним напрямом є впровадження персоналізованих мікробіом-корекцій на основі метагеномного профілю пацієнта.

ЧУТЛИВІСТЬ ПЛАНКТОННИХ І ПЛІВКОВИХ ФОРМ *PSEUDOMONAS AERUGINOSA* ДО ЗАСОБУ ПІОФАГ БАКТЕРІОФАГ ПОЛІВАЛЕНТНИЙ

Вовк І.М.[1], Назарчук О.А.[1], Назарчук Г.Г.[1], Багнюк Н.А.[1], Бебик В.В.[1], Коваленко І.М.[1]
[1] *Вінницький національний медичний університет ім.М.І.Пирогова, м.Вінниця, Україна.*
e-mail: vovk.in2017@gmail.com

Множинна антибіотикостійкість (MDR) бактерій групи ESKAPE набуває загрозливих масштабів в Україні на тлі повномасштабної російської агресії, розпочатої в 2022 році. Одним із ефективних методів лікування стійких до антимікробної терапії інфекцій, викликаних цими "суперпатогенами", є локальна терапія альтернативними антимікробними біопрепаратами, які містять полівалентні фагові коктейлі. Вітчизняний біологічно активний засіб "Піофаг бактеріофаг полівалентний" містить вірулентні бактеріофаги щодо основних збудників опортуністичних інфекційї, включаючи *Pseudomonas aeruginosa.*

Метою нашої роботи було дослідити активність вітчизняного препарату піофаг щодо планктонних і плівкових форм клінічних ізолятів *Pseudomonas aeruginosa,* які мали множинну антибіотикорезистентність.

Для визначення чутливості планктонних форм до полівалентного фагу нами була використана оригінальна методика, яка включала визначення індексу літичної дії фагу на планктонні форми бактерій на підставі порівняння оптичної мутності рідкого поживного середовища, в якому культивували бактерії і піофаг, і контрольної культури бактерій після 16-18 год інкубації. Дослідження впливу піофагу на формування біоплівки визначали за стандартною методикою визначення інтенсивності плівкоутворення клінічними штамами, які культивували в 36 год в лунках планшету без додавання фагу (контроль) і з додаванням фагового коктейлю в кількості 1:10 (дослід). Виявлення впливу піофагу на сформовану біоплівку проводили шляхом додавання фагового коктейлю до утвореної протягом 36 год біоплівки з подальшою культивацією і визначенням інтенсивності плівкоутворення за оптичною густиною в контрольних і дослідних лунках планшету через 24 год.

Встановлено, що клінічні штами псевдомонад продемонстрували високу чутливість до бактеріофагів, які містяться в препараті, - середній індекс літичної дії (Is) піофагу становив 0,95 у 44,4% клінічних псевдомонад і 0,65 - у 26% виділених бактерій, отже 70,4% антибіотикостійких *Pseudomonas aeruginosa* мали показник чутливості більше 0,5 (більше 50% бактерій гинули в процесі динамічної взаємодії росту бактеріальної популяції і розмноження бактеріофагів). Інтенсивність плівкоутворення у чутливих до піофагу клінічних штамів зменшувалась на 22,2% в процесі культивування бактерій з вірусним коктейлем. В процесі взаємодії з бактеріофагами зрілі плівки, утворені чутливими до піофагу штамами, зменшували свою біомасу на 20,6% в порівнянні з контролем. Встановлено, що піофаг не впливав на плівки і процес їх формування тими штамами, для яких індекс літичної дії фагу на планктонні форми був менше 0,5 (29,6% ізолятів).

Таким чином, нами встановлено що антимікробний засіб "Піофаг бактеріофаг полівалентний" володіє високою біологічною активністю щодо клінічних штамів *P. aeruginosa,* які мають множинну стійкість до антибіотиків, що дозволяє рекомендувати даний препарат для альтернативної місцевої протимікробної терапіх псевдомонадних інфекцій.

МОНІТОРИНГ ПОШИРЕННЯ *STREPTOCOCCUS AGALACTIAE* СЕРЕД ЖІНОК РЕПРОДУКТИВНОГО ВІКУ ТА АНТИБІОТИКОРЕЗИСТЕНТНІСТЬ ВИДІЛЕНИХ ШТАМІВ

Воронкова О.С., Рибалка В.В., Вінніков А.І.

За даними ВООЗ стрептококи групи В щорічно стають причиною загибелі близько 150 тисяч новонароджених. Як правило, ці бактерії колонізують репродуктивні шляхи, зокрема, у 15% жінок вони є компонентами мікробіоти піхви. Зазвичай ці мікроорганізми не становлять ніяких ризиків для здоров'я жінки, але за певних обставин можуть провокувати інфекційне ураження плоду та призводити до загибелі дитини. Для зменшення ризиків інфікування рекомендовано проводити скринінг вагітних перед пологами, щоб попередити дитячу та материнську смертність. Важливим етапом скринінгу також є оцінка чутливості виділених штамів до антибіотиків для розробки за необхідності схеми раціональної антибіотикотерапії. Метою роботи було визначити частоту виявлення *Streptococcus agalactiae* у монокультурі та у складі мікробних асоціацій у складі мікробіоти жінок репродуктивного віку та дослідити антибіотикорезистентність виділених штамів.

Для виконання досліджень застосовували стандартні мікробіологічні методи (мікроскопічний аналіз, культуральні та біохімічні методи, диск-дифузійний метод). Період збору даних – вересень-листопад 2024 р. На наявність *S. agalactiae* було досліджено 90 зразків біологічного матеріалу (відокремлюване піхви) від жінок репродуктивного віку. Наявність монокультури збудника підтверджено лише в одному із зразків (1,1 %), причому кількість збудника перевищувала 10^6 КУО/мл. Решта матеріалу містила асоціації мікроорганізмів, у складі яких виявляли: *Lactobacillus* spp. – 31 (34,4 %), *Candida* spp. – 18 (20,0 %), *Escherichia coli* – 17 (18,9 %), *Staphylococcus haemolyticus* – 13 (14,4 %), *S. agalactiae* – 10 (11,1 %), *Staphylococcus epidermidis* – 10 (11,1 %), *Enterococcus faecalis* – 8 (8,9 %), *Klebsiella pneumonia* – 4 (4,4 %), *Staphylococcus aureus* – 3 (3,3 %) та по одному випадку (1,1 %) мало місце виявлення *Streptococcus viridans, Enterobacter cloacae, Enterobacter aerogenes, Pseudomonas stutzeri*. Тобто загальна частота виявлення *S. agalactiae* склала 11 випадків (12,2 %). З цих 11 випадків у клінічно значущому титрі (10^4 та більше КУО/мл) були виділені 7 штамів. Для них визначали чутливість до антибіотиків. При вивченні чутливості виділених штамів *S. agalactiae* до ампіциліну, цефтріаксону, ванкоміцину, еритроміцину, гентаміцину, азитроміцину, лінезоліду, тетрацикліну, доксицикліну, офлоксацину, ципрофлоксацину, моксифлоксацину, левофлоксацину та хлорамфеніколу було встановлено, що 5 з 7 штамів *S. agalactiae* були чутливі до усіх випробуваних антибіотиків, що дозволяє очікувати високої ефективності лікування. 2 штами проявили стійкість до еритроміцину, гентаміцину та азитроміцину. Потенційно це може бути пов'язано з тим, що макроліди (еритроміцин, азитроміцин) раніше часто використовувалися при лікуванні інфекцій, пов'язаних зі стрептококами, через що виробилася та поширилася резистентність даних бактерій до них і ці препарати зараз частіше використовуються як альтернатива для пацієнтів з алергією на бета-лактамні антибіотики. Стійкість до гентаміцину (аміноглікозид) може бути зумовлена затримкою проникнення через товсту стінку грампозитивних бактерій та його можливим використанням у комбінації з іншими антибіотиками при важких формах інфекції, що також сприяло набуттю стійкості до цього препарату. Порівняльний аналіз результатів дослідження з матеріалами різних дослідницьких груп показав, що поширення *S. agalactiae* може істотно варіювати (від 2 до 25 %) у різних країнах і переважно штами проявляють стійкість до еритроміцину. Штами ж з множинною резистентністю трапляються вкрай рідкісно. Але у будь-якому разі необхідним є моніторинг наявності *S. agalactiae* у складі мікробіоти вагітних та вивчення стійкості виявлених штамів до антибіотиків для запобігання інфікування новонароджених.

ОСОБЛИВОСТІ СКЛАДУ МІКРОБІОМУ КИШКІВНИКА ПАЦІЄНТІВ З РОЗЛАДАМИ АУТИСТИЧНОГО СПЕКТРУ ТА ЇХ РОДИЧІВ

Грищенко Н.В.[1,2], Чернушин С.Ю.[1], Фоміна М.О.[2], Кравченко С.А.[1,3]
[1] *Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, м. Київ, Україна. e-mail: dnatest@imbg.org.ua*
[2] *Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна. e-mail: M.Fomina@ukr.net*
[3]*Київський інститут Національної гвардії України, МВС України, м. Київ, Україна. e-mail: sergeyr1b3@gmail.com*

Розлади аутистичного спектру (РАС) – це гетерогенна група порушень нервового розвитку, які характеризується дефіцитом соціального спілкування та обмеженою поведінкою, частота якого невпинно зростає. Мікробіом кишківника взаємопов'язаний з фізіологією людини, в т.ч. з нервовою системою. Активна участь мікробіому кишківника та його метаболітів у регуляції розвитку мозку та його розладами доведена в багатьох дослідженнях. Метою роботи була порівняльна оцінка біорізноманіття бактеріального та грибного мікробіому кишківника у хворих з РАС, їх здорових родичів та умовно здорових індивідів з популяції.

Дослідні групи: хворі з РАС (n=31), сибси без РАС (n=12), родичі хворих, які проживають спільно (n=19), умовно здорові діти з популяції (n=7). ДНК мікробіому кишківника виділяли набором QIAamp Fast DNA Stool Mini Kit (Qiagen) або стандартним методом з лізисом у буфері STAB. Метагеномний аналіз проводили шляхом масового паралельного секвенування гіперваріабельних ділянок гена 16S рРНК (бактеріальна метагеноміка) та спейсера ITS2 (метагеноміка грибів). Біоінформатичний аналіз здійснено за допомогою програмних ресурсів Ion Reporter та інших відкритих онлайн джерел.

Вперше визначено параметри біорізноманіття кишкового бактеріального та грибкового мікробіому у пацієнтів з РАС з України, їх здорових родичів. Доведено, що на показники бактеріального різноманіття кишківника суттєво впливають стать, вік, наявність РАС. На противагу, встановлено, що показники альфа-різноманіття грибної композиції кишківника не є визначальним дискримінаційним фактором для РАС. У пацієнтів, які харчувались за обмеженою дієтою, спостерігався ширший спектр грибної мікробіоти кишківнику, ніж пацієнти з РАС, які не мали харчових обмежень, проте лише за рахунок зростання різноманіття патогенної грибної мікробіоти у пацієнтів з обмеженим харчуванням. Проведено кількісну оцінку співвідношення ДНК бактерій та грибів в кишкових мікробіомах дослідних груп. Показано, що у пацієнтів з РАС, на відміну від їх батьків, спостерігається негативна кореляція між кількістю ДНК бактерій та грибів у складі їх мікробіомів, що може бути пояснене інгібувальною дією патогенної мікобіоти~~,~~ на бактеріальний мікробіом.

Доведено, що взаємозв'язок між бактеріями та грибами у складі мікробіому кишківника порушується при РАС, вживанні ліків та харчових обмеженнях. Розробка та впровадження мікробіологічних біопрепаратів, які мають лікувально-профілактичні властивості, може скорегувати мікробіом пацієнтів з РАС, що потребує подальшого дослідження бактеріально-грибних взаємодій.

ЧУТЛИВІСТЬ ДО ПРОТИМІКРОБНИХ ЗАСОБІВ КОАГУЛАЗОНЕГАТИВНИХ СТАФІЛОКОКІВ, ВИДІЛЕНИХ ІЗ КОН'ЮНКТИВАЛЬНОГО ВМІСТУ

Гріжимальська К.Ю, Назарчук Г.Г., Скрипка А.С.,Сандурський С.О.
Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова, м. Вінниця, Україна.
e-mail:skrarthur@ukr.net

Умовно-патогенна мікрофлора, яка у нормі вегетує на слизовій кон'юнктиви, у випадку механічного пошкодження тканин в процесі хірургічних втручань,приймає активну участь у виникненні післяопераційних інфекційних ускладнень в офтальмології. Коагулазонегативні стафілококи (КНС), зокрема *Staphylococcus epidermidis*, є домінуючими бактеріями кон'юнктиви та являють найвищий ризик при порушенні цілісності бар'єру слизової оболонки. Особливу небезпеку являють лікарняні антибіотикорезистентні штами.

Метою даної роботи булооцінити профілактичну та лікувальну ефективність антимікробних засобів, що застосовуються в офтальмології, шляхом аналізу чутливості ізолятів КНС із кон'юнктивального вмісту.

Проведено бактеріологічне дослідження зразківкон'юнктивального вмісту 20 здорових осіб та 10 пацієнтів з посттравматичним кон'юнктивітом. Виділено 17 штамів *S. epidermidis*. Чутливість ізольованих штамів до антибіотиків (амоксациліну, амоксацилін/клавуланату, лівоміцетину, офлоксацину, ципрфлоксацину, лєвофлоксацину, тобраміцину та триметоприму) вивчали диско-дифузійним методом. Крім того визначилиметодом подвійних серійних розведень препаратів у рідкому поживному середовищі мінімальну інгібуючу (МІК) та мінімальну бактерицидну концентрації (МБцК) для антибіотиків та антисептиків широко вживаних у офтальмологічній практиці.

Суттєвих відмінностей у чутливості ізолятів від здорових та уражених кон'юнктив не виявлено. Лише 4 ізоляти виявили чутливість до усіх використаних протимікробних препаратів. Решта, 13 штамів *S. epidermidis* були резистентними, чи виявляли помірну чутливість до амоксациліну, лівоміцетину, триметоприму, а також до препаратів аміноглікозидної і фторхінолононової структури. Обидві групи демонстрували високу резистентність до сульфацилу натрію та левоміцетину. За результатами кількісного вивчення протистафілококової активності протимікробних очних крапель тобраміцин виявився ефективнішим (МІК = 8,3±3,4 мкг/мл) порівняно з мірамістином (МІК = 20,8±4,2 мкг/мл). Найвищу антистафілококову активність виявивдекаметоксин: його МБцК (7,2±1,7 мкг/мл) була значно нижчою за показники мірамістину.

Слід очікувати високого рівня профілактичної ефективності очних крапель з декаметоксином 0,02% та тобраміцином 0,3% у випадку застосування перед офтальмологічними операціями та лікуванні бактеріальних кон'юнктивітів. Подальші дослідження мають охопити ширший спектр очних патогенів та розробити рецептури очних лікарських форм з пролонгованою антимікробною дією.

ЗАСТОСУВАННЯ АНТИМІКРОБНОЇ ФОТОДИНАМІЧНОЇ ТЕРАПІЇ ПРИ ЛІКУВАННІ ГЕНЕРАЛІЗОВАНОГО ПАРОДОНТИТУ

Данко Е. М., Пантьо В. В., Нестеренко М. Л.
ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна.
e-mail: elvira.danko@uzhnu.edu.ua

Генералізований пародонтит – хронічне запальне мультифакторне захворювання, що зумовлює руйнування тканин пародонту, втрату зубів, зниження працездатності та рівня життя людей. Внаслідок зростаючої стійкості мікроорганізмів до протимікробних засобів, загальноприйняті методи лікування захворювань тканин пародонту не завжди приносять бажаних результатів. Тому актуальним є пошук і розробка нових немедикаментозних методів терапії пародонтиту, серед яких, внаслідок наявності ряду переваг та майже повній відсутності побічних ефектів та протипоказів, особливу увагу привертає використання антимікробної фотодинамічної терапії (аФДТ). На базі Університетської стоматологічної клініки ДВНЗ «Ужгородський національний університет» проведено комплексне лікування 25 пацієнтів, хворих на хронічний генералізований пародонтит I-II ступеню. Хворих було поділено на дві групи: контрольна (n = 22), якій проводили загальноприйняте лікування з використанням Scaling and Root Planing (SRP) та застосуванням антибіотикотерапії відповідно до антибіотикограми та основна (n = 26), якій додатково до загальноприйнятої терапії проводили 2 сеанси аФДТ без призначення антибіотиків. При проведенні аФДТ використовували 0,1% водний розчин метиленового синього, який вносили в пародонтальні кишені хворих, витримували темнову фазу протягом 10 хвилин та після промивання дистильованою водою проводили опромінення пародонтальних кишень світлодіодним випромінюванням (MEDOLIGHT Red, Zepter, Швейцарія) червоного (λ = 640±30 нм) та інфрачервоного (λ = 880±30 нм) спектру з частотою 8000 Гц при щільності потужності 5,35 мВт/см^2 з експозицією 10 хвилин. З метою мікробіологічного контролю якості аФДТ, проводили забір мікрофлори з пародонтальних кишень до внесення метиленового синього, після темнової фази з метиленовим синім та після процедури опромінення.

Встановлено, що 2-кратне застосування аФДТ при комплексному лікуванні генералізованого пародонтиту в хворих основної групи зумовлює позитивний ефект на динаміку показників гігієни, індексної оцінки стану тканин пародонту та глибини пародонтальних кишень. Порівнюючи результати лікування хворих основної та контрольної груп, відзначали, що через 6 місяців від початку лікування результати клінічних та індексних показників та глибина пародонтальних кишень у хворих основної групи були на 22,1-77,2% меншими за показники хворих контрольної групи ($p < 0,05$). Мікробіологічний контроль аФДТ показав суцільний ріст мікроорганізмів на поживних середовищах після пересіву зразків, відібраних до проведення аФДТ та після внесення фотосенсибілізатора з витримуванням темнової фази, тоді як пересів зразків, відібраних після проведення аФДТ показав ріст лише поодиноких колоній мікроорганізмів, що свідчить про ефективність запропонованої методики для проведення санації пародонтальних кишень. Комплексне застосування фотосенсибілізатора 0,1% водного розчину метиленового синього та світлодіодного випромінювання червоного та інфрачервоного спектру в комплексній терапії генералізованого пародонтиту зумовлює суттєве покращення динаміки показників індексної оцінки тканин пародонту хворих основної групи, порівняно з контрольною групою. Запропонована методика дозволяє отримати значно кращі результати лікування генералізованого пародонтиту при зменшенні медикаментозного навантаження, що дозволяє використовувати її при широкому спектрі патологічних процесів слизових оболонок, зумовлених умовно-патогенними та патогенними мікроорганізмами.

ЕФЕКТИВНІСТЬ АУТОВАКЦИНОТЕРАПІЇ ІНФІКОВАНИХ ТА ХВОРИХ НА СИНЬОГНІЙНУ ІНФЕКЦІЮ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ТВАРИН

Деркач С.А., Марющенко А.М., Дяченко В.Ф., Куцай Н.М.
Державна установа «Інститут мікробіології та імунології ім. І.І. Мечникова Національної академії медичних наук України», м. Харків, Україна.
e-mail: lab.anaerob@ukr.net

В останні роки суттєво збільшується етіологічна роль умовно патогенних мікроорганізмів у виникненні гнійно-запальних захворювань, що робить актуальним питання боротьби з ними. Особливо важливим у цьому напрямку стає питання вибору ефективних засобів лікування, пов'язане із стрімким зростанням антибіотикорезистеності циркулюючих штамів. Альтернативою антибіотикотерапії може бути використання специфічних імунопрепаратів, в тому числі – аутовакцин. Для імунопрофілактики перспективними можуть бути мультиштамові вакцини, отримані на основі актуальних нозокомільних штамів бактерій, які ми умовно назвали «шпитальними». Для отримання зразків синьогнійних аутовакцин використовували модифікований нами спосіб фотодинамічної інактивації штамів-кандидатів. Оцінку результатів здійснювали шляхом аналізу показників виживаності експериментальних тварин. Вивчення протективної активності отриманих таким способом вакцин показало зниження показників летальності у дослідній групі після зараження гомогенними штамами *P. aeruginosa* не перевищувала 20,0%, в той час як у контрольній (невакцинованій) групі цей показник сягав 80,0%. При організації мікробіологічного моніторингу у медичних закладах є можливість визначення епідемічної ситуації, вилучення та ідентифікація актуальних збудників, а при необхідності – виготовлених мультиштамових зразків вакцини, які можна застосовувати як для профілактики, так і для лікування хворих конкретного відділення чи шпиталю. При виділенні від пацієнта культури *P. aeruginosa* можливе виготовлення як моно аутовакцини, так і застосування, при певних обставинах, «шпитальної» вакцини.

Для підтвердження перспективності такого напрямку вакцинотерапії, було проведене порівняльне вивчення ефективності лікування як моно аутовакцинами, так і «шпитальною» вакциною. Для зараження мишей і виготовлення зразків моно та мультиштамової вакцини були використані свіже вилучені госпітальні штами *P. aeruginosa.* Вакцини вводили мишам, які попередньо були інфіковані внутрішньочеревним шляхом (по 0,2 мл суспензії *P. aeruginosa* з концентрацією культури 5 LD_{50}). З метою лікування вакцину тварини отримували у першу добу (група інфікованих, без клінічних проявів) та на 7 і 14 день після зараження (група клінічно хворих) тварин. Доза як моноаутовакцин, так і мультиштамової «шпитальної», була однаковою – 0,5 мл внутрішньочеревно першого разу, та 0,2 мл підшкірно - другого. Ефективність вакцинотерапії визначали по показниках виживаності у порівнянні з контрольною групою тварин. При лікуванні інфікованих тварин показники виживаності становили 75,0% - 60,0%, в залежності від строків та схеми вакцинації, достовірно перевищуючи аналогічний показник у контрольній групі ($p < 0,05$). Як засвідчили отримані результати, достовірної різниці між цими показниками як при застосуванні моноаутовакцин, так і мультиштамових, не виявлено. Більш того, навіть при введенні вакцини із гетерогенних штамів псевдомонад, мала місце висока ефективність вакцинотерапії ($p < 0,05$).

Отже, можна заключити, що використання таких вакцин може сприяти зниженню показників інфекційних ускладнень при вогнепальних пораненнях, опіках, травмах, при пневмоніях, тощо, а також значному зменшенню формування госпітальних, полірезистентних штамів бактерій–збудників.

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ БОРОТЬБИ З ІНФЕКЦІЙНИМИ УСКЛАДНЕННЯМИ ПРИ БОЙОВИХ УРАЖЕННЯХ

Деркач С.А., Скляр Н.І., Куцай Н.М., Дяченко В.Ф.
Державна установа «Інститут мікробіології та імунології ім. І.І. Мечникова Національної академії медичних наук України», м. Харків, Україна.
e-mail: lab.anaerob@ukr.net

У сучасних умовах воєнних дій існує постійна загроза виникнення ускладнень інфекційного характеру. Найчастіше це має місце у шпиталях різного профілю, у реанімаційних, опікових та хірургічних відділеннях, при довготривалому перебуванні у стаціонарах, при вогнепальних пораненнях та протезуванні. Проблемою у боротьбі з таким становищем стає, перш за все, стрімке зростання антибіотикорезистентності штамів-збудників та формування полірезистентних нозокоміальних штамів, що створюють осередки шпитальної інфекції. Так, у військових шпиталях кількість антибіотикорезистентних штамів *P. aeruginosa, A. baumanii* та *K. pneumonae,* вилучених із різних біотопів шпиталізованих, була близько 80,0 %. При цьому штами, віднесені до внутрішньолікарняних, були у 100,0 % стійкими до всіх рекомендованих EUCAST антибактерійних препаратів. Оскільки відкриття нових класів антибіотиків за останні роки практично відсутні, ефективність антибіотикотерапії, як основного до цього часу засобу боротьби з інфекціями, стає все більш проблемною і названа ВООЗ «катастрофічною». Аналізуючи стан проблеми виникає питання пошуку і аргументації різних напрямків удосконалення боротьби з інфекціями, викликаними умовно-патогенними мікроорганізмами. Питання подолання антибіотикорезистентності включає різні нюанси, до яких відноситься: створення нових антибактерійних препаратів, застосування широкого арсеналу ліків з урахуванням специфічності дії, попереднє визначення чутливості вилучених культур, дотримання дози та частоти прийому, запобігання формуванню біоплівок, постійний моніторинг профілю антибіотикорезистентності серед циркулюючих та внутрішньолікарняних штамів. Доповненням до етіотропної терапії може бути використання специфічних високовірулентних бактеріофагів, адаптованих до циркулюючих штамів бактерій. Існуючі комерційні препарати фагів не знайшли широкого практичного використання і потребують додаткового вивчення їх ефективності та удосконалення технології виготовлення. Окремим напрямком може бути застосування специфічних і неспецифічних імунопрепаратів, здатних підвищувати активність клітинної ланки імунітету і запобігати адгезії і колонізації збудника у пацієнтів із групи ризику. При цьому слід зауважити, що в умовах воєнних дій використання імунопрепаратів, що виготовляються із донорської крові являє собою певні труднощі. Ефективних ліцензованих вакцин проти найбільш етіологічно значимих бактерій на сьогодні немає ,хоча пошук способів їх отримання ведеться у більшості країн світу. Враховуючи широку серологічну варіабельність збудників, розроблені вакцини проявляють вузько специфічну активність, а мультиштамові вакцини потребують дуже складних підходів до отримання значної кількості антигенів і проявляють реактогенність. Найбільш перспективним напрямком може бути персоналізація лікування хворих із застосуванням аутовакцин, виготовлених із штамів, виділених від конкретних хворих, або мультиштамових вакцин із нозокоміальних, циркулюючих у конкретних осередках інфекції. Експериментальні лабораторні дослідження розроблених нами синьогнійних вакцин з використанням сучасного фотодинамічного способу інактивації штамів-кандидатів засвідчило їх нешкідливість та наявність протективних і терапевтичних властивостей, що вказує на перспективність подальшого вивчення і впровадження аутовакцинотерапії як ефективного засобу боротьби з інфекціями, що особливо актуально в умовах воєнних дій.

ВПЛИВ ЗГОДОВУВАННЯ МОЛОЧНОКИСЛИХ БАКТЕРІЙ НА ТРИВАЛІСТЬ ЖИТТЯ БДЖІЛ *APIS MELLIFERA*

Єфіменко Т.М., Односум Г.В., Гармашева І.Л., Бучацький Л.П., Василенко О.Г., Жиліховська Т.В., Лазаренко Л.М., Співак М.Я.
Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУкраїни, м.Київ, Україна. e-mail: yefimenkotatiana@gmail.com

Молочнокислі бактерії (МКБ) досить широко використовуються для лікування великої кількості захворювань, що супроводжуються порушенням нормальної мікробіоти в організмі людей і тварин. Що стосується їх застосування для оздоровлення корисних комах, зокрема бджіл, то цей напрямок досліджений ще недостатньо (Damico et al., 2023).

В проведених нами дослідах прослідковано вплив МКБ на тривалість життя бджіл за умов згодовування МКБ з цукровим сиропом. Для дослідження молочнокислі бактерії: *Lactobacillus plantarum* spp. (2 штами), *Lactobacillus casei* spp. (1 штам) та *Lactobacillus plantarum* spp. (1 штам) були отримані з Української колекції мікроорганізмів (Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України). Варіанти досліджуваних концентрацій МКБ були наступними: 10^8 КУО/мл., 10^7 КУО/мл та 10^6 КУО/мл для встановлення найбільш ефективних варіантів. 50%-й цукровий сироп із МКБ, згодовували бджолам двічі з інтервалом 7 діб (13.09. та 20.09.2024) протягом 24 годин, після чого дослідних комах утримували на 50%-ному цукровому сиропі. Облік смертності бджіл проводили кожні 48 годин до кінця природного їх відмирання. Отримані дані свідчать про те, що згодовування бджолам двох штамів *Lactobacillus plantarum* spp. (2 штами), *Lactobacillus casei* spp. (1 штам) у концентрації 10^8 КУО/мл уповільнювало природне відмирання бджіл на всіх етапах спостережень (від 1,2 до 22,3 %). За згодовування сиропу з найменшою із досліджуваних концентрацій мікроорганізмів (10^6 КУО/мл) швидкість відмирання бджіл практично не відрізнялась від контролю. Так, до 20-го дня спостережень смертність бджіл дещо (1,6-5 %) уповільнювалась (на рівні середньої похибки), порівняно з контролем, з наступним її збільшенням до кінця природного відмирання бджіл. За умов згодовування бджолам цукрового сиропу разом з *Lactobacillus plantarum* spp. (1 штам) 10^8 КУО/мл, з 26-го по 35-й день спостерігалось сповільнення відмирання бджіл на 2,2-11,9 %. У варіантах зі згодовуванням бджолам сиропу з МКБ в усіх досліджуваних концентраціях (10^6, 10^7, 10^8 КУО/мл) до 20-го дня спостережень смертність дещо збільшувалась, а з 26 по 35-й день – дещо уповільнювалась (11,3-15,3 %). Однак, до кінця природного відмирання бджіл вона сягала рівня контролю. Для практичного застосування МКБ на пасіках важливо мати інформацію про тривалість їх виживаності в цукровому сиропі. Результати проведених дослідів показали, що ліофільно висушені штами усіх МКБ добре зберігаються у цукровому сиропі, розведеному водою у співвідношенні 1:1. Серед трьох штамів бактерій *Lactobacillus plantarum* spp. кращим результатом було збереження кількості життєздатних клітин протягом майже 72 годин. Враховуючи імунопротекторну дію пробіотиків в організмі людей та тварин, а також наявність даних про присутність лактобактерій, що досліджувались, в кишківниках здорових бджіл, можна припустити, що їх згодовування може позитивно вплинути на життєздатність бджіл в стресових ситуаціях, зокрема при отруєнні бджіл пестицидами, що відобразиться на тривалості їх життя. Відібрані концентрації досліджених штамів лактобактерій доцільно перевірити за бактеріальних захворювань розплоду бджіл, зокрема європейського гнильцю.

АНТИМІКОБАКТЕРІАЛЬНА АКТИВНІСТЬ АЕРОБНИХ СПОРОТВІРНИХ БАКТЕРІЙ ГЛИБОКОВОДНИХ ВІДКЛАДЕНЬ ЧОРНОГО МОРЯ

Зайцев А.С., Штеніков М.Д., Зінченко О.Ю.
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова
м. Одеса, Україна. e-mail: zaitsevandrii1@gmail.com

Серед багатьох інфекційних захворювань одним з найбільш соціально значущих у світі довгі роки є туберкульоз. Проблема лікування туберкульозу ускладнюється поширеністю варіантів збудника з множинною лікарською стійкістю, що обмежує можливості використання повного спектру антимікобактеріальних препаратів. У останні десятиліття увагу дослідників привертають мікробні угруповання морських екосистем як потенційне джерело нових антимікробних сполук, що можуть стати засобами подолання проблеми антибіотикорезистентності.

Метою дослідження було визначення впливу метаболітів аеробних споротвірних бактерій з донних відкладень Чорного моря на ріст *Mycobacterium smegmatis mc^2 155*.

У дослідженнях використовували 117 культур аеробних споротвірних бактерій, виділених з донних відкладень Чорного моря на глибині 888 м, 1499 м і 1537 м. Як тест-організм використовували *M. smegmatis* mc^2 155, що є модельним організмом для тестування потенційних протитуберкульозних сполук. Споротвірні бактерії вирощували у середовищі LB до стаціонарної фази та визначали вплив культуральної рідини на ріст тест-штаму мікропланшетним методом резазуринової проби (Microplate Alamar Blue Assay) [4]. З цією метою лунки 96-лункових планшетів заповнювали поживним бульйоном і фільтратами культур досліджуваних мікроорганізмів у співвідношенні 1:1 та інокулювали рідкою добовою культурою тест-штаму до кінцевої концентрації клітин 10^5 КУО/мл, інкубували 24 год при 37°, додавали розчин резазурину, інкубували 18 год та зчитували поглинання при λ=570 нм.

У результаті дослідження встановлено виражений антагоністичний вплив 6 з 117 культур на тест-штам *M. smegmatis* mc^2 155. У лунках з культуральною рідиною цих штамів візуально та колориметрично відзначалася повна загибель клітин мікобактерій. Активні культури за допомогою повногеномного секвенування та визначення ЖК-спектрів ідентифіковано як представників родів *Bacillus* – 4 штами, *Shouchella* (1 штам) та *Priestia* (1 штам). Культури виділені з проб, відібраних на глибині 1499, 1537 та 1888 м. При цьому активні представники р. *Bacillus* виявлені на усіх трьох глибинах.

Результати свідчать про здатність чорноморських глибоководних бактерій до продукції сполук, токсичних по відношенню до *M. smegmatis* mc^2 155. У подальшому планується з'ясування молекулярної структури цих речовин.

ВПЛИВ ХАРЧУВАННЯ НА АНТИБІОТИКОРЕЗИСТЕНТНІСТЬ

Іваниш Є.В.

ДВНЗ "Ужгородський національний університет", м.Ужгород, Україна.
e-mail: ivanysh.yevheniia1@student.uzhnu.edu.ua

Антибіотикорезистентність — проблема сучасності, яка може впливати на наше майбутнє.На її розвиток впливають безліч чинників, а саме одним з них є якість харчування. Вживання продуктів, що містять залишки антибіотиків, порушення мікробіоти кишечника та нестача поживних речовин можуть знижувати імунітет та сприяти розвитку резистентних форм бактерій. Збалансована їжа, навпаки, здатна підтримувати здоров'я мікробіоти та зменшувати потребу в антибіотиках. Дослідити взаємозв'язок між особливостями харчування та розвитком антибіотикорезистентності, проаналізувати вплив продуктів, що містять залишки антибіотиків, на мікробіоту людини, а також визначити роль збалансованого раціону в профілактиці стійкості до антимікробних препаратів.

Для досягнення поставленої мети було здійснено аналіз наукової літератури, публікацій у фахових медичних та нутриціологічних журналах, такі як PubMed (NCBI) (https://www.ncbi.nlm.nih. gov/pubmed/), а також даних Всесвітньої організації охорони здоров'я щодо проблеми антибіотикорезистентності. Використано методи контент-аналізу, порівняльного аналізу та узагальнення сучасних досліджень про вплив продуктів харчування, що містять залишки антибіотиків, а також пробіотичних і пребіотичних компонентів на стан мікробіоти людини та імунної системи. Аналіз наукових досліджень демонструє, що раціон харчування може значно впливати на розвиток та поширення антибіотикорезистентності. Окремі компоненти їжі та загальні харчові звички здатні змінювати склад мікробіоти кишківника, яка є основним резервуаром генів антибіотикорезистентності. Зокрема, високе споживання продуктів тваринного походження з тварин, що отримували антибіотики в профілактичних цілях, може сприяти колонізації кишківника резистентними бактеріями. З іншого боку, харчові волокна, що містяться у великій кількості в овочах, фруктах та цільнозернових продуктах, можуть мати позитивний вплив на кишківник. Вони слугують пребіотиками, стимулюючи ріст корисних бактерій кишківника, які можуть конкурувати з резистентними штамами та підтримувати здоровий бар'єр слизової оболонки, обмежуючи транслокацію резистентних генів.Важливу роль відіграє також надмірне споживання ультраоброблених продуктів з високим вмістом цукру та штучних добавок. Вони можуть порушувати баланс мікробіоти, створюючи сприятливі умови для розмноження умовно-патогенних та резистентних бактерій. Певні харчові добавки та нутрієнти, такі як цинк, вітамін D та поліфеноли, можуть мати антимікробні властивості або модулювати імунну відповідь організму, опосередковано впливаючи на стійкість до інфекцій та необхідність застосування антибіотиків. Перспективним напрямком досліджень є вивчення впливу специфічних дієтичних втручань, таких як фекальна мікробіотна трансплантація або використання пробіотиків з доведеною ефективністю, на ерадикацію резистентних бактерій та відновлення здорового мікробіомного профілю. Розуміння складних взаємозв'язків між харчуванням, мікробіотою та антибіотикорезистентністю є ключовим для розробки ефективних стратегій профілактики та боротьби з цією глобальною загрозою для здоров'я. Вплив харчування на антибіотикорезистентність є суттєвим фактором, оскільки неправильне харчування, зокрема споживання продуктів, що містять антибіотики або сприяють дисбалансу мікробіоти кишечника, згубно впливають на цілісність організму людини.

ЗАСТОСУВАННЯ БАКТЕРІОФАГУ ПСЕВДОМОНАС АЕРУГІНОЗА ПРИ ЛІКУВАННІ ТРОФІЧНОЇ ВИРАЗКИ

Іванишин А.З.,[1] Бурова Л.М.[2]
[1]*Університетська лікарня державного некомерційного підприємства «Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького», м. Львів, Україна. e-mail: andrijivanyshyn75@gmail.com*
[2]*Державне некомерційне підприємство «Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького», м. Львів, Україна. e-mail:burova.lm@gmail.com*

Ідею фаготерапії висунув один з першовідкривачів бактеріофагів канадський вчений Ф. Д'Ерелль в 1917 році. Поява в 1929 році пеніцилінів, ознаменувало початок ери антибіотиків в медицині, відсунуло фаготерапію на другий план. На сьогодні використання бактеріофагів знову відкривається як безпечний метод, оскільки ці біологічні об'єкти, позбавлені будь-якого метаболічного механізму, не мають ніякої спорідненості з еукаріотичними клітинами, що є хорошою альтернативою або доповненням до антибактеріальної терапії. Віруси бактерій не викликають побічних токсичних та алергічних реакцій та не мають протипоказань. Використання препаратів бактеріофагів стимулює активізацію факторів специфічного та неспецифічного імунітету, тому фаготерапія є особливо ефективною при лікуванні хронічних запальних захворювань. Основна мета представленої роботи – ефективність застосування фаготерапії при лікуванні трофічної виразки.

Об'єктом дослідження був бактеріофаг псевдомонас аеругіноза (синьогнійний) польського виробництва. Препарат являє собою стерильний фільтрат фаголізату бактерій синьогнійної палички. Контроль чутливості визначали нанесенням 5 мкл відповідного фагу на газон з досліджуваним штамом. Результати оцінювали за зливним лізисом бактерій *Pseudomonas aeruginosa* та негативними колоніями фагів. Пацієнтка N. впродовж 14 років страждала хронічним захворюванням вен обох нижніх кінцівок (С5,6), оперативне лікування в 2011, 2013 рр., етапні лазерні абляції обабіч, оперативне лікування рецидиву у 2016, 2019 роках. В 2016 р. проведена венектомія на нижній лівій кінцівці з вільною автодермопластикою, у 2019 р. – правій кінцівці. Діагностовані: хронічне захворювання вен, варикозна хвороба нижніх кінцівок, етапні ендоваскулярні лазерні абляції. Рецидив варикозної хвороби вен обох нижніх кінцівок. Лімфостаз. Рецидивуючий дермлімфоангоіт обох гомілок. В 2016 році зпрогресували трофічні зміни на лівій гомілці, в 2018 році правій, трофічні виразки нижньої третини медіальних поверхонь гомілок. Видовий спектр виділених мікроорганізмів був представлений *Pseudomonas aeruginosa* (двічі в 2016 році); диасоціацією мікроорганізмів в 2018 році - *Staphylococcus aureus* та *Escherichia coli.* Пізніше ізолювався *Proteus mirabilis, Corynebacterium jeikeium.* У 2019 році після автодермопластики спочатку застосували цефтазидим, а потім, керуючись результатами антибіотикочутливості ізольованого штаму *P. aeruginosa*, призначили тобраміцин (Браксон). Відбулось пригоєння вільного дермального клаптя на 80%. З метою поєднання фаготерапії та антибіотикотерапії застосували орошення лізатом протисиньогнійного бактеріофагу. В результаті отримали повну епітелізацію шкіри. Схожий клінічний випадок у 2024 року в пацієнтки, що опісля класичної венектомії та двох лазерних абляцій з приводу рецидиву хвороби в басейні великої підшкірної вени. Показовим у своїй ефективності був результат поєднання фаготерапії та антибіотикотерапії при інфекції, викликаної полірезистентним штамом *P. aeruginosa*. Це дозволило майже вдвічі, порівняно з традиційною терапією, скоротити термін лікування.

ПРОБІОТИК ДЛЯ ПТИЦІ НА ОСНОВІ МОЛОЧНОКИСЛИХ МІКРООРГАНІЗМІВ

Килименчук О.О., Пожіткова Л.Г., К.Є.Антонова К.Є., Ісаєва Д.Б.

Одеський національний технологічний університет, м.Одеса,Україна.
e-mail: kylymenchuk@gmail.com

Застосування антибіотиків у тваринництві є причиною багатьох негативних наслідків для організму тварин. Все більш важливу роль у тваринництві відіграють пробіотичні мікроорганізми, як перспективна альтернатива антибіотикам. Особливої уваги заслуговують лактобактерії з роду *Enterococcus* як потенційні продуценти бактеріоцинів, зокрема вид *E. faecium*, який має широке практичне застосування у виробництві ферментованих продуктів харчування, кормів та пробіотичних препаратів. Бактеріоцини, вироблені штамами роду *Enterococcus*, проявляють інгібуючу активність проти грампозитивних бактерій, включаючи представників роду *Listeria* та окремі з них здатні пригнічувати зростання і грамнегативних бактерій – збудників харчових токсикоінфекцій. Існуючі вітчизняні виробництва не повністю забезпечують потребу у пробіотичних препаратах як для людей, так і для потреб тваринництва, окрім того, має місце жорстка конкуренція з боку виробників імпортних препаратів. Поява нової, науково обгрунтованої інформації щодо культивування пробіотичних штамів бактерій - створює перспективи для зменшення імпортозалежності у пробіотичних препаратах для людей і тварин шляхом удосконалення існуючих вітчизняних технологій. Тому, метою та завданням даної роботи було удосконалити технологію пробіотика для птиці шляхом модифікації поживного середовища для культури - *E. faecium.*

При оптимізації поживного середовища досліджувались культура бактерій - *Enterococcus faecium* з музею культур кафедри харчової хімії, експертизи та біотехнологій. У якості основних компонентів поживного середовища були застосовані - цукор, екстракт кормових дріжджів, кукурудзяний екстракт, кісткове борошно, рибне борошно та додаткові необхідні для росту мікроорганізмів речовини українського виробництва. Для оптимізації складу поживного середовища використовували метод ротатабельного центрально-композиційного планування, який дав змогу проаналізувати відгук росту молочнокислих бактерій залежно від складу поживних середовищ. Критерієм оптимальності було обрано оптичну густину культуральної рідини. Її визначали на спектрофотометрі за різницею оптичної густини клітинної суспензії та еталонного зразка відповідного поживного середовища, при червоному світлофільтрі та довжині хвилі 540 – 680 нм. Однією з проблем біотехнологічних виробництв є висока вартість сировини. Повна або часткова заміна одного з компонентів на більш дешеву сировину та оптимізація складу середовища може суттєво знизити собівартість кінцевого продукту. Для проведення цього дослідження було розроблено поживні середовища різного складу. Як контроль застосовувалось традиційне поживне середовище, на якому здійснюють вирощування культур на виробництві. У підготовлені та простерилізовані поживні середовища вносили добову культуру *E. faecium* в об'ємі 1см^3 на 10 см^3 середовища. Культури вирощували в термостаті при температурі 36 ºС протягом 10 годин після чого вимірювали густину бактерій та здійснювали контроль pH. Дослідження проводили у трьох паралелях. За кінцевий результат приймали середнє арифметичне значення трьох вимірювань. У результаті було оптимізовано склад поживного середовища, основою якого стали основні інгредієнти у кг/м^3: цукор білий кристалічний -22, рибне борошно- 6, дріжджовий екстракт- 5, кукурудзяний екстракт-5. Культивування дало змогу отримати вихід біомаси, за якого показник оптичної густини становив 1,01 од., що на 10% вище, ніж значення, яке було одержано при культивуванні на виробничому середовищі та середовищі МРС. Оптимізоване середовище рекомендовано для культивування *E. faecium* в промислових умовах.

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ АНТИБІОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТІ УМОВНО-ПАТОГЕННИХ БАКТЕРІЙ, ВИДІЛЕНИХ У ХВОРИХ НА ПНЕВМОНІЇ

Коваленко Н.І.[1], Вовк О.О.[2], Новікова І.В.[3], Кризьська О.В.[3]

[1]Харківський національний медичний університет, м. Харків, Україна.
e-mail: yatiger@ukr.net
[2]ПЗВО «Міжнародний Європейський Університет», м. Київ, Україна
[3]Комунальне некомерційне підприємство Харківської обласної ради «Обласна клінічна лікарня», м. Харків, Україна

Позалікарняна пневмонія є одним з найпоширеніших інфекційних захворювань з високим рівнем летальності. Незважаючи на великий арсенал протимікробних засобів, спостерігається ріст захворюваності на пневмонію з несприятливим прогнозом. Труднощі лікування пов'язані зокрема з поширенням набутої стійкості бактеріальних збудників до традиційних антибактеріальних препаратів. Це зумовлює необхідність періодичного моніторингу регіональних показників антибіотикорезистентності умовно-патогенних мікроорганізмів для перегляду стандартів етіотропної терапії цих захворювань. Мета: визначення чутливості до антибіотиків бактерій, виділених від хворих на позалікарняні пневмонії за п'ять років. У роботі використані результати бактеріологічних досліджень клінічного матеріалу від 336 хворих на позалікарняну пневмонію. Інтерпретацію результатів проводили відповідно до стандартів EUCAST.

Порівнюючи результати дослідження чутливості до антибіотиків грампозитивних і грамнегативних бактерій, виділених у хворих на пневмонію, виявили певну тенденцію у збільшенні кількості резистентних бактерій. Так, у золотистого стафілокока зросла резистентність до пеніциліну, оксациліну, меропенему, офлоксациину, левофлоксацину, норфлоксацину і ципрофлоксацину. Найбільша кількість чутливих штамів була виділена до іміпенему (88,2 %), кліндаміцину (87,5 %), офлоксацину (83,3%), ванкоміцину (82,6 %), цефепіму (82,4 %), чутливість до яких, крім офлоксацину, залишилася на попередньому рівні. Не відбулося суттєвих змін у чутливості стафілококу до амоксиклаву та цефалоспоринів. Досліджені штами *S. pneumoniae* продемонстрували на тому ж рівні, як і п'ять років тому, чутливість до цефоперазону, амоксиклаву, іміпенему та ванкоміцину. Проте відбулося збільшення кількості резистентних штамів до цефтазидиму, цефтриаксону, меропенему, офлоксацину, ципрофлоксацину, норфлоксацину і левофлоксацину. Чутливість до азитроміцину не змінилася і залишилася на рівні 80 %. Значні зміни у резистентності відбулися у *K.pneumoniae*, у якої нижчий рівень чутливості відмічався до цефоперазону, цефепіму, цефтриаксону, іміпенему, меропенему, норфлоксацину, офлоксацину, ципрофлоксацину і левофлоксацину. Всі ізоляти клебсієл були резистентні до цефтазидиму, хоча п'ять років тому чутливими до нього були 20 % штамів. Високу чутливість клебсієл спостерігали лише до амоксиклаву (98 %). Ізоляти *P. aeruginosa* характеризувалися зниженням чутливості до фторхінолонів (у 1,5-2 рази), меропенему (з 18 % до 6,4 %), іміпенему (з 23,5 % до 20 %), цефоперазону (з 30 % до 24 %). Чутливісь синьогнійої палички до цефепіму знизилася за п'ять років з 30 % до 0. Таким чином, за п'ять років відбулося збільшення резистентності грампозивних і грамнегативних умовно-патогених бактерій, які виділяються у хворих на позалікарняні пневмонії, до фторхінолонів, меропенему, а у грамнегативних бактерій ще й до низки цефалоспоринів.

Найбільшу ефективність щодо стафілококів проявили цефепім, іміпінем, кліндаміцин, ванкоміцин. Стрептококи були чутливі до амоксиклаву, іміпінему, цефоперазону, ванкоміцину. Найвищу чутливість синьогнійна паличка мала до азитроміцину. Клебсієли виявили високу чутливість до амоксиклаву.

ХАРАКТЕР ЗМІН РАНОВОЇ МІКРОФЛОРИ ПОСТРАЖДАЛИХ У БОЙОВИХ ДІЯХ У ПЕРІОД 2014-2023 РОКІВ

Ковальчук В.П., Назарчук О.А., Кондратюк В.М., Фоміна Н.С.

Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова, Україна.
e-mail: valentinkovalchuk2015@gmal.com

У періоди травматичних епідемій, якими є війни, питання мікробіологічного моніторингу ранових патогенів набувають особливої важливості. Необхідність щоденного емпіричного застосування антибіотиків у великої кількості поранених сприяють селекції резистентних штамів бактерій. Руйнування інфраструктури, форсмажорний режим роботи лікувальних закладів, які неухильно супроводжують війни, унеможливлюють здійснення заходів ефективного інфекційного контролю. Багатоетапна медична евакуація поранених створює можливість для швидкого поширення небезпечних лікарняних штамів у віддалені географічні регіони. Нами ведеться безперервний бактеріологічний моніторинг мікрофлори бойових ран з початку антитерористичної операції, яку проводили збройні сили у 2014 р. на сході України до сього дня. Здійснено бактеріологічний аналіз вмісту мінно-вибухових ран та опікових поверхонь 380 постраждалих у бойових діях. Метою роботи є порівняльний аналіз видового складу і профілю антибіотикорезистентності мікрофлори бойових поранень постраждалих у бойових операціях на території України у період 2014-2020 р.р. та поранених після початку повномасштабної Російсько-Української війни у 2022-2023 р.р. Результати досліджень попереднього періоду свідчили про домінування у спектрі ранової мікрофлори грамнегативних неферментуючих бактерій. У період 2022-2023 р.р. ця тенденція зберіглась, однак у видовому складі помічені зміни. Так, питома вага *P. aeruginosa* зменшилась з 29,6 % у 2020 р. до 14,9 % у 2023 р. з одночасним зростанням частоти виділення *A. baumannii* від 29,6 % до 35,7 %. В цілому представники родини *Enterobacteriaceae* частково витіснили неферментуючі бактерії, адже їх загальна питома вага у спектрі зросла більш, ніж у двічі: з 19,8 % до 41,6 %. Це відбулось за рахунок помітного зростання частоти виділення *K. pneumoniae* з 8,6 % у 2014-2020 р.р. до 20,7 % у 2022-2023 р.р. та появи у 5,2 % випадків *Proteus mirabilis*, яких у попередньому періоді ми не виділяли. Майже у двічі зросла частота виділення *E. coli* (з 5,0 % до 9,1 %). Стосовно фенотипових проявів резистентності чітка тенденція до зростання кількості стійких штамів бактерій усіх трьох видів спостерігається у відношенні антибіотиків двох хімічних груп: фторхінолонів і карбапенемів. Так, кількість резистентнних до левофлоксацину *A. baumannii* зросла з 82,7 % у період 2014-2020 р.р. до 98,1 % у 2022-2023 р.р., а до іміпенему з 54,7 % до 66,7 % відповідно. Кількість резистентних до левофлоксацину і іміпенему штамів *P. aeruginosa* збільшилась відповідно з 59,3 % до 69,6 % та з 50,0 % до 60,8 %. Резистентних до меропенему ізолятів *K. pneumoniae* з 29,5 % зросло до 90,6%, а стійкими до левофлоксацину у останній період були 100 % штамів цього виду, тоді як у попередній період резистентність виявляли лише 45,9 % ізолятів. Рівень резистентності *K. pneumoniae* зріс у відношенні усіх досліджених антибіотиків. Так, до ампіциліну у попередній період були стійкими 47,5 % штамів клебсієл, а за останніми спостереженнями - 100 % ізолятів, до цефтриаксону і амікацину 31,1 % і 90,6 % та 32,8 % і 40,6 % відповідно. Результати проведеного аналізу показують домінування у спектрі ранових патогенів *A. baumannii, P. aeruginosa* та *K. pneumoniae* протягом усього періоду спостереження. Однак, спостерігається чітка тенденція до зростання серед ранових ізолятів полірезистентних до антибіотиків варіантів. Продовження Російсько-Української війни, евакуація поранених у лікувальні заклади інших країн створює загрозу виникнення на нашій території резервуару мультирезистентних варіантів бактерій і глобального їх розповсюдження, що вимагає постійного моніторингу, розробки і впровадження комплексу мультимодальних заходів профілактики та контролю інфекцій.

ПОРІВНЯННЯ АНТИМІКРОБНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕКСТРАКТІВ *POTENTILLA ERECTA (L.) HAMPE*

[1]Колесник О.О., [1]Кривцова М.В., [2]Чобої Ю., [3]Саламон І.

[1]ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна.
[2]Ніредьгазький університет, м. Ніредьгаза, Угорщина
[3]Пряшівський університет, Пряшів, Словаччина
e-mail: oleksandra.kolesnyk@uzhnu.edu.ua

Невпинний розвиток антимікробної резистентості обумовлює перспективу пошуку нових засобів з антимікробною активністю. Особливо привабливою в даному аспекті є рослинна сировина. Зокрема, перстач прямостоячий (*Potentilla erecta*) — багаторічна лікарська рослина з родини *Rosaceae*, яка поширена в Європі та Азії. У народній та офіційній медицині використовується завдяки вмісту танінів, що забезпечують в'яжучу, протизапальну та антибактеріальну дію. Найбільш фармакологічно активною частиною рослини є кореневище, з якого готують настої, відвари та екстракти. Метою дослідження було порівняння антибактеріальної та протигрибкової активності різних екстрактів кореневища *P. erecta*, зібраного в кількох локалітетах Закарпатської області. Сировина *P. erecta* була зібрана у 2024 році в різних географічних точках Закарпатської області, зокрема поблизу с. Стрипа (Ужгородський район), с. Тур'я Поляна (Ужгородський район), сел. Міжгір'я (Хустський район) та г. Анталовецька Поляна (біля м. Ужгород). Для дослідження були використані два типи екстрактів. Ліофілізовані екстракти, виготовлені в Ніредьгазькому університеті (Угорщина) під керівництвом професорів Юдіт Чобої (*Judit Csabai*) та Жолта Горчика (*Zsolt Hörcsik*). Перед використанням екстракти були гідратовані стерильною водою. Водні та водно-спиртові екстракти, виготовлені компанією Calendula, м. Нове Место над Вагом (*Nové Mesto nad Váhom*, Словаччина). Один із зразків — водно-спиртовий екстракт (співвідношення води та етанолу 1:1). Антимікробну активність екстрактів оцінювали відносно дев'яти клінічних ізолятів, отриманих від пацієнтів із гнійно-запальними ускладненнями вогнепальних поранень. Ізоляти характеризувалися мультирезистентністю до традиційних антибіотиків і протигрибкових препаратів. До спектру досліджених культур входили: бактерії: *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*, *Achromobacter xylosoxidans*, *Acinetobacter baumannii*; – дріжджоподібні гриби: *Candida albicans*, *Candida krusei*, *Candida glabrata*. Біотестування проводили в умовах *in vitro* із використанням 96-лункових полістиролових мікропланшетів. Екстракти *P. erecta* у досліджених концентраціях виявили антибактеріальну активність переважно щодо грампозитивних бактерій. Усі зразки продемонстрували інгібуючий ефект відносно *Staphylococcus aureus*, що свідчить про наявність стабільного бактеріостатичного потенціалу. Високу чутливість до екстрактів виявив *Enterococcus faecalis* — найвиразніший ефект спостерігався для водних екстрактів з Тур'ї Поляни та Анталовецької поляни, а також для водно-спиртового зразка. Водний екстракт із Міжгір'я мав слабшу дію. Щодо грамнегативних бактерій, активність була менш вираженою та селективною. Водно-спиртовий екстракт продемонстрував антимікробний ефект щодо *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*, *Achromobacter xylosoxidans* та *Acinetobacter baumannii*. У високих концентраціях помірну дію щодо *C. freundii* виявляли також ліофілізований екстракт зі Стрипи та водний з Тур'ї Поляни. Екстракти з Міжгір'я та Анталовецької поляни у високих концентраціях стримували ріст *A. baumannii*. Протигрибкова активність екстрактів була переважно низькою. Отримані результати свідчать про перспективу використання екстрактів *P. erecta*, особливо водно-спиртової форми, як природного джерела антимікробних сполук.

ВПЛИВ ТВЕРДИХ НАНОЧАСТОК ДИМУ ПРИРОДНОГО ТА СИНТЕТИЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ НА ЧУТЛИВІСТЬ ДО АНТИБІОТИКІВ *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* B918

Корбуш М.Ю., Александрова І.В, Юмина Ю.М., Сергійчук Т.М., Толстанова Г.М.

Навчально-науковий центр "Інститут біології та медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, м. Київ Україна. e-mail: iv_akulenko@knu.ua

Все більшої глобалізації набуває проблема зростання резистентності *S. aureus* до широкого кола антибіотиків, які використовують у клінічній практиці. Крім того, змушує розширити концепцію глобальності розвитку формування резистентності до антибіотиків той факт, що механізми стійкості бактерій до токсичних речовин та антибіотиків є аналогічним. Припускаємо, що потенційним фактором зростання антибіотикорезистентності можуть бути фактори антропогенного навантаження, зокрема тверді наночастинки-забруднювачі повітря.

Препарати диму мали вигляд розчину з твердими наночастинками від згорання деревини (ТНчДД) та поліпропілену (ТНчДП), синтезовані у відділі нейрохімії Інституту біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України. Досліджено чутливість до антибіотиків *Staphylococcus aureus B-918* після його культивування у рідкому середовищі (МПБ) з препаратом ТНчДД або ТНчДП (у трьох концентраціях 20 мкг/мл, 40 мкг/мл та 80 мкг/мл) впродовж 24 год., 48 год., 72 год. з наступним його висівом на середовище для визначення антибіотикочутливості (Мюлера-Хінтона). Чутливість до антибіотиків визначали диско-дифузійним методом. Антибіотики використані в роботі Ампіцилін 10 мкг, Меропенем 10 мкг, Норфлоксацин 10 мкг, Цефтріаксон 30 мкг. Інтерпретацію результатів проводили згідно з Наказом МОЗ України від 05.04.2007 № 167. Ч-чутливий, П-помірностійкий, С- стійкий.

Результати дослідження показали, що через 24 години культивування з ТНчДД за концентрацій 20 мкг/мл антибіотикочутливість знизилась до ампіциліну (з 27,75±3,77 мм (Ч) до 25,17±3,38 мм (П)) та меропенему (з 29,75±1,26 мм (Ч) до 27,33±0,47 мм (П)) , а за концентрації ДТ 40 мкг/мл та 80 мкг/мл реєстрували формування стійкісті до даних антибіотиків. Через 72 години культивування за всіх досліджуваних концентрацій відмічено формування резистентності до ампіциліну та меропенему. До норфлоксацину та цефтріаксону відмічали помірне зниження чутливості після культивування *S. aureus* B-918 з ТНчДД у концентрації 80 мкг/мл. Формування резистентності також реєстрували для S. aureus B-918 після культивування на середовищі з ТНчДП. Резистентність формувалась до ампіциліну (за концентрацій 20 мкг/мл, 40 мкг/мл, 80 мкг/мл) та меропенему (за концентрації 80 мкг/мл). Зниження чутливості відмічали до меропенему за концентрацій 20 мкг/мл та 40 мкг/мл. До інших досліджуваних антибіотиків чутливість стафілококу зберігалась.

Продемонстровано, що навіть короткотривалий контакт (24-72 год.) *Staphylococcus aureus B-918* з твердими наночастинками диму природного та антропогенного походження призводить до зниження антибіотикочутливості та набуття резистентності до ампіциліну та меропенему.

АКТУАЛЬНІ НАПРЯМКИ ПОШУКУ НОВИХ ПРТИМІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ

Корнійчук О.П., Лесик Р.Б., Конечний Ю.Т.

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, м.Львів,Україна,e-mail: okorniychuk1957@gmail.com

Нові методи антимікробного дизайну є критично важливими для боротьби з патогенними бактеріями в постантибіотичну еру. В умовах загострення ситуації із станом інфекційної захворюваності та поширення патогенів із множинною лікарською резистентністю розробка і впровадження нових антибіотичних препаратів (АМП) є одним з пріоритетних напрямків мікробіологічної науки, що дасть змогу підвищити ефективність протимікробної терапії і обмежити поширення інфекцій, які спричиняються резистентними штамами мікроорганізмів і, перш за все, - суперштамами та представниками групи ESCAPE.

В минулому столітті було відкрито більшість мікрооргаінізмів-продуцентів антибіотиків і опрацьовано технології їх одержання. Через набуття мікробними патогенами резистентності успішно використовується напрямок створення ефективних антимікробних засобів модифікація молекули. антибіотичної речовини, а також пошуки нових продуцентів антибіотичних речовин. У ЛНУ імені І.Франка та ЛНМУ ім.Данила Галицького спільно було проведено дослідження з розробки нових препаратів з антибіотичними властивостями, отриманих шляхом екстрагування культур стрептоміцетів з використанням відповідних тестових штамів мікроорганізмів, які набули різні типи резистентності. Це дало змогу визначити найбільш вдалі біологічні методи виявлення таких речовин та оптимальні мікроорганізми-мішені для подальшої розробки антибіотичних речовин. Було досліджено кластери генів біосинтезу відповідної групи антибіотиків стрептоміцетів з метою підвищення продукції ними вторинних метаболітів як об'єкту вивчення. Пошук і розробка нових антибіотиків проводиться також у напрямках: застосування програм із підвищеною чутливістю (анти сенс-технологія, яка забезпечує більш високу чутливість тест-штамів), технологія нокаутів певних генів біосинтезу,їх надекспресія чи гетерологічна експресія. Важливим і перспективним напрямком створення ефективних АМП є синтез сполук із заданими властивостями і скринінг їхньої активності. Технологія молекулярного дизайну використана при дослідженні антимікробної активності сполук похідних 4-тіазолідинонів, які містять декілька реакційних центрів в базовому гетероциклі та відносно легко надаються до хімічній модифікації. Саме тому даний клас хімічних сполук є перспективним для пошуку «лікоподібної молекули» з протимікробною дією, ефективною щодо збудників інфекційних хвороб, в тому числі інфекцій, пов'язаних з наданням медичної допомоги, які характеризуються варіабельними механізмами резистентності проти хіміотерапевтичних антимікробних речовин. Пошук нових речовин з антимікробною активністю проводиться також серед сполук рослинного походження. Зокрема було досліджено екстракти калусної маси *Carlina Acaulis* і встановлено спектр протимікробної активності рослини. Перспективним напрямком боротьби з антиботикорезистентністю є пошук засобів, які здатні підвищити чутливість бактерій до антибіотиків, що встановлено для ряду речовин рослинного походження. (наприклад, молекули журавлини). Різноманітність напрямків пошуку речовин з антимікробною активністю забезпечує найбільшу результативність створення антимікробних препаратів вітчизняного виробництва.

МІКРОБІОТА РОТОВОЇ ПОРОЖНИНИ ПРИ ЗАПАЛЬНИХ ЗАХВОРЮВАННЯХ ПАРОДОНТУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ КОРЕКЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕЧОВИН РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Кривцова М.В.[1] , Скляр І.І.[1] , Савенко М.В.[1], Кощова Я.[2]

[1]*Кафедра клініко-лабораторної та морфофункціональної діагностики, Ужгородський національний університет, м. Ужгород, Україна, e-mail: maryna.krivcova@uzhnu.edu.ua*;
[2]*Кошицький університет ветеринарної медицини та фармації, Кошице, Словаччина*

Запальні захворювання пародонту поширені як у розвинених країнах, так і в країнах, що розвиваються, і вражають близько 20-50% населення світу. Проблема формування резистентності мікроорганізмів до антибіотиків обумовлює актуальність пошуку альтернативних засобів протимікробної дії. Особливо перспективною в даному аспекті є рослинна сировина, що з давних давен використовувалась у народній та традиційній медицині, володіє цілим рядом переваг, в тому числі антимікробною, антиоксидантною активністю, містить широкий спектр біологічно активних речовин, мікро- та макроелементів. З метою вивчення антимікробної активності біологічно активних сполук рослинного походження в лабораторії кафедри фармацевтичних технологій, фармакогнозії та ботаніки Кошицького університету ветеринарії та фармації отримані екстракти 38 екстрактів із 18 лікарських рослин. Чутливість мікроорганізмів до рослинних препаратів визначали методом дифузії в агар та визначенням мінімальних інгібуючих концентрацій. Для проведення досліджень використовували референтні музейні культури ATTC (American Type Culture Collection, USA) *Candida albicans* ATCC 885-653; *Staphylococcus aureus* ATCC 25923*; Escherichia coli* ATCC 25922, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Streptococcus pyogenes* ATCC 19615, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 та клінічні культури, ізольовані з ротової порожнини хворих на запальні захворювання пародонту: мікроскопічні гриби роду *Candida* (*C. albicans),* бактеріальні ізоляти *S. aureus, E. coli, S. pyogenes, E.faecalis, H. alvei, K. rhinoscleromatis, Porphyromonas gingivalis, Prevotella spp., Schaalia odontolytica, Slackia exigua.* Ефірні олії (ЕО), використані у дослідженні, були виготовлені на підприємстві Calendula, Nova Lubovna (Словаччина) на замовлення ДВНЗ «Ужгородський національний університет». Виготовляли етилові та метилові екстракти (Sigma, Germany) відповідно до вимог Державної Фармакопеї України. Чистий розчин поміщали в випаровувальний пристрій (Coated Dry Ice Condenser Rotary Evaporator) для отримання чистого спиртового екстракту при температурі 50 ˚C, 82 оберти за хвилину. Дослідження показали, що антимікробною активністю щодо клінічних ізолятів ротової порожнини характеризувались екстракти *Vaccinium vitis-idaea* L. (листки) (МІК 2,08–9,33 мг/мл), *Vaccinium vitis-idaea* L. (плоди) (МІК 2,33–11,42 мг/мл), *Potentilla erecta* L. (кореневище) (МІК 10,50–15,17 мл мг/мл), *Equisetum arvense* L. (МІК 5,42 –16,00) (пагони), *Arnica montana* L. (суцвіття) (МІК 5,08 – 15,33 мг/мл). Найбільша кількість екстрактів проявляла протистафілококову дію, в тому числі на клінічні біоплівкотвірні антибіотикорезистентні ізоляти. Дослідження антибіоплівкотвірних властивостей екстрактів рослин показало найвищу активність *Vaccinium vitis-idaea* L. (листки), *Potentilla erecta* L. (кореневище), *Equisetum arvense* L. (пагони), *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. (листки), *Crataegus laevigata* (Poir.) DC. (плоди), *Betula pendula* L. (листки), *Symphytum officinale* L. (корінь), *Achillea millefolium* L. (суцвіття). Вивчення здатності екстрактів до деструкції сформованої біоплівки *S.aureus* показало ефективність *Potentilla erecta* L. (етиловий екстракт кореневища), *Equisetum arvense* L. (етиловий екстракт пагонів), *Vaccinium vitis-idaea* L. (етиловий екстракт листків). Встановлена антимікробна активність ефірних олій *Pinus silvestris* L. *Eucalyptus globulus Labill. Pimpinella anisum* L., Anýz. Отримані результати вказують на перспективи застосування речовин рослинного походження на мікроорганізми ротової порожнини за умов запальних захворювань пародонту.

ОСОБЛИВОСТІ МІКРОБІОЦЕНОЗУ ШКІРИ ХВОРИХ З ПАРАТРАВМАТИЧНОЮ ЕКЗЕМОЮ, ЩО РОЗВИНУЛАСЬ УНАСЛІДОК БОЙОВИХ ТРАВМ

Кутасевич Я.Ф., Джораєва С.К., Гончаренко В.В., Іванцова О.К., Усік І.В., Земцова Г.О.

ДУ «Інститут дерматології та венерології НАМН України», м. Харків, Україна.
e-mail: dzhoraevasvetlana@gmail.com

Бойові травми є більш складними та тяжкими порівняно з ушкодженнями, що отримують у мирний час. Мікробіологія військових ран змінюється з розвитком і медицини, і методів ведення війни.

Мета роботи - встановити таксономічний склад, популяційний рівень екосистеми "макроорганізм-мікробіота" з означенням рівнів експресії окремих факторів патогенності мікроорганізмів, виділених з ділянок шкіри пацієнтів з паратравматичною екземою, що розвинулась унаслідок бойових травм.

Проведено мікробіологічне дослідження вмісту екзематозних уражень 54 військовослужбовців, які лікувались у дерматологічному відділенні ДУ «Інститут дерматології та венерології НАМН України» з визначенням якісного і кількісного складу мікробіоценозу екзематозних уражень, аналізу таксономічного складу, популяційно-видового рівня та показників експресії окремих факторів патогенності збудників.

Результати дослідження таксономічного складу осередків ураження хворих з паратравматичною екземою свідчать, що в абсолютній більшості ділянки екзематизації контаміновані *S. aureus* (48,1 % пацієнтів) з найбільш високим рівнем кількісного домінування цього мікрорганізму. Показник кількісного домінування інших штамів був значно меншим: *S. epidermidis* – 2,56 разів, *S. haemolyticus* - у 4,56 разів, *S. pyogenes* – 5,86 разів, *E. faecalis* та *K. pneumoniae* – у 20,56 разів. При визначенні чутливості клінічних штамів *S. aureus* до антибактеріальних препаратів встановлено високі рівні чутливості до мупіроцину, фузидієвої кислоти та оксазолідинонів – 95,1 %, 90,2 % та 87,8 % відповідно. Встановлено, що серед штамів з високою здатністю до біоплівкотворення домінував *S. aureus* - 68,2 %, з середньою здатністю – *S. epidermidis*, 28,8 %.

За індексом постійності таксону, частотою прояву, популяційним рівнем, коефіцієнтами кількісного домінування і значущості провідним збудником інфекційно-алергійного процесу при паратравматичній екземі є *S. aureus*, що повинно враховуватись при призначенні терапії.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ІФА DIFFERENT В ДІАГНОСТИЦІ СИФІЛІСУ

Кутова В.В., Білоконь О.М., Дегтяр Т.В.

ДУ «Інститут дерматології та венерології НАМН» м. Харків, Україна.
e-mail: serolab_idv@i.ua

Сучасна серологічна діагностика сифілісу, за виключенням скринінгового обстеження, має комплексний характер. Слід зазначити, що на теперішній час ні один серологічних метод який використовується не володіє 100% специфічністю. Метою даної роботи явилось вивчення динаміки визначення окремих антитіл за методом ІФА Different для верифікації діагнозу сифіліс.

Обстежено 169 зразків сироватки крові та 13 зразків ліквору отриманих від пацієнтів з різними формами сифілісу. Дослідження проводилося трепонемними тестами (ТТ): метод імуноферментного аналізу (ІФА), імуноблот (ІБ) в модифікації «DIA®-Trep-different виробництва ПрАТ «НВК «Діапроф-Мед», в подальшому - ІФА Different. Метод імуноблот (ІБ) - спосіб діагностики сифілісу, що включає використання тестових стрипів з електрофоретично розділеними антигенами *T. pallidum*, в лунках яких окремо сорбовані рекомбінантні білки Тр15, Тр17, Тр41 та Тр47. Стрипи блокують та інкубують із зразком розведеної сироватки, ліквору пацієнта, під час чого специфічні антитіла зв'язуються з антигенами, потім застосовують ферментний кон'югант, завдяки цьому відбувається кольорова реакція, яка діагностується імуноферментним аналізатором. Всі 169 зразків сироватки крові були обстежені на наявність сумарних специфічних імуноглобулінів IgM та IgG до *T. pallidum* за ТТ методами ІФА та РПГА. Для верифікації діагнозу та подальшого лікування і спостереження за пацієнтом всі позитивні за ТТ тестами сироватки та ліквору були досліджені за методом ІФА Different. Результати імунологічного дослідження на наявність антитіл до окремих рекомбінантних білків *T. pallidum* Тр15, Тр17, Тр41, Тр47, що використовуються в рамках регламентованих лабораторних досліджень на сифіліс методом ІФА Different, дало нам можливість верифікувати активну форму інфекції: з позитивністю до всіх 4 білків у 69 (40,83 %) та з позитивністю до 3 білків в різній комбінації (Тр15, Тр17, Тр41 або Тр47) у 42 (24,85 %) випадках. Проліковану сифілітичну інфекцію в анамнезі, при наявності трепонемних антитіл до 2 рекомбінантних білків (Тр15, Тр17) діагностували у 33 (19,53 %) випадках; до 1 білка (Тр17) у 20 (11,83 %) випадках і не виявлено трепонемних антитіл до рекомбінантних білків у 5 (2,96 %) випадках. Отримані результати лабораторних досліджень дали нам можливість здійснити ймовірну верифікацію ранніх, пізніх / прихованих / неуточнених форм сифілісу та нейросифілісу у 117 (64,3 %) пацієнтів і виключити дану інфекцію у 65 (35,7 %) пацієнтів відповідно, від попередньо поставленого лікарем клініко-лабораторного діагнозу сифілітичної інфекції. Рекомбінантні білки Тр15, Тр17, Тр41 та Тр47, що знаходяться в тест системі ІФА Different відносяться до так званих «імунодомінантних» антигенів, що зумовлюють формування найбільш вираженої імунної відповіді при сифілісі. В ході дослідження нами отримані значення які суттєво варіюють, показово знижуючись у разі пролікованих форм сифілісу та нейросифілісу. Таким чином, для раннього скринінгового виявлення хворих з сифілітичною інфекцією, а також диференціальної діагностики стадій або клінічних форм захворювання, реінфекції та пролікованих пацієнтів, показано проведення лабораторного дослідження зразків сироватки, ліквору для виявлення імуноглобулінів до окремих специфічних білків *T. pallidum*. Для їх визначення розроблено різні методики лабораторного дослідження, але їх клінічна інформативність у певній ступені залежить від стадії інфекційного процесу та якості діагностичних тест систем, що використовуються.

ДОСВІД УЧАСТІ У ВСЕСВІТНІЙ ПРОГРАМІ ЛАБОРАТОРНОГО ЛІДЕРСТВА

Латіна Н.О.
КНП «Криворізька міська лікарня №7» КМР, м. Кривий Ріг, Україна
e-mail: Ledy_Nataly@ukr.net

Всесвітня програма лабораторного лідерства (ВПЛЛ) створена для підтримки розвитку лабораторних кадрів та поліпшення лідерських та управлінських навичок у всіх лабораторних секторах з метою побудови, зміцнення та підтримки Національної лабораторної системи (НЛС). Для участі у ВПЛЛ учасників відбирали за результатами відкритого конкурсу, а сама програма тривала 1,5 роки. Навчання проходило на 4-ох очних 2-тижневих сесіях з заняттями в малих та великих групах з обміном досвідом між учасниками та наставниками. Оцінювання навчання здійснювалося шляхом проведення пре- та пост-тестування для кожного модуля. Між сесіями ВПЛЛ учасники програми виконували 3 проєкти, які мали на меті покращення роботи лабораторій та закладів, де вони працюють. Для фіналу учасники виконували великий випускний проєкт, який розрахований на розвиток НЛС на міському, регіональному або національному рівні.

Виконання першого проекту ВПЛЛ «Розробка та впровадження методології визначення чутливості мікроорганізмів до антимікробних препаратів (АМП) дисково-дифузійним методом EUCAST» сприяло стандартизації процесів, отриманню точних та достовірних результатів досліджень, розробку стандартних операційних процедур, що структурувало роботу та позитивно вплинуло на діяльність бактеріологічного відділу.

Виконання другого проєкту ВПЛЛ «Розробка документів для здійснення епідеміологічного нагляду за антимікробною резистентністю збудників інфекцій, пов'язаних з наданням медичної допомоги (ІПНМД)» сприяло удосконаленню епідеміологічного нагляду за антимікробною резистентністю ІПНМД в лікарні, визначенню смартфонів як важливого фактору передачі ІПНМД. За результатами виконання даного проєкту опубліковані тези «Оцінка мікробної контамінації смартфонів медичних працівників» у збірнику матеріалів міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні аспекти мікробіології, вірусології та біотехнології у воєнний та повоєнний час», яка відбувалася 15-16 листопада 2023 року у Києві.

Виконання третього проєкту ВПЛЛ «Наукове обґрунтування мікробіологічного моніторингу ран поранених, отриманих внаслідок бойових дій» дозволило отримати результати, які корисні для клінічної практики, бактеріологів та епідеміологів. Результатом є опублікована стаття «Етіологія гнійно-запальних інфекцій у постраждалих внаслідок бойових дій та чутливість збудників до АМП» у науковому журналі «Довкілля та здоров'я» (№ 1, 2024) та тези «Мікробіологічний моніторинг при гнійно-запальних інфекціях ран у поранених внаслідок бойових дій» у вищезазначеному збірнику.

Виконання випускного проєкту ВПЛЛ «Концепція розробки регіональної програми з лабораторної біобезпеки в закладах охорони здоров'я (ЗОЗ) Дніпропетровської області у відповідності до вимог міжнародних стандартів» дозволило: виявити позитивні сторони, слабкі місця та прогалини у сфері біобезпеки та біозахисту в медичних лабораторіях (МЛ) ЗОЗ Дніпропетровської області; розпочати співпрацю з Дніпровським національним університетом імені Олеся Гончара, завдяки якій в університеті розроблена та впроваджена навчальна дисципліна «Біобезпека та біозахист у МЛ»; створити Концепцію, як настанову з біобезпеки та біозахисту, що допоможе сформувати єдиний підхід у сфері лабораторної біобезпеки у ЗОЗ Дніпропетровської області задля успішної акредитації МЛ; створити пілотний проєкт, який може бути моделлю для створення національної програми з лабораторної біобезпеки в Україні. За результатами виконання даного проєкту опублікована стаття «Концепція розробки регіональної програми з лабораторної біобезпеки в закладах охорони здоров'я Дніпропетровської області» у науковому журналі «Довкілля та здоров'я» (№ 1, 2025).

ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ БІОБЕЗПЕКИ ТА БІОЗАХИСТУ В МЕДИЧНИХ ЛАБОРАТОРІЯХ ЗАКЛАДІВ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ – ЗАПОРУКА ЇХ УСПІШНОЇ АКРЕДИТАЦІЇ

Латіна Н.О.
КНП «Криворізька міська лікарня №7» КМР, м. Кривий Ріг, Україна
e-mail: Ledy_Nataly@ukr.net

В умовах розпочатої реформи системи охорони здоров'я в Україні, більш актуальним є питання модернізації медичних лабораторій (МЛ). Функціонування системи біобезпеки та біозахисту в МЛ є обов'язковим елементом згідно міжнародного стандарту ISO 15189:2022 «Медичні лабораторії - Вимоги до якості та компетентності». У 4-ій версії міжнародного стандарту ISO 15189:2022 є вимоги оцінювання елементів біобезпеки та біозахисту, які стосуються кожного процесу в рамках діяльності МЛ. Переваги цього підходу включають: підвищення ефективності системи менеджменту (далі - СМ); зменшення ймовірності недійсних результатів; зменшення потенційної шкоди пацієнтам, персоналу лабораторії, громадськості та навколишньому середовищу. З метою виконання проєкту, затвердженого на Всесвітній програмі лабораторного лідерства GLLP, спільно з Департаментом охорони здоров'я Дніпропетровської обласної адміністрації (далі – ДОЗ ДОДА), створена Концепція розробки регіональної програми з лабораторної біобезпеки, яка сприятиме приведенню МЛ закладів охорони здоров'я (далі – ЗОЗ) Дніпропетровської області у відповідність до вимог міжнародних стандартів та керівництв задля їх успішної акредитації. Для оцінки поточного стану біобезпеки та біозахисту в МЛ ЗОЗ області було відібрано 45 лабораторій, серед яких 35 - державних та 10 - приватних. Усі 11 акредитованих МЛ (5,6%) були включені в опитування. Функціонування СМ з питань біобезпеки та біозахисту в МЛ ЗОЗ області оцінювалося за допомогою gap-аналізу чек-листів і результатів ознайомчих візитів, який виявив позитивні сторони, слабкі місця та прогалини в кожному з визначених елементів. Чек-лист був розроблений з урахуванням вимог міжнародних стандартів та керівництв ВООЗ з лабораторної біобезпеки, узгоджений керівництвом ДОЗ ДОДА, складався з 9 найбільш важливих елементів біобезпеки та біозахисту. Результати gap-аналізу показали, що жодна з МЛ ЗОЗ області не досягла 100% бажаного результату в сфері біобезпеки та біозахисту, проте акредитовані МЛ досягли кращого результату. У більшості випадків прогалини стосувалися (% від бажаного результату): відсутності безпечного лабораторного обладнання (40% проти 73% серед акредитованих МЛ); стану технічних служб у ЗОЗ (36% проти 52% серед акредитованих МЛ); недостатнього рівня знань з питань біобезпеки та біозахисту персоналом лабораторій (33% проти 78% серед акредитованих МЛ); загальних організаційних питань (10% проти 64% серед акредитованих МЛ). Також результат аналізу показав, що форма власності МЛ (державна, приватна) не впливає на прихильність керівництва ЗОЗ сучасним принципам організації СМ, у т.ч. функціонування системи біобезпеки та біозахисту. З початку 2024 року під час оцінювання МЛ з боку Національного агентства з акредитації України проводиться оцінка лабораторій з питань біобезпеки та біозахисту не тільки згідно з вимогами ISO 15189:2022, а й інших, пов'язаних з ним міжнародних стандартів: ISO 15190 – лабораторної безпеки, приміщень та умов середовища; ISO 22658 – вимог до відбору та транспортування зразків; ISO 22367 – управління ризиками в МЛ; ISO 35001 – управління біологічними ризиками в лабораторіях та інших споріднених організаціях. Як бачимо, виконання вимог цих стандартів в акредитованих лабораторіях суттєво підвищує якість лабораторної біобезпеки та біозахисту. СМ МЛ повинна включати питання й елементи біобезпеки та біозахисту: ролі та відповідальність персоналу ЗОЗ та їх внесок у програму з лабораторної біобезпеки; елементи програми в установах різних типів; інформація про управління програмою; дотримання культури біобезпеки в МЛ та ЗОЗ; проведення оцінювання ризиків, пов'язаних з роботою, яка виконується лабораторією, що стане запорукою успішної акредитації МЛ.

СТВОРЕННЯ РЕГІОНАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ З ЛАБОРАТОРНОЇ БІОБЕЗПЕКИ У ЗАКЛАДАХ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Латіна Н.О.[1], Воронкова О.С.[2], Варфоломєєва Ю.В.[3]
[1]КНП «Криворізька міська лікарня №7» КМР, м. Кривий Ріг, Україна
[2]Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна
[3]КП «Криворізький протитуберкульозний диспансер» ДОР, м. Кривий Ріг, Україна
e-mail: Ledy_Nataly@ukr.net

На фоні повномасштабної військової агресії російської федерації проти України, а також зростання загрози терористичних дій, спрямованих на об'єкти інфраструктури, питання біобезпеки та біозахисту в лабораторіях мікробіологічного профілю є одним з найбільш актуальних. У своїй діяльності в сфері біобезпеки та біозахисту лабораторії керуються ДСП 9.9.5.-080-2002 «Правила влаштування і безпеки роботи в лабораторіях (відділах, відділеннях) мікробіологічного профілю», який не передбачає проведення оцінювання ризиків, пов'язаних з роботою, яка виконується лабораторією. Ця вимога передбачена міжнародним стандартом ISO 15189:2022 «Медичні лабораторії - Вимоги до якості та компетентності», «Керівництвом ВООЗ з лабораторної біобезпеки» та «Керівництвом ВООЗ з біобезпеки в мікробіологічних та біомедичних лабораторіях». Більшість медичних лабораторій ЗОЗ України не користувалися діючими керівництвами. У лабораторіях мікробіологічного профілю, де працюють з біологічними агентами, не впроваджені сучасні підходи біобезпеки. Через відсутність національної комплексної програми з лабораторної біобезпеки, назріло питання створення Концепції розробки регіональної програми з лабораторної біобезпеки (далі – Концепція), яка сприятиме приведенню МЛ ЗОЗ Дніпропетровської області до вимог міжнародних стандартів та керівництв. Стан біобезпеки та біозахисту у МЛ ЗОЗ області оцінювався за допомогою gap-аналізу чек-листів і результатів ознайомчих візитів. Для оцінки поточного стану біобезпеки та біозахисту були відібрані 45 лабораторій. Чек-лист з питань біобезпеки та біозахисту був розроблений відповідно до вимог міжнародних стандартів та керівництв і складався з 9 найбільш важливих елементів лабораторної біобезпеки. Додатковим інструментом збору даних були виїзди на місця, зокрема, здійснено 10 ознайомчих візитів. Результати gap-аналізу показали, що жодна з МЛ ЗОЗ області не досягла 100% бажаного результату в сфері біобезпеки та біозахисту. У більшості випадків прогалини стосувалися (% від бажаного результату): відсутності безпечного лабораторного обладнання (40%); стану технічних служб у ЗОЗ (36%); недостатнього рівня знань з питань біобезпеки та біозахисту персоналом лабораторій (33%); загальних організаційних питань (10%). Таким чином, найбільший бар'єр виявився у групі загальних питань, які пов'язані з недостатнім рівнем знань з питань біобезпеки та біозахисту. Було вирішено в першу чергу зосередитись на навчанні персоналу на різних рівнях здобуття освіти та безперервного професійного розвитку. Розпочата співпраця з ДНУ імені Олеся Гончара щодо розробки навчальної дисципліни «Біобезпека та біозахист у медичних лабораторіях», що сприятиме ранньому початку підготовки фахівців з лабораторної медицини до практичної діяльності. З урахуванням результатів співпраці з університетом та на основі діючих міжнародних стандартів й керівництв була сформована Концепція розробки регіональної програми лабораторної біобезпеки у ЗОЗ Дніпропетровської області. Виявлені прогалини стали підґрунтям для формування Концепції. Концепція пропонується як настанова з біобезпеки та біозахисту, що допоможе сформувати єдиний підхід у сфері лабораторної біобезпеки у ЗОЗ Дніпропетровської області. Концепція є пілотним проєктом і може бути моделлю для створення національної програми з лабораторної біобезпеки в Україні. Концепція також може застосовуватися у подальшому на рівні різних секторів та лабораторних мереж, які входять до складу Національної лабораторної системи охорони здоров'я України в рамках концепції «Єдине здоров'я».

ELISPOT У ДІАГНОСТИЦІ БОРЕЛІОЗУ ТА КЛІЩОВИХ КО-ІНФЕКЦІЙ

Левчук О.Б., Петров В.О.

ТОВ «Превенція»
м.Ужгород, Україна, olgalevchuk27@gmail.com

Хвороба Лайма, що викликається бактеріями роду *Borrelia*, та інші захворювання, що передаються кліщами, є надзвичайно складними для діагностики. Це зумовлено низкою факторів, серед яких недостатня кількість сертифікованих реагентів в Україні, обмежена доступність новітніх діагностичних методик, а також високий рівень перехресних серологічних реакцій, зокрема з вірусом Епштейна-Барр. Крім того, клінічна симптоматика бореліозу часто імітує інші захворювання, що призводить до затримки встановлення діагнозу до моменту хронізації процесу. Стандартна двоетапна система діагностики (визначення IgM/IgG методом ІФА з подальшим імуноблотингом до специфічних білків Borrelia) хоча і має високу чутливість та специфічність, демонструє низку обмежень: перехресні реакції, неможливість оцінити активність процесу та неінформативність щодо ефективності лікування.

Мета роботи - оцінити ефективність застосування клітинного методу ELISpot для виявлення активної інфекції *Borrelia burgdorferi sensu lato* та ко-інфекцій, порівняти його діагностичну цінність із традиційними серологічними тестами (ІФА, імуноблотинг), а також дослідити його здатність відображати імунологічний статус пацієнтів після терапії.

Дослідження охоплює 50 пацієнтів із підозрою на бореліоз. Всі пацієнти пройшли тестування методом ELISpot для виявлення цитокінової відповіді до антигенів *Borrelia burgdorferi* s.l.. Паралельно проводилися дослідження сироватки крові методом ІФА та імуноблоту. Аналізувалась чутливість методу, швидкість виявлення інфекції після зараження, діагностична цінність у пацієнтів із дефіцитом гуморальної імунної відповіді та ускладненими ко-інфекціями.

Метод ELISpot продемонстрував приблизно у 200 разів вищу чутливість у порівнянні з методом ІФА, а також здатність виявляти інфекцію на 2–4 тижні раніше за серологічне вікно. У 30% випадків результати підтвердили правильність обраної терапевтичної тактики. У 15% пацієнтів діагноз бореліозу було виключено, натомість виявлено ко-інфекції (найчастіше *Yersinia* spp., рідше *Bartonella, Anaplasma, Babesia*), які спричиняли хибнопозитивні результати у серологічних тестах. У частини пацієнтів, завдяки ELISpot, вперше було діагностовано хронічний бореліоз із супутніми інфекціями, що дозволило змінити стратегію лікування та досягти клінічного покращення.

Метод ELISpot є інформативним та високоспецифічним інструментом для оцінки активності бореліозу та інших кліщових інфекцій. Його застосування особливо цінне у складних клінічних випадках, при неефективності стандартної терапії, а також у пацієнтів із порушенням гуморальної ланки імунітету. Метод дозволяє оцінити поточну імунологічну відповідь, відкоригувати терапію та уникнути помилкових діагнозів, що базуються лише на серології.

ВИВЧЕННЯ ЗДАТНОСТІ 90% ЕКСТРАКТУ РУТИ САДОВОЇ *RUTA GRAVEOLENS* L. ПОТЕНЦІЮВАТИ ДІЮ АНТИМІКОТИКІВ ЩОДО КЛІНІЧНИХ ШТАМІВ ДРІЖДЖОПОДІБНИХ ГРИБІВ РОДУ *CANDIDA*

Макевич Н.В., Задорожна І.В.

Івано-Франківський національний медичний університет, м. Івано-Франківськ, Україна, e-mail: nvpavliuk@gmail.com

Проблема стійкості до протигрибкових препаратів набуває все більшого значення протягом останніх років. Гриби роду *Candida* є найчастішими збудниками, що викликають оральний кандидоз у людей з імунодепресією, пацієнтів що проходять променеву чи хіміотерапію. Численні літературні джерела вказують на те, що вторинні метаболіти рослин мають здатність до синергічної взаємодії з протигрибковими засобами та можуть бути використані для підвищення ефективності антимікотиків і зниження рівня резистентності до них. *Ruta graveolens* – рослина, яка містить у своєму складі алкалоїди, кумарини, флавоноїди та ефірні олії, володіє широким спектром активностей та віддавна використовується в народній медицині та фітотерапії. Метою даного дослідження було дослідити здатність 90% екстракту рути садової (РС) потенціювати дію антимікотиків щодо оральних ізолятів грибів роду *Candida*. Дослідження здатності 90% екстракту трави РС до синергічної взаємодії з антимікотиками (ністатин, амфотерицин В, флуконазол, ітраконазол, вориконазол, клотримазол, кетоконазол) проводили на трьох резистентих клінічних штамах дріжджоподібних грибів роду *Candida* (1 штам *C. albicans* та 2 штами *C. non-albicans*), виділених від пацієнтів з оральним кандидозом. Визначення потенціюючих властивостей екстракту РС проводили за допомогою модифікованого диско-дифузійного методу, при якому диски з антимікотиками попередньо просочували 90% екстрактом РС в об'ємі 20 мкл. В якості контролю були використані диски лише з антимікотиками, та лише з досліджуваним екстрактом РС. Культивування культур здійснювали на середовищі Сабуро при температурі 37ºС протягом 48 год, опісля - вимірювали діаметри зон затримки росту (d ЗЗР) тест-культур за допомогою комп'ютерної програми Image Tool 3.0. (UTHSCSA *ImageTool* Version 3.0) та порівнювали їх з контролем. Досліджуваний екстракт РС відновлював чутливість до амфотерицину В у резистентного штаму *C. albicans* (d ЗЗР 20.35±0.90 мм) та не впливав на чутливість штамів *C. non-albicans* до даного антимікотика. Спостерігалось незначне збільшення d ЗЗР навколо диску ністатину з екстрактом РС (на 4.08-22.49%) в усіх тест-штамів грибів, що істотно не впливало на їх чутливість до антимікотика. 90% екстракт РС проявив синергічну взаємодію з флуконазолом щодо усіх тест-штамами грибів. Для ізоляту *C. albicans* екстракт відновлював чутливість (d ЗЗР становив 18.87±0.52 мм), для штамів *non-albicans* відзначалося незначне збільшення d ЗЗР навколо диску, що містив флуконазол з екстрактом РС на 13.68-113.61%, проте дані діаметри відповідали резистентним значенням згідно EUCAST. Було виявлено синергічну взаємодію екстракту РС з вориконазолом щодо штаму *C. albicans* і 1 штаму *C. non-albicans* з резистентністю до антимікотика, d ЗЗР становили 23.55±0.53 та 12.95±0.63 мм, відповідно. На чутливий до вориконазолу штам *C. non-albicans* екстракт РС не проявляв жодного впливу. 90% екстракт РС відновлював чутливість тест-штаму *C. non-albicans* до кетоконазолу (d ЗЗР становив 16.62±1.22 мм). Слід також зазначити, що досліджуваний екстракт проявив антагоністичну взаємодію з ітраконазолом щодо усіх тест-штамів грибів роду *Candida.* 90% екстракт РС проявив синергічну взаємодію з полієнами, флуконазолом та вориконазолом щодо штаму *C. albicans*. Досліджуваний екстракт РС відновлював чутливість до вориконазолу та кетоконазолу лише у одного штаму *C. non-albicans* (*C. tropicalis*). Щодо решти антимікотиків – спостерігалися незначні збільшення d ЗЗР, що не змінювали рівень резистентності культур. Отже, біологічно активні речовини РС можуть бути використані для покращення ефективності протигрибкових препартів.

ВСТАНОВЛЕННЯ КОРЕЛЯЦІЙНОГО ТА РЕГРЕСІЙНОГО ЗВ'ЯЗКУ ПРИ ВИВЧЕННІ ВЗАЄМОВПЛИВУ ПРЕДСТАВНИКІВ МІКРОБІОТИ ВАГІНИ

Михайлишин Г.І., Климнюк С.І., Волч І.Р.

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України,
м. Тернопіль, Україна. e-mail: mykhailyshyn@tdmu.edu.ua

Зміни вагінальної мікробіоти при дисбіозі проявляються власним симптомокомплексом з порушенням як популяцій асоціатів, так і кількісного складу бактерій, сприяючи розмноженню опортуністичних мікроорганізмів.

Метою дослідження було виявлення кореляційних зв'язків між різними рівнями колонізації виявлених видів мікроорганізмів у досліджуваних групах.

Напрям і силу зв'язку між двома кількісними показниками оцінювали за допомогою кореляційного коефіцієнта Пірсона та Спірмена.

При обстеженні 20 жінок, було виявлено статистично достовірні кореляційні зв'язки різної сили між багатьма видами мікроорганізмів при нормоценозі та дисбіозі вагіни. Проведений кореляційний і регресійний аналіз у групі з нормоценозом показав статистично достовірний зворотній кореляційний зв'язок слабкої сили між *Lactobacillus* spp. і *Gardnerella vaginalis* (R=-0,289) ($p<0,05$), при зменшенні на 1 одиницю *Lactobacillus* spp. очікується зміна *G. vaginalis* на 0,203 одиниці. У цій групі виявлено зворотній кореляційний зв'язок помірної сили між *Lactobacillus* spp. і *Eubacterium* spp. (R=-0,305), ($p<0,05$). Зі зменшенням на 1 одиницю *Lactobacillu* spp. очікується зміна *Eubacterium* spp. на 0,183 одиниць, що є свідченням взаємовпливу цих показників при нормоценозі. У групі жінок з дисбіозом вагіни виявлено прямий кореляційний зв'язок значної сили між *Lactobacillus* spp. і *Bifidobacterium* spp. (R=0,501) ($p<0,05$), збільшення на 1 одиницю *Lactobacillus* spp. викликає зміну *Bifidobacterium* spp. на 0,563 одиниць. Встановлено зворотній кореляційний зв'язок помірної сили між *Bifidobacterium* spp. і *G. vaginalis* (R=-0,382) ($p<0,05$), де зі зменшенням на 1 одиницю *Bifidobacterium* spp. очікується зміна *G. vaginalis* на 0,715 одиниць. Прямий кореляційний зв'язок значної сили виявлено у цій групі між *Fusobacterium* spp. і *Enterococcus* spp. та становив R=0,697, ($p<0,05$), де при зменшенні на 1 одиницю *Fusobacterium* spp. очікується зміна *Enterococcus* spp. на 0,505 одиниць. При проведенні кореляційного і регресійного аналізу між *Enterococcus* spp. і *Corynebacterium* spp. прямий кореляційний зв'язок помірної сили між даними мікроорганізмами R=0,310 ($p<0,05$), де зі зменшенням на 1 одиницю *Enterococcus* spp. очікується зміна *Corynebacterium* spp. на 0,179 одиниць.

Отже, видове співвідношення мікрорганізмів має вплив на колонізацію мікробіоти вагіни.

ПЛЕЙОТРОПНІ ЕФЕКТИ КСАНТОГУМОЛУ ТА МОЖЛИВОСТІ ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ В ПРОКТОЛОГІЧНІЙ ПРАКТИЦІ

Мінухін В.В.[1], Макієнко Н.В.[1], Казмірчук В.В.[1] Косілова О.Ю.[1], Проценко Л.В.[2]

[1]ДУ «Інститут мікробіології та імунології ім. І.І. Мечнікова НАМН України», м. Харків, Україна e-mail: : natalia.vl.makienko@gmail.com
[2]Інститут сільського господарства Полісся НААН України, м. Житомир, Україна

Відомо, що ксантогумол (КС), флавоноїд хмелю (Humulus lupulus), має численні протизапальні ефекти, а також може діяти як пребіотик на кишкову мікробіоту (Kobus-Cisowska, J., 2019; Carbone, K.,2022; Paige E. Jamieson., 2023) однак відносно мало відомо про вплив КС на мікробіоту кишечника людини in vivo. Ксантогумол наразі поки не схвалений як лікарський засіб Управлінням з контролю за якістю харчових продуктів і медикаментів (FDA), але доступний як дієтична добавка та інгредієнт медичної їжі.

Метою дослідження стало визначення плейотропних переваг застосування компоненту хмелю (*Humulus lupulus* L.), а саме КС в проктологічній практиці при запальних процесах в сучасних реаліях. Огляд зроблено в джерелах PubMed, й на основі національних рекомендацій. В доклінічних дослідженнях (Stompor M, 2016) показано, що КС є флавоноїдним компонентом *Humulus lupulus* L., який виявляє антиоксидантну, протизапальну дії. Дослідження показали, що КС має широкий спектр протиінфекційної дії проти бактерій, таких як *Streptococcus mutans* (Bhattacharya et al., 2003) і *Staphylococcus aureus* (Yamaguchi et al., 2009). Ріст *Staphylococcus aureus* пригнічувався за рахунок КС з діапазоном МІК 15,6–62,5 мкг/мл, була також виявлена потужна антиадгезивна та антибіоплівкова активність КС (Rozalski et al., 2013). Bocquet et al. (2019) дослідили, що метицилін-чутливий *Staphylococcus aureus* і метицилін-резистентний *Staphylococcus aureus* зі значеннями МІК 9,8–19,5 мкг/мл інгібується КС. Дослідження in vitro проти штамів *Bacteroides fragilis* , *Clostridium perfringens* і *Clostridium difficile* , що потенційно робить його альтернативним лікуванням нозокоміальної діареї, спричиненої резистентними штамами (Cermak et al., 2017). Відомо, що введення похідних КС зменшує різноманітність і чисельність кишкової мікробіоти, зокрема *Bacteroidetes* і *Tenericutes*, змінює метаболізм жовчних кислот і зменшує експресію прозапальних генів, шляхом пригнічення інфільтрації макрофагів (Yang Zhang, 2019). КС також діє як пребіотик для мікробіоти кишечника і може змінити його мікробний пейзаж у поєднанні з його бактеріальними метаболітами (Cermak P., 2017; Paige E. Jamieson., 2023). Ці ефекти походять від відомих впливів КС на фактори транскрипції, які можуть забезпечити вплив на запальні процеси (Cermak P., 2017). Також було показано, що КС має сильний імуносупресивний вплив на проліферацію Т-клітин, розвиток клітин-кілерів, активованих IL-2, цитотоксичних Т-лімфоцитів і продукування цитокінів Th1 (IL-2, IFN-гамма та TNF-альфа). Ще одні доклінічні дослідження продемонстрували, що КС має численні терапевтичні властивості, включаючи модуляцію шляхів запалення, діючи як агоніст фарнезоїдного рецептору (FXR) та шляхом інгібування активації транскрипційного фактору NF-κB, регулюючи кишкову проникність та метаболізм жовчних кислот; діючи як модулятор FXR, та впливати на регуляцію експресії антиоксидантного білка через активацію редокс-чутливого транскрипційного фактору NRF2 (Xiaohua Gao, 2009; Zhang Y, 2020). Таким чином, КС може впливати на експресію численних наступних генів in vivo і, отже, може мати терапевтичну перспективу для багатьох проктологічних запальних станів, включаючи хворобу Крона. Вищезазначені дані створюють підґрунтя при розробці лікарських засобів з антибактеріальною та протизапальною дією для лікування проктологічних захворювань.

АНТИМІКРОБНА АКТИВНІСТЬ НОВОСИНТЕЗОВАНИХ АРИЛАЦИКЛІЧНИХ АМІНОСПИРТІВ ЩОДО ІЗОЛЯТІВ *STAPHYLOCOCCUS EPIDERMIDIS*

Настенко В.Б.[1], Широбоков В.П.[1], Ковальчук В.П.[2], Короткий Ю.В. [3]

[1]*Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна.*
e-mail: encelad1991@gmail.com
[2]*Вінницький національний медичний університет імені М.І. Пирогова м. Вінниця, Україна*
e-mail: valentinkovalchuk2015@gmail.com
[3] *Інститут органічної хімії НАН України, м. Київ, Україна*
e-mail: korotkij64@ukr.net

Поширення метицилін-резистентних коагулазонегативних стафілококів становить серйозну загрозу клінічній медицині через їхню здатність до біоплівкоутворення та резистентність до стандартної антимікробної терапії. З огляду на це, актуальним є пошук нових сполук із активністю щодо таких патогенів. Метою дослідження було оцінити антимікробну дію новосинтезованих похідних четвертинних солей арилоксиетокси діалкіл амонію щодо клінічних ізолятів *Staphylococcus epidermidis*, диференційованих за чутливістю до метициліну.

У дослідження включено дев'ять сполук: Kc1, Kc2, Kc3, Kc4, Kc15, Kc22, Kp10, Kp16 та Kp18, що належать до класу арил ациклічних аміноспиртів з четвертинною амонієвою групою. Тестували їх щодо 36 клінічних ізолятів *S. epidermidis*, отриманих з колекції кафедри мікробіології НМУ імені О.О. Богомольця. МІК визначали методом мікробульйонної двократної серійної диляції. Резистентність до метициліну встановлювали дискодифузійним методом із цефокситином (30 мкг); MRSE визначали за діаметром зони інгібування ≤22 мм (Fergestad et al., 2020). Серед 36 ізолятів *S. epidermidis* виявлено 28 MRSE (78%) та 8 MSSE (22%). Усі досліджувані сполуки проявили антимікробну активність щодо всіх протестованих штамів незалежно від фенотипу резистентності. Найвищу ефективність продемонструвала сполука Kc1, для якої значення $МІК_{50}$/$МІК_{90}$ у групі MSSE становили 0,98/1,95 мкг/мл, а в групі MRSE – 1,95/3,91 мкг/мл. Подібні показники активності встановлено для Kc2 і Kc3, хоча для MRSE спостерігалося статистично значуще зростання $МІК_{90}$ (до 15,63 мкг/мл для Kc2). Сполуки Kc4 і Kc15 забезпечували повне інгібування MRSE при концентраціях 7,81 мкг/мл, демонструючи кращі результати в групі MSSE ($МІК_{90}$ – 3,91 мкг/мл). Препарати Kc22, Kp10, Kp16 та Kp18 виявили стабільну активність у всіх групах, хоча у MRSE повне інгібування досягалося при вищих концентраціях. Зокрема, для Kp18 90% MRSE було пригнічено при 7,81 мкг/мл, тоді як у MSSE – при 3,91 мкг/мл. Усі досліджувані арил ациклічні аміноспирти виявили виражену антимікробну дію щодо клінічних ізолятів *S. epidermidis*, включаючи метицилін-резистентні варіанти. Незважаючи на варіабельність активності залежно від фенотипу резистентності, жоден штам не був повністю нечутливим до жодної з протестованих сполук. Отримані результати свідчать про високий терапевтичний потенціал цих сполук і доцільність їх подальшого вивчення як основи для розробки нових антимікробних препаратів, здатних долати резистентність коагулазонегативних стафілококів.

CANDIDA FAMATA – КЛІНІЧНИЙ ВИПАДОК БЕЗКОНТРОЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ АНТИМІКРОБНИХ ТА ПРОТИГРИБКОВИХ ЗАСОБІВ

Недзельський С.В., Васерук А.Я., Конечний Ю.Т., Корнійчук О.П.
Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, кафедра мікробіології, м. Львів, Україна. e-mail: stepn995@gmail.com

Candida famata— це дріжджовий грибок, що є частиною нормальної мікробіоти шкіри та слизових оболонок людини, але за певних умов може ставати патогенним. Цей мікроорганізм може утворювати біоплівки, продукує гідролітичні ферменти (протеази, фосфоліпази, ліпази), які, в свою чергу, руйнують тканинні бар'єри, сприяють інвазії та здатні модулювати імунну відповідь макроорганізму. *C. famata* набуває особливої актуальності через її здатність до швидкого формування резистентності до багатьох антимікотиків, часто внаслідок безконтрольного застосування антимікробних та протигрибкових засобів. Це створює значні виклики для сучасної медицини, особливо у лікуванні пацієнтів з імуносупресією. Метою даного дослідження є аналіз клінічного випадку вульвовагінального кандидозу, викликаного збудником *C. famata*. Аналіз клінічного випадку проводився за допомогою клініко-анамнестичних даних та результатів лабораторних досліджень. Пацієнтка М. звернулась на прийом до жіночої консультації КНП "Жовківська лікарня" зі скаргами на значний свербіж в ділянці геніталій та сирні виділення з піхви. З анамнезу відомо, що хворіє на часті простудні інфекції (≥6 р/рік), в межах самолікування приймала антибіотики амоксицилін 500 мг 2 р/д та цефподоксим 200 мг 2р/д *per os* 4 дні. За рекомендаціями провізорів неодноразово приймала протигрибкові препарати, метронідазол місцево та *per os*, орципол, однак ефективність лікування була низькою. Був встановлений діагноз «вульвовагінальний кандидоз». ВІЛ-негативний статус, глікований гемоглобін в нормі, онкозахворювань не виявлено. За даними мікроскопічного дослідження вагінального слизу, проведеного на базі кафедри мікробіології ЛНМУ імені Данила Галицького, виявлено 10-15 лейкоцитів у полі зору, епітеліальних клітин - 6-8, велика кількість гіфів псевдоміцелію. Бактеріологічним методом було виділено культуру гриба з подальшим визначенням чутливості збудника до антимікотиків. Для посіву вагінальних виділень та ідентифікації за ферментативними властивостями були використані такі поживні середовища, як середовище Сабуро, CHROMagar Candida та середовище з високим вмістом солі (МПА, NaCl ≥10%). Використання хромогенного, елективного поживного середовища, характеристика морфологічних властивостей та ідентифікація за біохімічними властивостями дали змогу ідентифікувати ізолят як *C. famata*. Виділена культура була стійка до таких антимікотиків, як флуконазол, ністатин, клотримазол, кетоконазол, ітраконазол та еконазол, а чутлива лише до амфотерицину В. Пацієнтка відмовилась від застосування амфотерицину В через побоювання щодо його токсичності, тому отримала наступне лікування: пробіотик Неофлорум по 1 капсулі на день *per os* (10 днів), гігієна геніталій – протирання стерильним ватним тампоном піхви, змоченим розчином натрію тетраборату 20% у гліцерині 1 раз на добу (на ніч), імунотерапія: альфарекін (інтерферон альфа-2b) по 1 свічці (1 млн МО) *per rectum* на ніч (10 днів). При контрольному огляді пацієнтки 1 міс у пацієнтки скарг не було, виділення з піхви слизові, повторний посів мазка з піхви не виявив *C. famata*. Наявність *C. famata* у вагінальній мікробіоті ймовірно пов'язана з нераціональною антибіотикотерапією. Для запобігання інфекціям, спричиненим *C. famata*, необхідно: використовувати антимікробні та протигрибкові препарати виключно за призначенням лікаря та дотримуватися рекомендованих доз і тривалості лікування, підтримувати нормобіоценоз за допомогою пробіотиків та правильного харчування, застосовувати комплексний підхід до лікування з урахуванням чутливості збудника до препаратів та наявних супутніх хвороб. Раціональне використання протигрибкових засобів є ключем до ефективного контролю та профілактики інфекцій, викликаних *C. famata*.

ПАТОГЕННІ ІЗОЛЯТИ *E. COLI* У ДОБОВИХ КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ

Нечипуренко О.О., Древаль Д.В., Авдєєва Л.В.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна. e-mail: ne4upura@ukr.net

Проблема колібактеріозу є однією з найпоширеніших причин загибелі птиці у сучасному бройлерному виробництві. Збудником захворювання є патогенні штами *E. coli* (APEC), які здатні продукувати низку адгезинів (tsh, fimC, papA, crl), інвазинів (ibeA, ibeB), протекинів (iutA, aerJ, irp2, ompT, iss, traT), токсинів (hlyF, hlyA, hlyE, vat, astA), а також характеризуються наявністю значної кількості генів антибіотикорезистентності, зокрема до хінолонів, тетрациклінів, феніколів та аміноглікозидів. Слід відмітити, що інфікування курчат-бройлерів може відбуватися з перших днів життя і залежить від менеджменту інкубації яйця та особливостей вирощування племінної птиці. Вертикальна передача APEC курчатам-бройлера призводить до горизонтальної передачі в інкубаторі та збільшення смертності протягом першого тижня вирощування. У зв'язку з цим передача генів стійкості до антибіотиків є ще однією нагальною проблемою. Метою роботи було дослідити добових курчат на наявність інфікування APEC та оцінити ступінь патологічного впливу. Дослідження проведено на одній інкубаційній станції центральної України (2020-2021 роки). Терміни зберігання яйця для інкубації не перевищували 10 днів. Курчат було отримано з різних вікових груп. Аналіз патологоанатомічних зміни здійснювали з оцінкою їх ступеня. Виділення бактерій проводили з внутрішніх органів курчат (n = 156) за стандартною методикою з подальшим визначення чутливості до антибіотиків. Отримані ізоляти *E. coli* вважали патогенним у разі виділення з більше ніж двох органів, а саме, печінки, серця та жовткового мішку. Відповідно до протоколу оцінки якості добових курчат, методом ПЛР визначали рівень ДНК бактерій *E. coli*, *Salmonella* spp., *M. synoviae* та *M. galisepticum* у внутрішніх органах. У 70 % досліджених курчат з внутрішніх органів виділено ізоляти бактерій *E. coli*. Однак лише у 28 % випадків виділені ізоляти бактерій *E. coli* виявилися патогенними (n = 44), оскільки спричинювали системну інфекцію та сепсис. До основних патологоанатомічних змін, що корелювали з наявністю колібактеріозу, слід віднести розвиток омфаліту та зміну кольору жовткового мішку від буро-коричневого до зеленого. Це свідчить про вертикальну передачу *E. coli* та низьку життєздатність курчат(ступінь ураження 1 до 3 бали). Зміни у печінці та серці не були патогномічними. У результаті ПЛР було детектовано у двох пробах ДНК бактерій *Salmonella* spp., в той час як всі зразки виявились негативними щодо *M. synoviae* та *M. galisepticum.* Крім того, було відмічено кореляцію між Ct та вірулентністю бактерій *E. coli,* які віднесено до APEC у разі Ct ≤ 32.0. Курчата від батьків-бройлера віком 30-45 тижнів були переважно негативними щодо ураження *E. coli*, що вказує на оптимальний вік племінної птиці для продукування інкубаційного яйця. Серед 44 ізолятів APEC більше 50 % виявились резистентними до аміноглікозидів (спектиноміцину, неоміцину), тетрациклінів (доксицикліну, окситетрацикліну), макролідів (тілозину), хінолонів (енрофлоксацину) та діамінопіримідинів (триметоприму). Найменша кількість ізолятів була резистента до флорфеніколу (25 %), колістину (11 %) та гентаміцину (16 %). Отже, колібактеріоз є важливою бактеріальною інфекцією добових курчат, що може негативно впливати на їх життєздатність. Крім того профіль антибіотикорезистентності ізолятів APEC вказує на одночасну стійкість до більше, ніж п’яти різних груп антимікробних засобів, що ускладнює раціональну антибіотикотерапію. Саме тому контроль колібактеріозу у племінної птиці може значно знизити смертність курчат у перший тиждень життя. На тлі вираженої стійкості до антибіотиків необхідно приділяти увагу альтернативним стратегіям профілактики, таким як вакцинація, системне використання пробіотиків та бактеріофагів.

ДИСБІОЗ ЯК ПОРУШЕННЯ МІКРОБНОЇ ЕКОСИСТЕМИ ЛЮДИНИ

Олійник Н.М.

Тернопільський національний університет імені І.Я. Горбачевського, м. Тернопіль, Україна. e-mail: oliynyknimy@tdmu.edu.ua

Людський мікробіом є складною екосистемою, що включає різноманітні мікроорганізми, які взаємодіють між собою і з організмом хазяїна. Порушення цього балансу, відоме як дисбіоз, має серйозні наслідки для здоров'я людини, впливаючи на функціонування імунної системи, метаболічні процеси та загальний стан організму. Одним з основних чинників, що сприяють розвитку дисбіозу, є нераціональне харчування. Нездорові дієти, багаті на прості вуглеводи, жири та харчові добавки, можуть порушити нормальний баланс мікробіоти, створюючи сприятливе середовище для росту патогенних мікроорганізмів. Наприклад, високе споживання цукру та жирної їжі збільшує кількість бактерій *Firmicutes*, що негативно впливає на баланс з іншими мікроорганізмами, зокрема з *Bacteroidetes*. Це призводить до порушення функцій кишечника та розвитку метаболічних порушень, таких як ожиріння та діабет. Іншим важливим фактором є необґрунтоване застосування антибіотиків, що порушує мікробіом. Антибіотики, хоча і ефективні для лікування бактеріальних інфекцій, часто негативно впливають на корисні бактерії, знижуючи їх чисельність і дозволяючи патогенним бактеріям, таким як *Clostridium difficile*, колонізувати біотоп і викликати інфекції.

Стрес також є одним з факторів, що сприяє дисбіозу. Хронічний стрес впливає на фізіологічні процеси організму, включаючи імунну відповідь, що в свою чергу змінює склад мікробіоти. Підвищений рівень кортизолу, що є результатом стресових ситуацій, може сприяти росту бактерій, які асоціюються з запаленнями та хронічними захворюваннями. Порушення балансу мікробіоти, особливо в кишечнику, може бути пов'язане з розвитком таких захворювань, як синдром подразненого кишечника, депресія, та інші неврологічні порушення. Зміна складу мікробіоти має серйозні наслідки для здоров'я організму. Запальні процеси є однією з основних реакцій, що виникають через дисбіоз. Наприклад, зменшення кількості лактобактерій в кишечнику може порушити бар'єрну функцію епітелію і сприяти проникненню патогенних бактерій, що викликає системне запалення. Профілактика та корекція дисбіозу передбачає кілька важливих стратегій. Перше і найважливіше – це збалансоване харчування, яке включає достатньо клітковини, пребіотиків та пробіотиків. Другим важливим аспектом є раціональне застосування антибіотиків. Після лікування антибіотиками рекомендується застосовувати пробіотики для відновлення балансу мікробіоти, особливо у пацієнтів, які перенесли інфекції. Управління стресом є ще одним важливим аспектом. Підтримка психоемоційного здоров'я через медитацію, фізичні вправи та інші методи допомагає знизити рівень стресу та позитивно впливає на мікробіоту.

Дисбіоз, як синдромокомплекс, супроводжує низку інфекційних та соматичних захворювань, а тому виявлення причин його виникнення є критичним для розробки методів профілактики та лікування. Збалансоване харчування, раціональне використання антибіотиків, управління стресом та застосування пробіотиків є основними заходами для підтримки нормальної роботи мікробіоти і запобігання дисбіозу. Ці стратегії сприяють збереженню здоров'я та покращенню якості життя, що підкреслює важливість комплексного підходу до профілактики порушень мікробіому.

ШВИДКОСТЬ ФОРМУВАННЯ РЕЗИСТЕНТНОСТІ K. *PNEUMONIAE* ДО СПИРТОВОГО ЕКСТРАКТУ З ПАГОНІВ *SALIX SP*

Осолодченко Т. П., Пономаренко С. В, Мартинов А. В., Бомко Т. В., Носальска Т. М.

ДУ «Інститут мікробіології та імунології ім. І. І. Мечникова Національної академії медичних наук України», м. Харків, Україна
imi_lbb@ukr.net

Пагони вери білої містять: фенологлікозиди, лейкоантоціани, дубильні речовини, лігнін, вуглеводи, вищі жирні кислоти. Біологічно активні сполуки отриманні шляхом екстракції з верби білої широко використовуються в медицині та фармації. В останні роки зацікавленість медичних фахівців привертають лікарські засоби отриманні з рослинної сировини, які здатні впливати на швидкість формування резистентності мікроорганізмів.

Мета роботи - вивчити вплив на формування резистентності спиртового екстракту з пагонів рослини *Salix* до *K. pneumoniae*.

Для визначення впливу біологічно активних речовин рослинного походження використано зразок з пагонів верби білої, отриманого шляхом етилової екстракції 70 %. Для дослідження взято клінічний полірезистентий штам *K. pneumoniae* 64, вилучений від хворого з вогнепальним ураженням нижніх кінцівок. Експериментальне вивчення швидкості розвитку стійкості мікроорганізмів до зразку проводилось in vitro, шляхом багаторазових пасажів клінічного ізоляту на поживних середовищах. Виконано по тридцять пасажів впродовж 30 тижнів.

Початкова МІК сполуки складала 31,25 мг/мл. При дослідженні впливу сполуки з пагонів верби екстракцією 70 % етилового спирту на формування резистентності *K. pneumoniae* 64 спостерігалося збільшення МІК у два рази на п’ятнадцятому пасажі. Після двадцяти п’яти пасажів культивування *K. pneumoniae* 64 МІК збільшилась у 4 рази, становила 125 мг/мл та надалі до завершення експерименту не змінювалась.

Отримані результати дослідження показують, що комплекс біологічно активних сполук з пагонів верби білої, отриманих шляхом етанольного екстрагуванням, демонструє низькі показники розвинення стійкості при багатократному пасажуванню до полірезистентного ізоляту *K. pneumoniae* 64. Отриманий комплекс сполук є перспективним напрямком для розробки на їх основі ефективних протимікробних засобів.

БАКТЕРІОФАГИ ЯК ЗАСІБ ЛІКУВАННЯ ІНФЕКЦІЙ, ВИКЛИКАНИХ АНТИБІОТИКОРЕЗИСТЕНТНИМИ ШТАМАМИ БАКТЕРІЙ

Павлій С.Й., Лаврик Г.С., Тимчук І.В., Руминська Т.М., Корнійчук О.П.

ДНП «Львівсьий національний медичний університет імені Данила Галицького»
м. Львів, Україна. e-mail: microvirus60@ukr.net

У зв'язку із неконтрольованим поширенням антибіотикорезистентних штамів бактерій виникла гостра необхідність у відновленні клінічних випробувань бактеріофаго терапії з використанням сучасних біотехнологій, як альтернативної терапії стійких до антибіотиків мікроорганізмів. В останні роки наступила черга знову повернутися до можливості використання фагів, як природних факторів боротьби з патогенними та умовно - патогенними бактеріями. Все більше з'являється бактерій з множинною антибіотикорезистентністю, яка формується в короткий період, навіть до нових антибактеріальних препаратів .

Метою наших досліджень є вивчення дії бактеріофагів до ізольованих із клінічного матеріалу штамів *Staphylococcus aureus, Klebsiella spp.. Pseudomonas aeruginosa. Proteus vulgaris.*

При дослідженні були використані комерційні серії монофагів та полівалентних бактеріофагів: стафілококковий бактеріофаг «Біофарма», клебсіельозний бактеріофаг «Ультра», НВК МВК, ТОВ, Піофаг, ПАТ«Інфузія», Україна. Піобактеріофаг уявляє собою суміш фаголізатів проти збудників бактеріальних інфекцій таких як стафілокок, стрептокок, ешеріхії, протея, псевдомонади та клебсієли. Визначення фагочутливості проводили згідно методики крапельним методом. Завісину добової агарової культури досліджуваних бактерій у ізотонічному розчині хлориду натрію, яку засівали газоном на живильне середовище, після підсихання додавали краплі досліджуваних фагів. Після інкубації при 37^0С протягом 18-20 годин визначали ступінь лізису бактерій.

Було вивчено чутливість вилучених клінічних штамів із ранової поаерхні при мінно-вибухових травмах, гнійно-запальних процесах верхніх дихальних шляхів, кишківника, пуповини новонароджених дітей та сечостатевої системи.

За результатами дослідження найбільш чутливими до дії фагів були штами *Klebsiella* spp., ізольовані з кишківника, штами *S. aureus*, ізольовані з верхніх дихальних шляхів. Штами P. *aeruginosa* і *Proteus* spp., вилучені із ранової поверхні при мінно-вибухових травмах були менш чутливими до дії бактеріофагів.

Отже, застосовувати бактеріофаги у якості препаратів для лікування антибіотикорезистентних штамів мікроорганізмів, вилучених із клінічного матеріалу пацієнтів, необхідно обов'язково з попереднім визначенням чутливості до них. Необхідно не зупиняти роботу по пошуку нових вірулентних бактеріофагів з метою їх застосування як альтернативного лікування антибіотикорезистентних штамів мікроорганізмів.

ПРОТИМІКРОБНА ТА АНТИБІОПЛІВКОВА АКТИВНІСТЬ ФОТОДИНАМІЧНОЇ ТЕРАПІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ КОГЕРЕНТНОГО ТА НЕКОГЕРЕНТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Пантьо В.В., Коваль Г.М., Данко Е.М., Пантьо В.І.

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна. e-mail: valerij.pantyo@uzhnu.edu.ua

Розвиток та поширення стійкості мікроорганізмів до протимікробних засобів зумовлює пошук нових немедикаментозних засобів боротьби з інфекційними агентами. Антимікробна фотодинамічна терапія базується на використанні речовин-фотосенсибілізаторів (ФС) з подальшим впливом низькоінтенсивного випромінювання певної довжини хвилі, яке запускає фотодинамічну реакцію. Під дією світла молекула ФС переходить в збуджений стан, а при поверненні до нормального стану передає енергію іншим сполукам. Акцептором цієї енергії виступає кисень, який в свою чергу запускає каскад вільно-радикальних реакцій, внаслідок чого відбувається пошкодження біологічних структур.

Досліджено комплексний влив ФС 0,1% водного розчину метиленового синього та низькоінтенсивного лазерного випромінювання з довжиною хвилі 635 нм (Медик 2К, «Фотоніка Плюс», Україна) та PILER-випромінювання з червоним світлофільтром (Polarized Incoherent Low-Energy Radiation, Bioptron Med All, «Zepter», Швейцарія) на планктонні та біоплівкові форми клінічних ізолятів *S. aureus, C. albicans, E. coli, K. pneumonia* та *P. aeruginosa*, виділених із пародонтальних кишень хворих на хронічний пародонтит, а також колекційних штамів *S. aureus* ATCC 25923, *E. coli* ATCC 25922, *K. pneumonia* ATCC 13883, *P. aeruginosa* ATCC 27853, та *C. albicans* ATCC 10231 (Selectrol®, Великобританія). Щільність потужності випромінювання становила 40 мВт/см^2.

Встановлено, що сумісне застосування метиленового синього та низькоінтенсивного випромінювання зумовлювало суттєвий протимікробний ефект на усі досліджувані штами мікроорганізмів, що проявлялося у зменшенні інтенсивності їх росту на щільних поживних середовищах в середньому на 67,9-87,1%, порівняно з контролем. Додавання метиленового синього також зумовлювало зменшення кількості мікробних колоній, проте значно менш виражене – в середньому на 38,9-49,5%, порівняно з контролем. Опромінення мікробного інокулюму низькоінтенсивним випромінюванням при експозиції 10 хвилин не зумовлювало статистично достовірного впливу на інтенсивність росту досліджуваних штамів, порівняно з контролем. Аналогічні закономірності візначали для біоплівкових форм. Так, застосування фотодинамічної терапії зумовлювало зменшення інтенсивності росту сформованих 5-денних біоплівок в середньому на 64,2-93,6%, порівняно з контролем.

Комплексне застосування 0,1% водного розчину метиленового синього та низькоінтенсивного лазерного, а також PILER-випромінювання червоного спектру зумовлює значний антимікробний та антибіоплівковий вплив на досліджені клінічні ізоляти та колекційні тест-штами умовно-патогенних мікроорганізмів, який перевищує дію вказаних факторів при окремому їх використанні. Найбільш виражену інгібуючу дію відзначали щодо планктонних та біоплівкових форм *S. aureus* та *C. albicans*.

Дослідження проводились за грантової підтримки НФДУ (проєкт № 2023.03/0176).

ВИВЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛІОФІЛІЗАЦІЇ ЯК СПОСОБУ ДОВГОТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ МУЗЕЙНИХ ШТАМІВ МІКРООРГАНІЗМІВ

Перетятко О.Г., Ягнюк Ю.А., Скляр Н.І., Крестецька С.Л., Холодна Т.В.

ДУ «Інститут мікробіології та імунології ім. І.І. Мечникова Національної академії медичних наук України», м. Харків, Україна. e-mail: lazamimus@ukr.net

Багаторічний досвід існування колекцій мікроорганізмів в музеях різних країн світу показав велике значення їх діяльності для проведення мікробіологічного моніторингу збудників інфекційних захворювань, вилучених у різні історичні періоди, вивчення еволюції мікроорганізмів, закономірностей формування їх антибіотикорезистентності. Ефективна консервація мікроорганізмів з метою тривалого зберігання штамів у колекціях без зміни морфологічних, фізіологічних та генетичних властивостей, забезпечується способами, що дозволяють переводити вегетативні форми бактеріальних клітин у стан анабіозу. Найпоширенішим способом консервування штамів мікроорганізмів є ліофілізація. Метою дослідження було вивчення ефективності ліофілізації, щодо збереження життєздатності та біологічних властивостей музейних штамів клебсієл, які тривалий час після сублімаційного висушування зберігались у колекції Музею мікроорганізмів. Об'єктами дослідження були 7 штамів *Klebsiella* spp., вилучених у період з 1939 по 1960 роки у різних країнах світу. Ліофілізовані зразки зберігались у колекції від 21 до 69 років. Ліофілізовані культури відновлювали шляхом розчинення вмісту ампули 1,0 мл поживного бульйону та висіву мікробної суспензії з десятикратних розведень на агаризовані середовища (кров'яний агар, середовище Ендо); життєздатність визначали шляхом підрахунку кількості колонієутворюючих одиниць (КУО/мл). Реідентифікацію мікробних культур проводили з використанням API системи виробництва «Bio-Merieux», Франція (ID 32 GN – для ідентифікації ентеробактерій). Приготування суспензій мікроорганізмів із визначеною концентрацією мікробних клітин проводили за шкалою McFarland з використанням електронного приладу Densi-La-Meter (PLIVA-Lachema Diagnostika, Чеська Республіка). Визначення чутливості досліджених культур клебсієл до протимікробних препаратів проводили диско-дифузійним методом Bauer-Kirbi та методом серійних розведень в агарі та бульйоні. Оцінку результатів проводили за EUCAST, Version 14. Статистичну обробку отриманих даних проводили за допомогою методів непараметричної статистики з використанням комп'ютерних програм Microsoft Excel 2007, STATISTICA 6.0. Усі взяті у досліди зразки виявилися життєздатними, кількість колонієутворюючих одиниць знаходилася у діапазоні від 10^3 до 10^9 КУО/мл, показники виживання штамів варіювали від 0,1 % до 100,0 %, середній показник виживання складав 35,2 %. На середовищі Ендо усі штами утворювали червоні або малинові колонії М-форми, 57,1 % досліджених штамів при рості на кров'яному агарі характеризувались гемолітичним фенотипом. Кореляційної залежності між кількістю КУО та терміном зберігання зразка не виявлено (r = 0). У 4-х досліджуваних штамів виявлена резистентність до бета-лактамних антибіотиків (ампіцилін, амоксицилін) – у штамів *K. pneumoniae* 168 (рік виділення – 1957), *K. rhinoscleromatis* 53 (рік виділення – 1949), *K. rhinoscleromatis* 1624 (рік виділення – 1949), *K. rhinoscleromatis* 46 (рік виділення – 1952). Крім того, штам *K. pneumoniae* 168 виявився резистентним до тетрациклінів (тетрациклін, доксициклін), а штам *K. rhinoscleromatis* 46 – до тетрациклінів та хлорамфеніколу. При відновленні ліофілізованих музейних штамів *Klebsiella* spp. встановлена життєздатність усіх взятих у досліди зразків, показники виживання залежали не від терміну зберігання зразків, а вочевидь від якості ліофілізації. Результати проведених досліджень підтвердили ефективність ліофілізації, як способу довготривалого (понад 60 років) зберігання штамів.

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ СТРЕСОМ, ХАРЧУВАННЯМ, ІНФЕКЦІЙНИМИ ЗАХВОРЮВАННЯМИ ТА КИШКОВОЮ МІКРОБІОТОЮ ПІД ЧАС ВОЄННИХ ДІЙ

Петах П.В.

Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна. e-mail: pavlo.petakh@uzhnu.edu.ua

Початок 20-х років XXI століття, ознаменував себе не лише найбільшою пандемією за останні сто років, а ще й небаченим зростанням кількості воєн по усьому світу. Бойові дії призводять не лише до неминучих втрат як серед військовослужбовців, так і серед цивільного населення, а також впливають на їх ментальне здоров'я. Хронічний стрес та пов'язані зі стресом розлади впливають на імунну відповідь та сприйнятливість до інфекційних хвороб, через вплив на гіпоталамо-гіпофізарно-надниркову вісь (HPA) та таким чином наприклад, на співвідношення різних субпопуляцій Т-хелперів, виділення цитокінів. Стрес впливає на харчову поведінку людини і може призводити до розвитку анорексії при гострому стресі або булімії при хронічному стресі. Серйозною проблемою є також обмежений доступ до їжі у випадку блокад, активних воєнних дій та руйнування відповідної інфраструктури. У зонах бойових дій цивільне населення часто споживає просту, нерегулярну їжу, яка не забезпечує їх достатньою кількістю вітамінів і мінералів. Кишкова мікробіота є своєрідним інтегральним органом, який пов'язує з одного боку зв'язок між стресом та мікроорганізмами кишківника, через вісь «кишківник-мозок» та з іншого боку на склад якої впливає якість та різноманітність харчового раціону. Отже, ми можемо зіткнутися з порочним колом, де стрес безпосередньо змінює склад та функції кишкової мікробіоти, а також опосередковано впливає на неї через вплив на харчову поведінку. Варто додати, що кишкова мікробіота регулює не лише процеси травлення, а й має критичне значення для імунної відповіді. Зокрема, збалансована мікрофлора сприяє диференціації та оптимальному функціонуванню ключових імунних клітин, таких як Т-лімфоцити та дендритні клітини. Продукти метаболізму бактерій, зокрема коротколанцюгові жирні кислоти, безпосередньо стимулюють синтез протизапальних цитокінів і підтримують цілісність кишкового бар'єру, що зменшує проникнення токсинів у системний кровотік.

Не варто забувати, що війна завжди є потенційною загрозою з епідеміологічної точки зору. Цивільні особи та військові в зонах воєнних дій піддаються підвищеному ризику зараження певними інфекційними захворюваннями через порушення графіків вакцинації, низький рівень санітарних умов в укриттях, окопах чи бліндажах, а також обмежений доступ до чистої питної води. Крім того, використання антибіотиків при лікуванні інфекцій сприяє зменшенню різноманітності кишкової мікробіоти, що може спричинити порушення бар'єрних функцій кишечника та регуляцію імунної системи. Ці зміни також впливають на функціонування осі «кишківник-мозок», що може впливати на когнітивні та емоційні процеси в організмі.

Таким чином, у зонах воєнних дій створюється унікальна складна система взаємозв'язків, де хронічний стрес порушує як харчову поведінку, так і баланс кишкової мікробіоти, що, в свою чергу, впливає на імунну відповідь та на сприйнятливість до інфекційних хвороб. Новітні методи досліджень, зокрема з використанням машинного навчання та штучного інтелекту, дозволяють аналізувати великі обсяги даних, що дасть можливість оптимізувати лікування та профілактичні заходи у кризових умовах.

ЕТІОЛОГІЯ ГНІЙНО-ЗАПАЛЬНИХ ІНФЕКЦІЙ М'ЯКИХ ТКАНИН У УЧАСНИКІВ БОЙОВИХ ДІЙ ТА ЦИВІЛЬНИХ ОСІБ

Покришко О.В.[1], Красій Н.І[2]., Пятковський Т.І.[1]

[1]Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України, Тернопіль Україна. e-mail: pokryshko@tdmu.edu.ua, pyatkovskyy@tdmu.edu.ua
[2]Комунальне некомерційне підприємство «Тернопільська обласна клінічна лікарня» Тернопільської обласної ради», Тернопіль Україна. e-mail: krasijnatala1978@gmail.com

Вогнепальна рана завжди є мікробно забрудненою. Некротичні осередки м'яких тканин у ній є сприятливим ґрунтом для розвитку гнійно-запальних процесів. Частота інфекційних ускладнень вогнепальних ран у Першу світову війну коливалася в межах 45-60 %; у Другу світову війну – до 20%. У мирний час інфекційні ускладнення у хірургії забруднених ран становила 20-30%. Метою дослідження було визначити і порівняти етіологічний спектр збудників гнійно-запальних інфекцій м'яких тканин у учасників бойових дій та цивільних осіб. Посів зразків біологічного матеріалу з ран від пацієнтів хірургічного профілю Тернопільської обласної клінічної лікарні проводили на поживні середовища (CHROMagar і Sanimed-M) протягом 2024 р. Ідентифікацію бактерій здійснювали за допомогою мікробіологічного аналізатора Vitek-2 Compact 15 (BioMerieux (Франція). Усього від обстежених з вогнепальними ранами виділено 1224 культури мікроорганізмів у клінічно значущих концентраціях. Монокультури висіяно практично від всіх пацієнтів, мікробні асоціації зустрічалися лише 2,41%. Грамнегативні бактерії зустрічалися частіше, ніж грампозитивні: 65,17% і 33,73 % відповідно. Серед грамнегативних мікроорганізмів домінували ізоляти, віднесені до порядків *Enterobacteriales* (48,85%) і *Pseudomonadales* (48,23%). Найчастіше висівали ізоляти *A. baumannii*. Субдомінантними були *Klebsiella* sp. (22,73%) і *Pseudomonas* sp. (16,29%). Більшість виділених культур клебсіел віднесені до виду *Klebsiella pneumoniae ss. pneumoniae*. Приблизно з однаковою частотою висівали ізоляти *Proteus* sp. (8,76%), *Escherichia coli* (7,22%), *Enterobacter* sp. (6.30%). Пріоритетними серед низ були вии *P. Mirabilis, E. cloacae*. Частота зустрічання *Serratia marcescens, Achromobacter sp., Stenotrophomonas maltophilia*, Morganella morganii ss. morganii становила1.6-0.77%. У поодиноких випадках ідентифікували ізоляти *Burkholderia cepacia, Providencia stuartii, Citrobacter sp., Pantoea sp., Aeromonas hydrophila, Alcaligenes faecalis (odorans), Sphingomonas paucimobilis, K. oxytoca, K. aerogenes, E. cancerogenus (taylorae), P. vulgaris, P. hauseri.* Серед грампозитивних ізолятів стафілококи виділяли у 60,53% випадках. Ізоляти *Bacillus cereus* становили 18,99% цієї групи бактерій; ентерококи - *Enterococcus faecalis, E. faecium і E. gallinarum* – 14,24%. Частота висівання ізолятів *Kocuria sp., Globicatella sanguinis, Aerococcus viridans, Streptococcus* sp. була найменшою порівняно з іншими грампозитивними бактеріями і дорівнювала 4,15-0,30%. У 0,89 % випадків із зразків ран висівали дріжджові гриби. Серед них 72.73% (8) становили гриби роду *Candida*: C. *albicans, C. glabrata, C. tropicalis;* 18.18% – *Issatchenkia orientalis*, 9.09% – *Papiliotrema laurentii*. Від цивільних осіб за той самий період було виділено 72 монокультури в рівному співвідношенні між грампозитивними і грамнегативними бактеріями. Спектр виділених бактерій від обстежених цієї групи був біднішим: 19 видів проти 57, виділених із зразків вогнепальних ран. Серед грампозитивних ізолятів переважали *S. aureus* (47,22%), *грамнегативних – K. pneumoniae* ss. *pneumoniae* (38,89%). У зразках ранового вмісту в 20,02% пацієнтів з вогнепальними ураженнями та у 13,89% обстежених цивільних осіб не було виявлено мікроорганізмів. Видовий склад мікроорганізмів – збудників ранових інфекцій в учасників бойових дій в 15, 61 разів багатший. Пріорітетними патогенами були види: *S. aureus* в обох групах обстежених, *K. pneumoniae* ss. *pneumoniae* – у цивільних осіб, *A. baumannii* в учасників бойових дій.

ПРОТИГРИБКОВІ МЕТАБОЛІТИ ШТАМУ *STREPTOMYCES* SVP-71, ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ У БОРОТЬБІ З ЕМЕРДЖЕНТНИМИ ГРИБКОВИМИ ІНФЕКЦІЯМИ

Понятовська В.В., Широбоков В.П., Понятовський В.А.

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна

e-mail: Valeria_vsh@ukr.net

Емерджентні грибкові інфекції є дедалі більшою загрозою для глобальної охорони здоров'я через появу нових видів грибів з патогеним потенціалом. Обмежений арсенал ефективних антифунгальних засобів та збільшення випадків реєстрації стійкості до азолів, ехінокандинів і полієнів вимагає пошуку нових терапевтичних стратегій. Інвестування в дослідження нових антимікробних препаратів є критично важливим для зменшення рівня смертності, подолання резистентності, забезпечення ефективного лікування пацієнтів із важкими інвазивними мікозами та забезпечення глобальної біобезпеки.

Streptomyces штам SVP-71 ізольований із бентонітових глин загальноприйнятими мікробіологічними методами. Для первинного скринінгу наявності антагоністичних властивостей використовували метод агарових блоків. Для підтвердження синтезу антифунгальних метаболітів здійснювали їх екстракцію з біомаси та культуральної рідини за допомогою бутанолу. Протигрибковий ефект в отриманих екстрактів перевіряли з використанням лунко-дифузійного, диско-дифузійних способів та методом серійних розведень в рідкому поживному середовищі.

Метод агарових блоків дав змогу встановити, що *Streptomyces* штам SVP-71 з різною інтенсивністю здатен пригнічувати ріст ряду пліснявих грибів – *Aspergillus niger, Aspergillus flavus, Aspergillus fumigatus, Aspergillus terreus, Curvularia inaequalis, Cladosporium cladosporioides, Cladosporium herbarum, Cladosporium sphaerospermum, Aureobasidium pullulans, Trichoderma harzianum, Rhizopus microspores, Mucor pusillus, Penicillium citrinum, Penicillium paxilli, Penicillium canescens, Fusarium lactis, Fusarium oxysporum, Fusarium sporotrichioides, Trichosporon* sp. та представників роду *Candida* (12 видів). Антифунгальні метоболіти, при культивуванні стрептоміцетів на рідких поживних середовищах, накопичуються як в біомасі мікроорганізмів, так і виділяються в поживне середовища. Використання лунко-дифузійного способу та методу серійних розведень підтвердило високу активність метаболітів як у відношенні пліснявих, так і дріжджеподібних грибів роду *Candida*. МІК бутанольного неочищеного екстракту коливалася від 1,75 мкг/мл до 28 мкг/мл в залежності від виду кандід. Інгібуюча активність у відношенні *Candida auris* проявлялася при концентрації 7-16 мкг/мл, *Candida albicans – 1,78-3,56 мкг/мл.*

Штам стрептоміцетів SVP-71 володіє потенціалом в якості продуцента нових прогрибкових речовин, що активні у відношенні широкого кола пліснявих грибів та грибів роду *Candida.*

МОЛЕКУЛЯРНІ МАРКЕРИ У ДІАГНОСТИЦІ СЕПСИСУ СПРИЧИНЕНОГО БАКТЕРІЯМИ РОДИНИ *ENTEROBACTERIACEAE*

Прохоренко Д.К.[1, 2], Гринюк І. І.[1]
[1]*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна*
[2]*ТОВ «ХЕМА» вул. Академіка Єфремова 23, 3179 Київ, Україна*
E-mail: pdmytro378@gmail.com

Сепсис є одним із найтяжчих клінічних станів, який характеризується гострою системною запальною реакцією організму на інфекційний процес, що призводить до пошкодження тканин, дисфункції органів та високої летальності, яка може досягати 25%. У переважній більшості випадків сепсис може бути викликаний бактеріальними інфекціями, зокрема представниками родини *Enterobacteriaceae*, яка включає грамнегативні факультативно анаеробні мікроорганізми, такі як *Escherichia coli, Salmonella spp., Klebsiella spp., Enterobacter spp. ma Proteus spp.* Для призначення своєчасного та ефективного лікування важливим є раннє визначення патогену у хворого на сепсис. Тому надзвичайно актуальною є проблема швидкої та точної діагностики бактеріальних інфекцій, що спричиняють сепсис. Хоча культуральні методи діагностики сепсису вважаються «золотим стандартом», вони мають суттєві недоліки: довгий термін отримання результатів (від 24 до 72 годин), недостатню чутливість та специфічність, ризики контамінації та необхідність висококваліфікованих фахівців для коректної інтерпретації результатів. У зв'язку з цим актуальним є застосування методів молекулярної діагностики, зокрема полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР). Використання специфічних маркерів *Enterobacteriaceae* у ПЛР дозволить здійснювати високочутливу та специфічну ідентифікацію збудників сепсису упродовж 3 годин та визначати саме патогенний та гіпервірулентний штам мікроорганізму, що дасть можливість підібрати оптимальне лікування для пацієнта. Тому метою роботи було встановлення оптимального генетичного маркера для диференційної ідентифікації мікроорганізмів родини *Enterobacteriaceae*. Однією з мішеней для ідентифікації представників родини *Enterobacteriaceae*, особливо у проблемних зразках біоматеріалу (кров, аспірати, ліквор та ін.) та при низькій концентрації патогенів може бути ген *rpoB*. Ген *rpoB* містить як консервативні ділянки, які дозволяють ефективно здійснювати дизайн праймерів, так і варіабельні регіони, придатні для диференціації патогенів на рівні виду чи навіть штаму. Завдяки цьому rpoB є надійним генетичним маркером для видової ідентифікації мікроорганізмів родини *Enterobacteriaceae.* В результаті біоінформатичного аналізу підібрано консервативний фрагмент гену *rpoB,* що може бути використаний для ампліфікації в системи ПЛР в реальному часі. Для ампліфікації цільової ділянки гену *rpoB* методом ПЛР у реальному часі були використані такі специфічні праймери: Forward: GATGCTAACGGTACGCCGGTAG; Reverse: TTCTGGAAACCCACCACTGGGC

Дизайн праймерів здійснено за температури плавлення (Tm ~ 60 °C), специфічності до послідовності цільового патогену, відсутності димерів і вторинних структур та використання амплікону довжиною 82 п.н. Отримані в ході ПЛР в реальному часі результати перевірки праймерів до фрагменту гену *rpoB* показали специфічність до ряду мікроорганізмів родини *Enterobacteriaceae*. Аналіз порогових циклів (Ct), а також перевірка синтетичних позитивних контролів зразків дала змогу встановити чутливість даної системи на рівні 10^2 копій ДНК на 1 мл зразку, що дозволяє стверджувати про високу точність досліджень. Отже, оптимальним генетичним маркером для диференційної ідентифікації мікроорганізмів родини *Enterobacteriaceae* є ген *rpoB.* Застосування специфічних маркерів сепсису у ПЛР сприяє ранньому виявленню збудників, що є критично важливим для своєчасного призначення антимікробної терапії та зменшення ризику летальних наслідків.

КОМПОЗИЦІЯ ДЛЯ ЗАГОЄННЯ РАН НА ОСНОВІ МЕТАБОЛІТІВ ПРОБІОТИЧНИХ ШТАМІВ БАКТЕРІЙ РОДУ *BACILLUS*

Сафронова[1] Л.А., Скороход[1] І.О., Пилипюк[2] Є.В., Рой[1] А.О., Тимошок[1] Н.О.

[1]*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м.Київ, Україна.*
[2]*Полтавський державний медичний університет, кафедра хірургії №2, м.Полтава, Україна.e-mail: safronova_larisa@ukr.net*

Аеробні спороутворюючі бактерії роду *Bacillus* розглядають як перспективну групу мікроорганізмів для створення антимікробних препаратів. Особливо це актуально у зв'язку з швидким поширенням патогенних мікроорганізмів, резистентних до антибіотиків. Штами бацил є компонентами пробіотичних препаратів для лікування різних патологічних станів людини та тварин, в тому числі інфекційних процесів, завдяки їх здатності до синтезу комплексу біологічно активних метаболітів (антибіотичних речовин, ферментів, антиоксидантних речовин, амінокислот, полісахаридів та інших). Перспективним підходом до лікування ран є використання постбіотиків, які є цінними функціональними біоактивними речовинами, які продукуються пробіотичними штамами в процесі їхньої метаболічної активності. Хоча постбіотики не містять живих мікроорганізмів, вони виявляють сприятливий вплив на здоров'я господаря за допомогою механізмів, подібних до пробіотиків, зменшуючи можливі ризики, пов'язані з їх прийомом.

Метою проведених досліджень було створення композиції на основі метаболітів пробіотичних штамів бактерій *Bacillus amyloliquefaciens* ssp. *plantarum* IMB B-7142, IMB B-7143 для загоєння інфікованих ран. Композицію для обробки ранової поверхні отримували після культивування штамів бацил (48 год.) на середовищі з наноцерієм (нано-CeO_2, 0,01 мМ), що сприяло підвищенню їх ростової активності, а також синтезу даними бактеріями метаболітів з антимікробною та антиоксидантною активностями. Культуральні рідини після вирощування штамів бацил звільняли від клітин та змішували у співвідношенні 1:1 для отримання ранозагоювальної композиції супернатантів. Лікувальну ефективність постбіотика перевіряли на експериментальній моделі гнійної інфікованої рани на кролях породи Шиншила. Дизайн експерименту базувався на створенні наскрізних ушкоджень шкіри – ран з наступними варіантами їх обробки: не оброблені рани (контроль); рани, оброблені постбіотиком; гнійні рани без обробки та гнійні рани з обробкою постбіотиком. Динаміку процесу загоєння ран (протягом 22 діб) оцінювали за клінічними ознаками: тривалість ексудативного компоненту, утворення грануляційної тканини, крайова епітелізація, скорочення площі ранової поверхні, відновлення цілісності пошкодженої тканини, термін лікування до закриття рани. Лікування ран починали одразу, як спостерігали ознаки інфікування та нагноєння. Перевагу використання метаболітного комплексу відмічали на першу ж добу від початку лікування (5 доба досліду). Отримані результати свідчать про виражену ранозагоювальну дію розробленої постбіотичної композиції, обумовлену її протизапальними й антимікробними властивостями. Спосіб одержання композиції сприяв збільшенню виходу клітинної біомаси та комплексу корисних екзометаболітів, що забезпечило її лікувальну дію: пригнічення розвитку патогенів у рані, прискорення її очищення, стимулювання регенераційних процесів у пошкоджених тканинах та якісному їх відновленню без утворення рубця. Створена постбіотична композиція може бути перспективною у використанні для прискореного загоювання інфікованих ран.

БІОПЛІВКОТВІРНА ЗДАТНІСТЬ ПАРОДОНТОПАТОГЕНІВ ВИДІЛЕНИХ З РОТОВОЇ ПОРОЖНИНИ У ХВОРИХ НА ПАРОДОНТИТ

Скляр І.І.[1], Кривцова М.В.[1], Костенко Є.Я.[2]
[1] Кафедра клініко-лабораторної та морфофункціональної діагностики, Ужгородський національний університет, м. Ужгород, Україна, e-mail: ivan.skliar@uzhnu.edu.ua;
[2] Кафедра ортопедичної стоматології, Ужгородський національний університет, Ужгород, Україна

Бактеріальні біоплівки є основною причиною патогенних процесів у порожнині рота (Marsh і Devine, 2011). Вони формуються, як на поверхні слизової оболонки порожнини рота, так і на синтетичних матеріалах, що призводить до розвитку персистуючих запальних процесів та суттєво обмежує термін служби зубних протезів і реставраційних матеріалів (Auschill та ін., 2002). Оральні біоплівки можуть впливати на тканини, що оточують зуб, де вони спричиняють запальні процеси ясен, а при персистуванні - пошкодження альвеолярного відростка, що в найгіршому випадку може призвести до втрати зуба (Papapanou та ін, 2018). Метою цього дослідження було визначити біоплівкотвірну активність клінічних штамів анаеробних мікроорганізмів, виділених з пародонтальної кишені хворих на пародонтит. Дослідження формування біоплівки було проведено за допомогою методу (Djordjevic та ін., 2002) з використанням 96-лункових полістиролових мікротитрувальних планшетів з плоским дном. Утворення біоплівки визначали за допомогою фарбування 0,1% кристалічним фіолетовим. Для дослідження було використано клінічні штами виділені з пародонтальної кишені 61-го хворого на хронічний пародонтит III ступеня з них 30 штамів мікроорганізмів які відносяться до 3-х видів були взяті для дослідження: *Porphyromonas asaccharolytica, Slackia exigua, Schaalia odontolytica*. Серед штамів *Porphyromonas asaccharolytica* – 8 з 10 формували біоплівку; *Slackia exigua* – 9 з 10 і *Schaalia odontolytica* – 8 з 10 штамів були біоплівкотвірними. Загалом 25 штамів володіли здатністю до утворення біоплівки. Таким чином, наші результати свідчать про те, що ізольовані мікроорганізми *Porphyromonas asaccharolytica, Slackia exigua, Schaalia odontolytica* володіли значною здатністю до формування біоплівки (83,3 % формували біоплівку), особливо *Slackia exigua,* які мали найбільшу кількість штамів з високою здатністю до утворення біоплівки – 5 (16,6 %). Також, слід відмітити, що ці мікроорганізми мали відносно помірну частоту персистенції по 16,4 % кожен, від загальної вибірки мікробних біоценозів запальних ділянок м'яких тканин пародонту. Результати досліджень вказують на перспективу подальших досліджень та встановлення ролі даних мікроорганізмів у запальних захворювань пародонту.

ПЕРСОНІФІКОВАНА ІМУНОТЕРАПІЯ ХРОНІЧНОЇ РЕЦИДИВУЮЧОЇ СИНЬОГНІЙНОЇ ІНФЕКЦІЇ

[1]Скляр Н.І., [1]Мінухін В.В., [1]Деркач С.А., [1, 2]Воронкіна І.А., [3]Гарєєв О.Л., [3]Кравець Т.В.

[1]ДУ «Інститут мікробіології та імунології ім. І.І. Мечникова НАМН України», м. Харків, Україна. e-mail: sklyarimi@ukr.net
[2]Comenius University Bratislava, Slovakia, e-mail: voronkina2008@ukr.net
[3]ТОВ «ВИРОБНИЧА ФІРМА СІМЕСТА», м. Одеса, Україна, e-mail: alexeygareev@simesta.com

Хронічні рецидивуючі гнійно-запальні інфекції та захворювання, етіологічною причиною яких зокрема є *Pseudomonas aeruginosa*, на тлі нинішнього зниження загальної імунологічної реактивності населення займають одне з провідних місць у повсякденній практиці лікарів різних спеціальностей. Адаптація штамів синьогнійної палички до антибактеріальних засобів у останній час значно прискорилася, а частка мультирезистентних штамів в структурі сучасної інфекційної патології значно зросла. Існуючий нині арсенал антибіотиків стає все більш неефективним у лікуванні, а нові засоби не розробляються настільки швидко, щоб випереджати стрімке поширення інфекцій, стійких до ліків. Тривала персистенція *Pseudomonas aeruginosa* призводить до порушення кооперативних процесів у імунокомпетентних клітин і супресивного типу імунної відповіді, в результаті якого формуються вторинні імунодефіцити, що визначає збереження в організмі вогнища інфекції. Тому напрям досліджень зі створення імунотерапевтичних та профілактичних засобів, що є альтернативними застосуванню хіміотерапевтичних препаратів, беззаперечно є перспективним та актуальним.

Метою роботи було визначення ефективності застосування корпускулярних та очищених високоспецифічних глікопротеїдних аутовакцин у лікуванні захворювань, викликаних резистентними штамами *Pseudomonas aeruginosa*. Корпускулярні аутовакцини виготовляли з інактивованих резистентних штамів *Pseudomonas aeruginosa* індивідуально для кожного хворого з дотриманням вимог ДФУ. Глікопротеїдні аутовакцини виготовляли за авторською методикою ТОВ «ВФ СІМЕСТА». Отримані глікопротеїдні (антигенні) фракції використовували для виявлення специфічних антитіл у сироватці хворого, методом вестерн-блот. Специфічні фракції антигенів виділяли методом гельфільтрації на колонках з сефадексом. Встановлено, що у групі хворих, яким проведено персоніфіковане лікування аутовакцинами виробництва ТОВ «ВФ Сіместа», у 100,0 % випадків встановлено клініко-лабораторну ремісію з елімінацією збудника. У період проведення терапії не зафіксовано місцевих та загальних побічних реакцій. Упродовж терміну спостереження після аутовакцинації у 93,7 % пацієнтів зберігався досягнутий позитивний ефект. У 2-й групі хворих застосування цільноклітинних інактивованих аутовакцин у 87,4 % випадків призвело до вираженого позитивного ефекту, що достовірно не відрізняється від результатів, отриманих у 1-й групі пацієнтів ($p>0,5$). Але під час проведення вакцинації достовірно збільшилась частка осіб, у яких встановлено наявність побічних реакцій на аутовакцину. Стійкий позитивний ефект спостерігався у 81,3 % пацієнтів. Технології виготовлення корпускулярних аутовакцин базуються на чверть вікових застарілих дослідженнях. Технології одержання сучасних вакцинних препаратів повинні базуватися на одержанні високоочищених антигенних субстанцій з метою зменшення їх реактивності. Тому впровадження у сферу охорони здоров'я глікопротеїдних високоспецифічних бактерійних аутовакцин надасть дієвий та безпечний спосіб персоніфікованої імунотерапії хронічних рецидивуючих інфекцій та захворювань, викликаних резистентними збудниками, зокрема *Pseudomonas aeruginosa*.

ВИВЧЕННЯ АНТИМІКРОБНОЇ ДІЇ ЙОДОФОРІВ

Стрілець О.П., Стрельников Л.С.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна, e-mail: oksanastr1970@gmail.com

Як лікарський препарат та як антисептичний засіб йод здавна застосовується у вигляді спиртових розчинів, розчину Люголя в акушерстві та гінекології, дерматології, неврології, офтальмології, хірургії тощо. Препарати йоду токсичні по відношенню до тканин та органів вищих тварин та людини, що значно звужує сферу їх застосування не зважаючи на широкий спектр та величину антибактеріальної дії. У зв'язку з цим необхідним є створення препаратів йоду, в яких було б збережено його позитивні властивості та усунено негативні. Такими препаратами є препарати солюбілізованого йоду – йодофори. Процес солюбилізації дає можливість значно розширити асортимент ліків, замінити масляні та спиртові розчини низки цінних засобів водними, що дає можливість усунути такі небезпечні явища, як некрози, абсцеси, денатурація білків, зневоднення тканин та ін.

Поєднання йоду із поверхнево активними речовинами (ПАР) та високополімерами названі йодофорами. У таких розчинах не тільки збільшується розчинність йоду у воді, але й підвищується його стабільність по відношенню до білків, сироваток та інших речовин, що виділяються мікроорганізмами. Дія солюбілізаторів заснована на утворенні колоїдних агрегатів – міцел, усередині яких розташовуються частинки гідрофобної речовини, тим самим досягається її розчинення у воді без зміни хімічної структури та фармакологічної дії. Препарат солюбілізованого йоду під умовною назвою «Синтайод» вміщує 5% кристалічного йоду.До складу препарату також входить диметилсульфоксид (ДМСО), ПАР синтанол ДС-10 і натрію гідрокарбонат. Метою роботи було вивчення антибактеріальної активності йодофорусин та йоду по відношенню до грампозитивних і грамнегативних культур мікроорганізмів. У дослідженнях використовували метод серійних розведень урідкому живильному середовищі для визначення мінімальних бактеріостатичних концентрацій (розведень). Бактерицидну активність вивчали шляхом висіву із пробірок, у яких не було росту мікроорганізмів на щільне живильне середовище. Як препарат порівняння використовували йодофор-«Йодонат». В якості культур-мікроорганізмів використовували тест-штами бактерій: *Staphylococcus aureus, Proteus mirabilis, Pseudomonas aeruginosa* і *Escherichia coli.* Отримані результати показали, що препарат «Синтайод» характеризується вираженою бактеріостатичною активністю по відношенню до всіх бактерій, що використовувалися в дослідженнях. Показник розведення становить: до культури *Staphylococcus aureus* (1:185,30), *Proteus mirabilis* (1:137,76), *Pseudomonas aeruginosa* (1:70,52) и *Escherichia coli* (1:79,58). Препарат порівняння показав нижчі результати. Експериментально встановлені бактерицидні розведення препарата, які становили для *Staphylococcus aureus* 1:178,25; для *Proteus mirabilis* 1:137,76; *Pseudomonas aeruginosa* 1:68,80 і *Escherichia coli* 1:77,11. Порівняння показників мінімальних бактеріостатичних та бактерицидних розведень синтайоду демонструє той факт, що вони практично статистично однакові, тобто препарат має бактерицидну активність по відношенню до грампозитивних та грамнегативних культур бактерій. Аналіз результатів дослідження йодонату показав статистично достовірні відмінності у прояві ним бактеріостатичної та бактерицидної активностей (*S. aureus* 1:130,96 і 1:92,44), *P. mirabilis* (1:66,50 і 42,07), *P. aeruginosa* (1:32,48 і 1:18,32) і *E. coli* (1:47,12 і 29,37). Таким чином, проведені дослідження розчину солюбілізованого йоду як антимікробного препарату синтайоду мають значні переваги в порівнянні з йодонатом, а саме більш високу виражену бактерицидну дію.

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДІАГНОСТИКИ ПРОТОЗОЙНИХ КИШКОВИХ ІНВАЗІЙ У ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ МЕТОДАМИ МІКРОСКОПІЇ ТА МУЛЬТИПЛЕКСНОЇ ПЛР В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

[1]Тимченко О.М., [1]Похил С.І., [2]Кириченко І.І., [2]Бірюков М.С.

[1]ДУ «Інститут мікробіології та імунології ім. І.І. Мечникова НАМН України», м. Харків, Україна,
[2]Військово-медичний клінічний центр Північного регіону МО України, м. Харків, Україна. e-mail: elenatimshenko505@gmail.com

У переважній більшості країн світу діагностика протозойних кишкових інвазій (ПКІ) у військовослужбовців (в/сл.) проводиться за національними правилами надання медичної допомоги, і на практиці здійснюється, переважно, дослідженням зразків калу (ЗК) спеціальними мікроскопічними методами (ММ) та молекулярно-генетичними методами (МГМ). В останні роки спостерігається зростання уваги до аналізу економічної ефективності (англ. cost-effectiveness analysis - CEA) як медичних втручань, так і методів діагностики, що дозволяє визначити оптимальний варіант надання медичної допомоги. Наразі немає єдиних методик проведення CEA та оцінки економічної ефективності діагностичних тестів для виявлення збудників ПКІ. Основними недоліками існуючих методик CEA діагностики кишкових найпростіших є відсутність моделі рішень для екстраполяції вартості та діагностичної ефективності конкуруючих тестів, а також неврахування даних поширеності збудників ПКІ у популяції пацієнтів, показників точності, чутливості та специфічності порівнюваних тестів. Мета роботи - визначення та оцінка CEA ММ та МГМ виявлення збудників ПКІ (*Blastocystis* sp., *Dientamoeba fragilis* і *Giardia lamblia*) у в/сл. Північного регіону України. Вартість (Cost) одного дослідження ЗК від в/сл. ММ (мазків перманентно забарвлених: трихромом за модифікацією Вітлі (mWT) та залізним гематоксиліном за Гейденгайном (HIHS)) і мультиплексної ПЛР в реальному часі (МП-ПЛР-РЧ) (передбачено застосування набору для виділення ДНК «NucleoMag® DNA Microbiome» (Німеччина) та мультиплексної ПЛР панелі «Allplex™ GI-Parasite Assay» (Республіка Корея) розраховували у гривнях (грн; станом на листопад 2024 р.), при цьому враховули лише прямі фактичні витрати – комерційну вартість матеріалів і витрати на оплату праці. Нами побудовано модель дерева рішень діагностики ПКІ ММ та МП-ПЛР-РЧ за сценарієм поширеності серед гіпотетичної групи 100 в/сл. ПКХ на рівні 14,0 % (даний показник нами визначено раніше при дослідженні 170 ЗК від симптоматичних в/сл.) та реальної вартості одного дослідження кожним методом. Встановлено, що застосування МП-ПЛР-РЧ, у порівнянні з ММ збільшує майже в 1,6 рази кількість дійсно діагностованих (D+) випадків ПКІ (14 і 9 відповідно) з повною кореляцією парного позитивного зв'язку (PPV=1,0) між результатом виявлення збудника (T+) та наявністю (D+) спричинюваної ним хвороби, рівень якого не досягається ММ (PPV=0,82). Проте, вартість одного дослідження, виконаного методом МП-ПЛР-РЧ (1402,64 грн), перевищує у 6,5 рази усереднені затрати на одне дослідження ММ (216,37 грн). За результатом аналізу співвідношення затрат і діагностичної ефективності (Cost/D+) двох порівняних методів виявлення збудників ПКІ у в/сл. доведено, що економічна ефективність ММ (24,02 грн/одиниця D+) у майже 4,2 рази є більш вигідною відносно рівня економічності МП-ПЛР-РЧ (100,19 грн/одиниця D+). На основі розрахунку коефіцієнта додаткової ефективності витрат (ICER) для ММ і МП-ПЛР-РЧ виявлено, що підвищення ефективності діагностики ПКІ у в/сл. на одну одиницю (D+) потребує усереднено 237,25 грн додаткових витрат. З урахуванням показників економічної ефективності та рекомендованого Всесвітньою організацією охорони здоров'я порогу економічності медичних втручань обидва методи є економічно ефективними для діагностики ПКХ у в/сл. північного регіону України.

ЧУТЛИВІСТЬ ДО АНТИБАКТЕРІАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ, ЗБУДНИКІВ ВЕНТИЛЯТОР-АСОЦІЙОВАННОЇ ПНЕВМОНІЇ

Трофіменко Ю.Ю., Жорняк О.І., Колодій С.А., Буркот В.М., Кордон Ю.В., Крижановська А.В.

Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова
м. Вінниця, Україна, e-mail:trofimmedic@gmail.com

Вентилятор-асоційована пневмонія (ВАП) здебільшого спричинена грамнегативними неферментуючими мікроорганізмами, такими як *Pseudomonas aeruginosa, Acinetobacter baumannii* або грампозитивними коками *Staphylococcus aureus*. Ці патогени характеризується високою стійкістю до антибактеріальних препаратів. Поширеність окремих мультирезистентних інфекційних агентів, що викликають вентилятор-асоційовану пневмонію, може змінюватися залежно від лікувальних закладів, контингенту пацієнтів, особливостей інтенсивної терапії. У пацієнтів реанімаційних відділень, які потребують тривалої штучної вентиляції легень (ШВЛ), ВАП є однією з причин летальності хворих. Вентилятор-асоційована пневмонія розвивається внаслідок аерозольного або аспіраційного зараження нижніх дихальних шляхів великою кількістю умовно-патогенних мікроорганізмів під час проведення ШВЛ, що відбувається на фоні ослаблення механізмів підтримки стерильності респіраторної системи.

Метою нашого дослідження було оцінити чутливість штамів неферментуючих грамнегативних бактерій до антимікробних препаратів, виділених із поверхні ендотрахеальних інтубаційних трубок у відділеннях реанімації медичних установ м. Вінниці.

Досліджено властивості 20 штамів бактерій виду *A. baumanii*, 15 штамів - *P. aeruginosa*. Усі штами виділені з ендотрахеальних трубок що використовувались для дихальної підтримки пацієнтів реанімаційного відділення. Чутливість досліджених культур мікроорганізмів до антибіотиків вивчали методом стандартних паперових індикаторних дисків. Мінімальні мікробостатичні та мікробоцидні концентрації для досліджених штамів бактерій визначали методом серійних послідовних двократних розведень препаратів у рідкому поживному середовищі.

Аналізуючи данні чутливості виділених мікроорганізмів у хворих з ВАП в першу чергу слід відмітити їх високий рівень резистентності до більшості антимікробних засобів. Сім з п’ятнадцяти виділених штамів P. aeruginosae виявляли чутливість до захищених цефалоспоринів ІІІ покоління, аміноглікозидів та моксіфлоксацину, при цьому не виявляли чутливості до інших фторхінолонів. Один із штамів, крім того виявився чутливим до карбапенемів. Акінетобактерії також характеризувались високим рівнем резистентності. Жоден з 20 досліджених штамів не виявив чутливості до незахищених і захищених амінопеніцилінів, тетрациклінів, ципрофлоксацину та гатіфлоксацину. Лише чотири штами були чутливими до карбапенемів і захищених цефалоспоринів ІІІ покоління, по два - до аміноглікозидів та моксіфлоксацину.

Узагальнюючи результати досліджень слід зазначити, що усі досліджені штами грамнегативних неферментуючих бактерій виявили високий рівень стійкості до антибактеріальних препаратів, призначених для системного застосування. З огляду на це, питання антибіотикопрофілактики ВАП у важкохворих пацієнтів залишається складною та невирішеною медичною проблемою.

НАПРЯМКИ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЇ В КЛІНІЧНІЙ МІКРОБІОЛОГІЇ

Федорович У. М., Федечко Й.М., Менів Н.П.

КЗВО *ЛОР «Львівська медична академія ім. Андрея Крупинського», Україна.*
e-mail: fedulyana4@gmail.com

Застування наноматеріалів, наночастинок та нанопристроїв з метою діагностики, лікування та профілактики захворювань на субмолекулярному, молекулярному та клітинному рівнях, як основа медичних нанотехнологій, спричиняє принципові прогресивні зміни в клінічній мікробіології. Ці технології дають можливість безпосереднього виявлення збудників захворювань в біоматеріалі, експрес-визначення антибіотикочутливості та токсигенності, відстеження патогенів та розвиток імунної відповіді в ході лікування. Наночастинки застосовуються для адресної доставки ліків чи вакцинних препаратів.

Створено наноплатформи, що дозволяють ідентифікувати діагностично значимі структури та молекули в режимі реального часу та візуалізувати хід досліджень, перевищуючи за чутливістю традиційні методи дослідження. Це досягається застосуванням наночастинок золота, срібла, оксидів та інших наноматеріалів, котрі при взаємодії з специфічними органічними структурами чи молекулами спричиняють такі фізичні явища як поверхневий плазмонний резонанс, поверхневе комбінаційне розсіювання або ефекти квантових точок. Вказані ефекти реєструються відповідними сенсорами з наступним співставленням з матричними базами даних. Специфічність індикації компонентів мікробної клітини, токсинів або ферментів підвищується при застосуванні наночастинок з фіксованим антитілами або аптамерами - олігонуклеотидами ДНК, комплементарними до відповідних специфічних ділянок геному мікроорганізмів, тобто в цих нанотехнологіях поєднуються імунологічні та молекулярно-генетичні методи *M. M. Clavo, G. Maugeri. 2024. Diagn .Microb. Infect. Dis V 110. I. 4. 116533.*

У практичних мікробіологічних дослідженнях починають застосовувати методи виявлення летких органічних сполук - ЛОС (VOC) із застосуванням нанотехнологічних сенсорів на основі наночастинок (волеталомічні дослідження). Технологічні комплекси для таких досліджень називають «електронним носом» - electronic nose. Такі дослідження запропоновано для виявлення важливих характеристик збудників захворювання при скринінгу клінічного матеріалу, а також при санітарно-мікробіологічних дослідженнях води, харчових продуктів, житлових і промислових приміщень. Дослідження VOCs застосовуються для контролю біотехнологічних процесів, в агрокультурі для оцінювання фізіологічного стану рослин, взаємодію з мікробіоценозами ґрунту та реакцій на засоби захисту рослин.

ЧУТЛИВІСТЬ ШТАМІВ *KLEBSIELLA PNEUMONIAE* ВИДІЛЕНИХ З ВОГНЕПАЛЬНИХ ПОРАНЕНЬ

Фоміна Н.С.[1], Ковальчук В.П.[1], Фомін О.О.[2], Лазаренко Ю.В[2].
[1]*Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова,*
[2]*Військово-медичний клінічний центр Центрального регіону, м. Вінниця Україна.*
e-mail: Fomina.vnmu@gmail.com

Антибіотики відіграють провідну роль у контролі за інфекціями. Повномасштабне вторгнення Росії в Україну спонукало до негайного переформатування надання медичної допомоги пораненим з метою швидкої стабілізації стану та перенаправлення в лікарні для отримання подальшої спеціалізованої допомоги. Прогалини в інфекційному контролі, несвоєчасність, а подекуди і неможливість вчасно провести заходи щодо попередження інфікування сприяло контамінації вогнепальних ран мікроорганізмами. *Klebsiella pneumoniae* є одним із лідерів у розвитку ранових інфекцій. Окрім класичних штамів, які, на жаль, стали частими етіологічними агентами в структурі госпітальних інфекцій, зростає кількість інфекційних ускладнень, викликаних гіпервірулентними патотипами клебсієл. Серйозну проблему становить зростаюча антибіотикорезистентність клебсієл до більшості антибіотиків, в тому числі і до антибіотиків резерву. Метою роботи було дослідити чутливість штамів *K. pneumoniae*, виділених з вогнепальних ран військовослужбовців, що знаходились на лікуванні у медичних закладах Центрального регіону у період 2022-2023 роки.

Проведено бактеріологічне дослідження вмісту вогнепальних ран кінцівок 130 поранених у період з березня 2022 року по травень 2023 року, що знаходились на лікуванні у медичних закладах Центрального регіону з метою отримання спеціалізованої та високоспеціалізованої медичної допомоги. Визначення чутливості до антибіотиків було проведено диско-дифузійним методом у відповідності до рекомендацій EUCAST (European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing). Штами, що виявили резистентність хоча б до одного антибіотика з трьох різних груп відносили до полірезистентних (MDR – multidrug-resistant). Штами, що виявили чутливість тільки до 1 чи 2 окремих препаратів з рекомендованого переліку відносили до штамів з розширеною резистентністю (XDR – extensively drug-resistant). Бактерії, що виявили високий рівень чутливості до багатьох хіміопрепаратів були визначені як неполірезистентні (nMDR – Non-multidrug-resistant. Зростання кількості клебсієл у структурі госпітальних штамів, що викликають гнійно-запальні ускладнення ран є загальною світовою тенденцією. Нами було виділено 56 штамів *K. pneumoniae* (дані бактерії виділяли у кожного 3 пораненого). Результати визначення чутливості до антибіотиків показали, що всі ізоляти володіли високим ступенем резистентності до них. Жоден з виділених штамів не був визначений як nMDR. Кожен третій ізолят (33,9%) був віднесений до категорії з розширеною резистентністю до антибіотиків, всі інші штами (66,1%) – до категорії MDR. Найвищий рівень резистентності спостерігався для тобраміцину (96,43% штамів), і цефтазидиму (92,86%). Карбапенеми є антибіотиками вибору щодо грамнегативних неферментуючих бактерій. Рівень резистентності виділених штамів до іміпенему та меропенему становив 69,64% і 82,14% відповідно. Резистентних до колістину серед досліджених штамів не виявилось. Порівняно невисоким був рівень резистентності до тайгецикліну (28,6%). Варто зазначити, що тайгециклін і колістин відносяться до антибіотиків групи резерву. У цю ж групу включено лєвофлоксацин. Однак, серед виділених нами штамів *K. pneumoniae* не було жодного чутливого до антибіотиків фторхінолонового ряду, у т.ч. до лєвофлоксацину. Результати проведеного дослідження підтвердили високий ступінь резистентності штамів *K. pneumoniae*, що ускладнюють загоєння бойових ран, до більшості широко вживаних у сучасній практиці антибіотиків. Потребує частої, обґрунтованої результатами постійного моніторингу, корекції перелік антибіотиків резерву.

ORAL MICROBIOME ALTERATIONS IN PERI-IMPLANTITIS: COMPARATIVE INSIGHTS FROM DENTAL IMPLANTS AND SALIVA

Bessa L.J.

Egas Moniz Research for Interdisciplinary Research (CiiEM), Egas Moniz School of Health & Science, Almada, Portugal. e-mail: lbessa@egasmoniz.edu.pt

The increasing use of dental implants has been accompanied by a rise in peri-implant diseases, particularly peri-implantitis (PI), a biofilm-driven inflammatory condition causing progressive bone loss and implant failure. Comprehensive studies are urgently needed to clarify the microbial dysbiosis underlying PI, which is crucial for improving pathogenesis understanding and developing management strategies.

This study aimed to characterize the microbiome composition, diversity, and functional potential of the subgingival biofilm in healthy and PI-affected implants, and assess how well the salivary microbiome reflects subgingival profiles. Following Ethics Committee approval and specific inclusion/exclusion criteria, 40 participants with either healthy implants or a mix of healthy and PI-affected implants were recruited, yielding 100 saliva and subgingival samples. Shotgun metagenomic sequencing was performed for analysis.

Using log-ratio calculations and differential ranking analyses, key species were identified that distinguished healthy from diseased biofilms: *Mogibacterium timidum*, *Schaalia cardiffensis*, *Parvimonas micra*, *Filifactor alocis*, *Porphyromonas endodontalis*, *Porphyromonas gingivalis*, and *Olsenella uli* were associated with PI, whereas *Neisseria* sp., *Haemophilus parainfluenzae*, *Actinomyces naeslundii*, *Rothia mucilaginosa*, and *Rothia aeria* were linked to peri-implant health. Functional pathways linked to PI included arginine and polyamine biosynthesis, while healthy implants were associated with nucleotide biosynthesis, glucose metabolism, and tetrapyrrole biosynthesis. In saliva, species such as *Veillonella atypica*, *Veillonella parvula*, *Porphyromonas* spp., *Bifidobacterium dentium*, and *Neisseria sicca* were more abundant in PI.

Overall, healthy implants in PI-free mouths differed markedly in microbial and functional profiles compared with healthy implants coexisting with PI-affected implants, resembling PI profiles. Salivary microbiomes showed similar trends.

PHOTODYNAMIC INACTIVATION OF *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* USING ERYTHROSINE B - FUNCTIONALIZED HYBRID NANOCOMPOSITE

Bugyna L. [1], Bilská K. [1], Pribus M. [3] Švantner L. [1] Bujdák J. [2,3], and Bujdáková H. [1]

[1] *Department of Microbiology and Virology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University in Bratislava, 6, Ilkovičova, Bratislava, 842 15, Slovak Republic*.
e-mail: larysa.bugyna@uniba.sk, larina.bh@gmail.com
[2] *Department of Physical and Theoretical Chemistry, Faculty of Natural Sciences, Comenius University in Bratislava, 6, Ilkovičova, Bratislava, 84215, Slovak Republic*
[3] *Institute of Inorganic Chemistry, Slovak Academy of Sciences, 9, Dúbravská cesta, Bratislava, 845 36, Slovak Republic*

The potential photosensitizers erythrosine B (EryB) and eosin Y (EosY) are a synthetic xanthene dyes that has attracted attention for its promising antibacterial properties against *Staphylococcus aureus* and their biofilms. The aim was to analyze the photoactive properties of EryB and to demonstrate the effectiveness of polyurethane (PU) - based antimicrobial materials with a nanocomposite film based on saponite modified with poly(diallyldimethylammonium) cations and functionalized with EryB. Additionally, a potential impact of the Agr (Accessory Gene Regulatory System) quorum-sensing (QS) system participating in biofilm formation of bacteria was tested.

Preliminary experiments were performed only with the standard strain *S. aureus* CCM 3953 in the Mueller-Hinton broth. Different concentrations of EryB and EosY were tested on planktonic cells. To compare samples, they were irradiated with a green laser (λ = 532 nm, 100 mW) and green LED light (2.42 mW) for 2 or 10 min and for 1.5 h, respectively. The results were evaluated by calculating the colony-forming units (CFU/mL). Then, experiments were conducted with a nanocomposite containing the photoactive molecules EryB, which shoved a higher inhibitory effect compared to EosY.

The functionality and impact of the Agr system was tested in *S. aureus* standard strain and methicillin-resistant clinical isolates MRSA S73, S68, S66 using the Agr CAMP test and qRT-PCR employing the *agr* δ-haemolysin gene, *hld*, encoded by RNA III.

PU modified with EryB -functionalized hybrid film achieved approximately 1000-fold to10,000-fold reduction in biofilm growth of the standard strain of *S. aureus* and the resistant strains of *S. aureus* S73, S68 and S 66 after irradiation with both light sources. Preliminary results showed that PDI can affect the expression of genes involved in the Agr QS system.

The developed nanocomposite offers a promising avenue for future studies, particularly in healthcare, due to the potential of modified polymers for various applications, especially in healthcare, requiring specific surface properties.

This work was supported by the EU's Next Generation EU package through the Recovery and Resilience Plan for Slovakia under project no. 09I03-03-V01-00105 from the Government Office of the Slovak Republic and the Slovak Research and Development Agency under contracts of APVV-21-0302 and APVV-22-0150, and APD0134

RESULTS OF THE STUDY OF THE SENSITIVITY OF CLINICAL ISOLATES OF *SPHINGOMONAS PAUCIMOBILIS* TO ANTIBIOTICS

Fedorchenko V.I. , Ananieva M.M.

Poltava State Medical University, Poltava, Ukraine. e-mail: v.fedorchenko@pdmu.edu.ua
Centralized bacteriological laboratory of the Municipal enterprise "3-rd city clinical hospital of Poltava city council", Poltava, Ukraine. e-mail: anfila@ukr.net

S. paucimobilis is a glucose-nonfermenting Gram-negative bacterium that is widely distributed in both natural environment and hospitals. This microorganism is characterized by high resistance to disinfectants. Various infections in humans have been reported. Most of the reports have been limited to sporadic case reports. *S. paucimobilis* is present in the environments surrounding humans: natural environments, and in premises, in particular hospitals. This causes constant human contact with these microorganisms. Their potential role in the development of human infectious pathology requires further study. We isolated three cultures of *S. paucimobilis* from the throats of children with recurrent tonsillitis and determined the sensitivity of the isolated isolates to antibiotics. The determination of antibiotic sensitivity indicators was carried out by the Kirby-Bauer method. Therefore, when choosing the list of antibiotics to which sensitivity was determined, we used the recommendations specified in the EUCAST materials regarding their list for Gram-negative bacteria, as well as in accordance with the data of literary sources regarding the experience of sensitivity studies of this type of bacteria presented in the literature. This approach was applied due to the fact that EUCAST does not indicate the list of antibiotics and the criteria for determining sensitivity to them for *S. paucimobilis*. In this work, the authors do not give an assessment of the sensitivity or resistance of the studied isolates to individual antibiotics due to the lack of generally accepted criteria, instead they indicate the results expressed in the size (mm) of the zones of no growth formed around the disk with the antibiotic. The isolates were found to be sensitive to most antibiotics. The diameters of the zones of growth inhibition often exceeded 20 mm, sometimes even 30 mm. The diameter of the zone of growth inhibition of isolate No. 1 for Tobramycin was even 40 mm. For one or more isolates, the diameters of the zones of growth inhibition were less than 20 mm in the case of Ceftazidime, Amikacin, Gentamicin and the combined drug Cotrimoxazole. For Cotrimoxazole, the greatest variability in sensitivity was found. The diameters of the zones of growth inhibition in this case differed for isolates 1 and 3 by 1.7 times. The least sensitive isolates were found to Aztreonam, where the diameters of the zones of growth inhibition were less than 15 mm. The obtained results of the study of the sensitivity of *S. paucimobilis* isolates to antibiotics indicate a sufficient level of their sensitivity to many antimicrobial drugs, but also to the possible variability of these signs. Therefore, there is a possibility of the emergence of more resistant forms. In view of this, the controlled use of antimicrobial drugs to combat sphingomonads is as relevant as for diseases of other microbial etiology. Ceftazidime, Amikacin, Gentamicin and Cotrimoxazole are not the optimal choice for the empirical treatment of processes caused by *S. paucimobilis*. Aztreonam, which is used mainly for the treatment of infections caused by other gram-negative bacteria, is not an effective means of treating sphingomonad infections. The reasons for this phenomenon should be sought in the features of the chemical structure and metabolic processes of this microorganism.

DETECTION OF QUANTITATIVE AND QUALITATIVE CHANGES IN THE INTESTINAL MICROBIOME IN PERSONS WITH VARIOUS GASTROINTESTINAL TRACTPATHOLOGIES

GavryliukV., KurahinaN., LavrentievaK., SklyarT.,LazurenkoK., TrofimenkoI.

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine, e-mail: microviro@ukr.net

Today, medical practice has seen an increase in the frequency of diseases associated with a disruption of the biological balance between microorganisms that included in the compositionof the resident microbiota and the macroorganism. Therefore, there may be a cause-and-effect relationship between changes in the species and quantitative composition of the intestinal microbiocenosis and the occurrence and/or development of pathologies of various parts of the gastrointestinal tract, which are caused by the suppression of the immunological resistance of the macroorganism due to microbial imbalance in this biotope.The aim of the research was to identify quantitative and qualitative changes in the intestinal microbiome in individuals with various pathologies of the gastrointestinal tract. 145 people with digestive system pathologies in anamnesisparticipated in thisexperimental seria.Theresearch was conducted in accordance with the basic bioethical norms of the World Medical Association Declaration of Helsinki on Ethical Principles of Scientific and Medical Research, as amended (2000, amended 2008), the Universal Declaration on Bioethics and Human Rights (1997), and the Council of Europe Convention on Human Rights and Biomedicine (1997). All patients with gastrointestinal diseases revealed dysbiotic disorders in the composition of the intestinal microbiota. When analyzing the quantitative indicators of the ratio of different representatives of the intestinal microbiocenosis, significant deviations in titers of associates – representatives of the genera *Bifidobacterium, Lactobacillus, Enterococcus, Escherichia* – were found.So, a decrease in titers of symbiotic microbiota – bacteria of the genus *Lactobacillus*– to 10^0-10^4 CFU/ml was observed in 100% cases, *Bifidobacterium*– to 10^3-10^4 CFU/ml – in 17.2%; *Enterococcus*– to 10^3-10^4 CFU/ml – in 24.1%; typical *Escherichia*– to 10^3-10^5 CFU/ml – in 25.5% of people.These changes were fixed along with an increase in the concentrations of opportunistic microbiota: lactose-negative atypical *E. coli*– up to 10^7-10^9 CFU/ml and hemolytic atypical *E. coli*– up to 10^6-10^8 CFU/ml – in 17.9% and 20.7% of patients, respectively; *Clostridium spp*. – up to 10^7-10^9 CFU/ml – in 21.4% of people in our study; *Staphylococcus spp*. – up to 10^4-10^6 CFU/ml – in 26.2%; *Proteus spp*.– up to 10^5-10^7 CFU/ml – in 26.9% and yeast-like fungi *Candida spp*.– up to 10^5-10^7 CFU/ml – in 28.3% cases. The greatest deviations from the norm in the composition of the intestinal microbiota were observed in patients: with intestinal diseases (chronic colitis, nonspecific ulcerative colitis, Crohn's disease, irritable bowel syndrome, diverticular disease, terminal ileitis, Hirschsprung's disease) – 69 people (it was 47.6% of all people in our research);with stomach diseases (chronic gastroduodenitis, gastritis, gastroesophageal reflux disease, functional dyspepsia, peptic ulcer disease) – 52 people (35.9%). 19 patients had ananamnesis witha chronic pancreatitis (it was 13.1% of the total number of people who tested),and another 13 – with liver diseases (cirrhosis, steatosis, steatohepatitis, chronic cholecystitis, postcholecystectomy syndrome) – 9% of those, who wasresearched. It should also be noted that the most significant deviations in the composition of the intestinal microbiota were registered in the elderly and adolescents. Thus, the data obtained in this research demonstrate the presence of a direct relationship between quantitative and qualitative changes in the composition of the intestinal microbiome of patients and the development of pathologies of various parts of the gastrointestinal tract in them, as well as the fact that the intestinal microbiota can directly or indirectly influence to its progression.

ANTIFUNGAL STEWARDSHIP AND ITS PROSPECTS FOR IMPLEMENTATION IN UKRAINE

Hrynzovska A.A., Bobyr V.V.

Department of Microbiology and Parasitology with the Basics of Immunology of the Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine
e-mail: hrynzovska@nmu.ua

The aim of this study is to assess the prospects for implementing the Antifungal Stewardship (AFS) program in Ukraine, analyze existing regulatory documents, and identify key barriers to its implementation.

This study employed methods of regulatory document analysis, a literature review of scientific sources on antifungal stewardship, and an evaluation of antifungal drug control systems in various countries worldwide.

Antimicrobial Stewardship (AMS) is a strategic program aimed at the rational use of antimicrobial drugs to prevent the development of resistance, improve clinical outcomes, and reduce undesirable treatment consequences. Antifungal Stewardship (AFS) is a comprehensive program focused on the rational use of antifungal drugs to prevent fungal infection resistance, enhance treatment efficacy, and minimize adverse therapy outcomes.

Ukrainian legislation includes the Ministry of Health of Ukraine Order No. 2393 dated 03.11.2021 ("On the Approval of the Instructions for Implementing Antimicrobial Drug Administration in Healthcare Institutions Providing Inpatient Medical Care"), which is a key regulatory document governing AMS in Ukraine. This document officially approves the AMS program, defining mechanisms for the control and rational use of antimicrobial drugs in hospitals. It applies to antimicrobial drugs in general, including both antibacterial and antifungal agents. However, it does not distinguish AFS as a separate program, nor does it contain specific regulations for antifungal therapy. As a result, the AMS system is formally implemented, while AFS remains unofficially structured.

The medical care standard (Ministry of Health of Ukraine Order No. 1513 dated 23.08.2023) on "Rational Use of Antibacterial and Antifungal Drugs for Therapeutic and Preventive Purposes" outlines the principles of rational application of both antibacterial and antifungal drugs, reflecting the integration of AFS elements into the national healthcare system. However, AFS has not been designated as an independent program, nor has a dedicated framework been developed.

At the end of 2024, the government approved a national strategy for combating antimicrobial resistance until 2030, developed by the Ministry of Health of Ukraine. However, the primary focus remains on antibiotic resistance and methods to address it.

Antifungal drugs have distinct resistance mechanisms and specific application features, necessitating a separate approach. This could be achieved through the creation of a specialized regulatory document governing AFS as an independent program.

Ukraine has regulatory documents governing AMS, but a specialized AFS program is absent. Implementing AFS would optimize the use of antifungal drugs, reduce resistance risks, and improve treatment outcomes. Developing a dedicated regulatory document is essential for the effective implementation, monitoring, and control of AFS. Training healthcare personnel on the proper use of antifungals is a crucial component. Establishing and implementing AFS would contribute to reducing the economic burden on Ukraine’s healthcare system.

THE ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF CELL-FREE SUPERNATANTS OBTAINED FROM LACTIC ACID BACTERIA AGAINST INTESTINAL ISOLATES AND THEIR IMPACT ON PROBIOTIC STRAINS

Ivashko M. V., Boyko N.V.

Research Development and Educational Center for Molecular Microbiology and Mucosal Immunology, Uzhhorod National University, Narodna Square 1, Uzhhorod, 88000, Ukraine. e-mail: maksym.ivashko@uzhnu.edu.ua

Metabolites produced by lactic acid bacteria (LAB) exhibit a modulatory effect on the gut microbiota and contribute to the optimal functioning of human health. This study assessed the impact of cell-free supernatants (CFS) of LAB on various gut microbial representatives compared to the tested beneficial producer strains. The activity of the CFS was examined under different pH conditions and following thermal and proteolytic treatments. The antimicrobial activity of the CFS against *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella oxytoca*, and *Candida albicans* was assessed using the agar-well diffusion method.

The CFS of most LAB strains effectively inhibited the growth of *S. aureus*, *E. coli*, and *K. oxytoca*. Against *E. faecalis*, only the CFS of *Lacticaseibacillus casei* IMB 7412 (9.33 ± 0.58 mm), *Lactobacillus bulgaricus* S6 (9.17 ± 0.29 mm), and *Lab. bulgaricus* S19 (10.9 ± 0.17 mm) exhibited minor inhibition zones. Antifungal activity against *C. albicans* was observed exclusively for the CFS of *Lbs. casei* IMB 7412 (9.27 ± 0.25 mm). Based on the findings, the CFS of the five most active strains were selected: *Lbs. casei* IMB 7412, *Lactiplantibacillus plantarum* A, and *Lab. bulgaricus* A6, A22, and S6.

The effect of the CFS on beneficial producer strains was assessed in 96-well microplates. *Lbs. casei* IMB 7412 and *Lab. bulgaricus* A22 demonstrated the highest sensitivity to the CFS, whereas *Lpb. plantarum* IMB 7413 exhibited minimal changes in concentration. The CFS of *Lab. bulgaricus* A22 stimulated the growth of *Lpb. plantarum* A, yielding a count of 7.40 ± 0.17 CFU/mL compared to the control values of 7.21 ± 0.04 CFU/mL.

Minimal inhibitory concentration (MIC) and minimal bactericidal concentration (MBC) assays revealed that the broth microdilution method was more sensitive. The antimicrobial activity of the CFS against *E. faecalis* and *C. albicans* was detected exactly via microdilution, whereas the agar diffusion method failed to reveal activity.

Alterations in pH reduced antibacterial activity, with only the CFS of *Lbs. casei* IMB 7412 remaining active at pH 6 (10.83 ± 0.29 mm); at pH 9, the activity was lost. The CFS retained activity following thermal treatment, although it declined at 100 °C. Proteolytic treatment of the CFS from *Lbs. casei* IMB 7412 abolished antibacterial activity, indicating the presence of proteinaceous components.

These findings enhance the understanding of the antimicrobial properties of probiotic strain-derived CFS and their potential role in gut microbiota modulation.

PRODUCTION OF SURFACE BACTERIAL ANTIGENS

Kalinichenko S.[1], Kovalenko O.[2], Kordon T.[1], Bilozerskyi V.[1], Isaenko O.[1]

[1]*State Institution "Mechnikov Institute of Microbiology and Immunology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine" Kharkiv, Ukraine, kalinichenko_sv@ukr.net*
[2] *O.Ya.Usikov Institute Radiophysics and Electronics National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine, kovalenko-ire@ukr.net*

Bacteria use surface molecular structures to colonise any ecological niche of a macroorganism. The infectious process begins after adhesion and colonisation of the mucosal surface of the mucous membranes by microorganisms. Therefore, by affecting pathogenic bacteria at the initial stage of macroorganism colonisation (inhibition of bacterial adhesion), the development of the infectious process can be suppressed. This forms the basis of an anti-adhesive strategy for the development of new generation immunobiological drugs.

The aim of this work was to obtain surface antigens of *S. aureus*.

To induce adhesive properties, *S. aureus* ATCC 25923 was pre-irradiated with extremely high frequency electromagnetic waves in different modes with the study of the adhesive properties of the test culture after irradiation according to the standard method of V. I. Brylis et al. The following criteria were used for evaluation: SPA, KA, and IAM.

It was found that significant ($p \leq 0.01$) changes in adhesion parameters were observed under microwave irradiation of microbial cultures in the ranges of 40.0-42.2 GHz and 60.5-62 GHz for 8 hours. Treatment with microwave waves with a frequency in the range of 40.0-42.2, on average, reduced SPA by 2.1 times, KA by 1.4 times, and IAM by 1.9 times ($p \leq 0.01$). At the same time, irradiation with microwave waves in the frequency range of 60.5-62.0 GHz increased the adhesive properties of the test strain, which was manifested in a significant ($p \leq 0.01$) increase in SPA and IAM, on average, by 1.5 times.

According to the data obtained, the frequency ranges in the range of 60.5-62.0 GHz provided modulation of the adhesive properties. The greatest stimulation of adhesion occurred when using millimetre waves in the frequency range of 61.0 GHz. As for the theoretical justification, we assume that under the influence of weak electromagnetic waves in the millimetre range (microwave 30-300 GHz), acoustic and acoustoelectric oscillations can be excited in lipid-protein membranes of cells, which lead to functional changes in them with the subsequent activation of adaptation mechanisms, including changes in the expression level of membrane structures responsible for specific adhesion. The assumption that the effects induced by microwave irradiation relate at least not only to non-specific adhesion factors is indirectly supported by the duration of the changes in the adhesive activity of the irradiated strains and, especially, by the fact that the effect was observed even after 3-5 consecutive culture transfers.

The next step was to determine the optimal modes of ultrasonic treatment of the test culture *S. aureus* ATCC 25923. For the preparation of surface antigens, the ones provided by the Usikov Institute of Radiophysics and Electronics under the cooperation agreement were used. The highest protein concentration was in samples with an optical density of 10.0 MacFarland units.

Thus, when obtaining staphylococcal antiadhesins, it is advisable to first increase the adhesive properties of the test culture and then obtain native surface antigens.

FREQUENCY OF FUNGI DETECTION IN PODIATRIC PRACTICE AND THEIR SENSITIVITY TO ANTIMYCOTICS

Kordon T., Kalinichenko S.

State Institution "Mechnikov Institute of Microbiology and Immunology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine" Kharkiv, Ukraine, kordontatiana@gmail.com

Fungal infections of the skin and nails are one of the most common problems among patients seeking podiatric care. Patients with risk factors such as diabetes mellitus, peripheral circulatory disorders, nail injuries and immunodeficiency conditions deserve special attention. Early detection and the right choice of treatment contribute to the effective elimination of pathogens and prevention of recurrence.

The aim of this study is to analyse the frequency of fungal infections in patients seeking podiatric care, to identify the main types of pathogens and their sensitivity to antimycotics, and to assess the cases of discrepancies between microscopy and culture.

We studied 85 patients with suspected fungal skin and nail lesions. The material for the study was the nails and skin of the foot, as well as hand nails. Microscopic and bacteriological examination of scrapings was performed. The study of the biological properties of fungi, their identification and assessment of clinical significance was carried out according to generally accepted methods in a certified laboratory of the State Institution "Mechnikov Institute of Microbiology and Immunology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine".

Mycotic lesions were confirmed in 47 patients (55,3 %). Among them, in 38 patients (80,9 %) the lesion was localised on the foot nails, in 5 patients (10,6 %) - both on the foot skin and nails, in 4 patients (8,5 %) - on the hand nails, and only in 1 case (2,1 %) - isolated on the foot skin. The most commonly isolated fungi were *Trichophyton* (42,5 %), *Candida* (23,4 %), *Chaetomium* sp. and *Scopulariopsis* sp (10,6 %), and *Malassezia* and *Cryptococcus* sp. (4,2 %). It is worth noting that in 6 patients, microscopy was negative, and culture studies showed the growth of fungal isolates. In one case, on the contrary, despite positive microscopy results, the culture did not produce growth, which may be due to fungal isolates that do not always grow under standard conditions.

Dematophytes (*Trichophyton* sp., *Microsporum* sp., *Acremonium* sp.) in most cases showed high sensitivity to terbinafine and griseofulvin and predominant resistance to fluconazole, itraconazole, amphotericin. Nystatin and capsofungin had the most pronounced antimycotic effect against yeast-like fungi of the *Candida*, *Malassezia* and *Cryptococcus*. Mould fungi (*Chaetomium* sp., *Scopulariopsis* sp., *Ulociadium* sp.): were characterised by high sensitivity to terbinafine and griseofulvin.

The analysis of the frequency of fungal infections showed a high incidence of fungal infections among patients in podiatric practice. Fungi of the *Trichophyton* and *Candida* prevailed in patients with mycoses. All isolated fungal cultures were sensitive to terbinafine and griseofulvin. The data obtained are important for improving the efficiency of diagnosis and selecting the optimal treatment of fungal infections.

THE ROLE OF *KLEBSIELLA PNEUMONIAE* IN THE DEVELOPMENT OF PURULENT-INFLAMMATORY COMPLICATIONS OF COMBAT WOUNDS

Kotsar O.V., Kochnieva O.V.

Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine,
e-mail: ov.kotsar@knmu.edu.ua

Antibiotic resistance of microorganisms is becoming a global problem of modern medicine. This problem is especially acute in Ukraine due to military actions. Mine-explosive injuries, gunshot wounds, traumatic amputations of limbs and massive burns are usually accompanied by severe complications caused by microorganisms resistant to most known antibacterial drugs. The leading pathogen in purulent-inflammatory infections of combat wounds is *Klebsiella pneumoniae*. The uniqueness of these microorganisms lies in their extreme resistance, because they can simultaneously retain about 24 antibiotic resistance genes and the ability to form biofilms that reduce the effectiveness of antimicrobial drugs. The development of measures for the timely prevention and treatment of complications of combat wounds is a necessary and urgent task for physicians in medical practice.

The aim of the study was to determine the composition of the microbiome of wound infection caused by mine blast injuries. Conducting an analysis of the levels of antibiotic sensitivity of the isolated clinical strains of *K. pneumoniae.*

The study included 96 patients who suffered from mine blast injuries, had infectious complications (wound infection) or were suspected of having it. Bacteriological studies to isolate, identify and determine antibiotic sensitivity were conducted according to regulatory documents. The main criteria were the patient's status as a serviceman, the fact that the patient received a mine blast injury in combat conditions, the presence of the results of a microbiological study of the wound, which was considered a sign of the presence of an infectious process or suspicion of it.

Based on the obtained data, the composition of the wound microbiome from patients with wounds was analyzed in detail. 46 strains were isolated from the pathological material, among which *K. pneumoniae* was the leading etiologic factor of wound infection in 39% of cases, and *S. aureus* in 28%. A smaller proportion was made up of *P. aeruginosa* (13%), *Acinetobacter spp*. (8.7%), and the proportion of isolated strains of *E. faecalis* and *E. coli* was correspondingly (4.3%) and (6.5%). It should be noted that 50% of all studied *K. pneumoniae* strains were resistant to different groups of antibiotics, i.e. multiresistant. It was found that the most sensitive *K. pneumoniae* strains were to amikacin and gentamicin (45.4%). Sensitivity to piperacillin/tazobactam was (36.3%). The proportion of strains sensitive to ceftazidime, meropenem, levofloxacin and ciprofloxacin did not differ significantly and amounted to (27.2%). Less active were antibiotics amoxicillin, ampisulbin, ceftriaxone, cefepime, cefoperazone, cefotaxime, imepenem, sensitivity to which amounted to almost (9%).

Thus, the results of the study showed that among the causative agents of wound infection, the leading place was occupied by *K. pneumoniae* strains, 50% of which were multiresistant. *K. pneumoniae* isolates retained high sensitivity to aminoglycosides. Antibiotic sensitivity to fluoroquinolones and carbapenems was (27%). β-lactam antibiotics and cephalosporins had less activity, sensitivity to which was almost (9%). In addition, the study showed that in wound infections, gram-negative microorganisms predominated in the microflora, which are more often associated with severe infectious complications and the stay of patients in intensive care units. The results of our studies coincided with the data of researchers from other countries who studied the level of resistance of wound infection pathogens after mine-blast injuries.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PALATINE TONSILLAR MICROBIOTA IN HEALTH AND ACUTE TONSILLITIS

Kravets N.Ya., Klymnyuk S.Iv.

Horbachevsky Ternopil National Medical University . Ternopil, Ukraine.
e-mail natakravec7@gmail.com

Tonsillitis is a common infectious disease affecting mainly children and young adults.The palatine tonsils are part of the Waldeyer's ring and perform an essential immunoregulatory function, but are susceptible to various pathogens.The disease is often self-limiting but can lead to complications. Current scientific evidence points to the polymicrobial nature of tonsillitis, with key roles played by β-hemolytic group A streptococci, Staphylococcus aureus, Streptococcus pneumoniae, Haemophilus influenzae and anaerobic genera.The limited sensitivity of traditional methods has driven the adoption of molecular techniques, particularly 16S rRNA gene sequencing.Of particular importance is the analysis of alpha diversity, an ecological index that quantifies the richness and evenness of microbial communities within a sample.This index provides a comprehensive characterisation of microbial diversity and is increasingly being used to investigate associations between microbiota composition and chronic tonsillar inflammation.The study aimed to assess the structure of the tonsillar microbiome in acute tonsillitis by means of alpha diversity indices and analysis of bacterial composition.

The study used swabs from 49 patients with acute tonsillitis and 12 healthy individuals. Diagnoses were confirmed using the protocol: "Unified Clinical Protocol of Primary, Secondary (Specialized), and Tertiary (Highly Specialized) Medical Care: Tonsillitis" Oropharyngeal samples were collected, analysed using standard bacteriological methods, and identified using appropriate tests. Changes in microbiota composition were assessed using alpha diversity indices. The tonsillar microbiome in patients with tonsillitis showed the following composition: α-hemolytic streptococci predominated (89.8%), but the proportion of pathogenic microorganisms such as *β*-hemolytic group A streptococci (12.2%) and *Staphylococcus aureus* (31.4%) increased significantly. There was also a decrease in the proportion of commensal species (*Neisseria spp.* - 24.5%, *Corynebacterium spp.* - 18.3%). The presence of fungi of the genus *Candida* (4.0 $\log_{10}$ CFU/ml) was detected in 8.2% of cases. The control group showed a typical tonsil microbiome with a dominance of *α*-hemolytic streptococci (100%), *Neisseria spp.* (58.3%) and *Corynebacterium spp.* Pathogens *(S. aureus, Moraxella spp.)* were rarely detected (≤25%) in low numbers (≤3.8 Log_{10} CFU/ml). The analysis of alpha diversity revealed a reduction in microbial diversity among patients with acute tonsillitis compared to the control group. The Shannon index in the study group was 0.76 ± 0.41, while in the control group it was 1.08 ± 0.33 (p = 0.013), indicating a statistically significant decrease in overall diversity. The Simpson index (1–D) was also lower in patients (0.44 ± 0.25) compared to controls (0.64 ± 0.14, p = 0.028), suggesting reduced evenness in the microbial community. Although the mean Chao-1 index (reflecting species richness) was lower in the study group (2.49 ± 1.07) than in the control (3.08 ± 0.90), this difference did not reach statistical significance (p = 0.06).The tonsillar microbiome in patients with acute tonsillitis demonstrates signs of dysbiosis, characterized by a significant reduction in alpha diversity (Shannon and Simpson indices) and a taxonomic shift toward pathogenic species. A notable increase in the prevalence of β-hemolytic group A streptococci and Staphylococcus aureus was accompanied by a marked depletion of typical commensals such as Neisseria spp. and Corynebacterium spp.. Although species richness (Chao-1) showed only a trend toward reduction, the observed compositional imbalance highlights a disruption of microbial homeostasis.

ANTIBIOTIC-RESISTANCE AND PLASMID PROFILES OF OPPORTUNISTIC STRAINS OF THE ENTEROBACTERIACEAE FAMILY ISOLATED FROM THE MALE UROGENITAL TRACT

Kurahina N.V., Kulyk P.D.

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine
E-mail: nvcher@gmail.com

Currently, the problem of drug resistance development among microorganisms colonizing the urogenital system is becoming particularly relevant due to the widespread occurrence of dysbiotic conditions in the reproductive systems of both men and women. A significant trigger contributing to the emergence and spread of nosocomial infections is the formation of hospital strains of antibiotic-resistant microorganisms.

Using qPCR, targeted identification of the urogenital tract microbiome was performed. It was found that samples obtained from 220 (85.6%) examined individuals did not contain obligate pathogenic bacteria. The most common participants in the infectious process of the male urogenital tract were members of the *Enterobacteriaceae* family. Specifically, DNA from the *Enterobacteriaceae* family was detected in 202 clinical samples (78.6%), DNA of *Enterococcus* spp. in 28 samples (10.9%), DNA of *Haemophilus* spp. in 8 samples (3.1%), and *P. aeruginosa* DNA in one sample. From the 202 clinical samples, the following strains were isolated and identified: *E. coli* – 128 strains (63.4%), *Proteus mirabilis* – 30 strains (14.9%), *Proteus vulgaris* – 12 strains (5.9%), *Klebsiella pneumoniae* – 22 strains (10.9%), and *Klebsiella oxytoca* – 10 strains (4.9%).

An analysis of the antibiotic susceptibility spectra of the isolated enteric bacteria showed that the most common resistance among *Escherichia* was monoresistance to ampicillin (21%) and combined resistance to ampicillin and amoxicillin/clavulanate (12%). Quite often (8%), strains with the ApCpmCtaCrdCtx phenotype were detected, indicating resistance to III- and IV-generation cephalosporins and ampicillin, i.e., to β-lactams. Strains resistant to 7 or 9 drugs (ApCpmCtaCtxCzdAm/ClGmCipMox phenotype) were identified with a frequency of 5%. Other resistance combinations were found in individual strains, constituting less than one-third of the studied cultures (26%). Among *Klebsiella* strains, 23% were resistant only to ampicillin and 14% – to both ampicillin and amoxicillin/clavulanic acid. The phenotype with resistance to 8 antibiotics occurred at a frequency of 5% to 9%. In *Proteus* spp. the most common resistance was to ampicillin (22%) and a combination of ampicillin and amoxicillin/clavulanate (11%). The ApAm/ClCpmCzdCtxCta phenotype, indicating resistance to β-lactams, was found in 9% of the strains. Also common were phenotypes showing resistance to β-lactams as well as ciprofloxacin and gentamicin – ApAm/ClCpmCzdCtxCtaCip (7%) and ApAm/ClCpmCzdCtxCtaCipGm (5%).

In multiresistant *E. coli* strains, extrachromosomal genetic elements were identified. However, plasmid profiles did not show a correlation with the spectrum of bacterial antibiotic-resistance. The *E. coli* study results demonstrated significant plasmid diversity in terms of molecular weight and combinations of plasmid types within a single strain. The detected plasmids varied in molecular weight (from 1.5 to 50 kb) and could occur in quantities from 1 to 3 plasmids per cell. Some multiresistant strains did not contain any plasmids. The presence of plasmids was also assessed in other isolated representatives of the *Enterobacteriaceae* family. In *Proteus mirabilis*, four plasmids of different molecular weights were identified. Despite the challenges of plasmid isolation in *Klebsiella* spp., one small plasmid was extracted from *Klebsiella pneumoniae* and several plasmids of varying sizes from *Klebsiella oxytoca*. All tested *Proteus* and *Klebsiella* strains were multiresistant.

THE EFFECT OF CEPHALOSPORINS AND VANCOMYCIN ON *CORYNEBACTERIUM DIPHTHERAE* BIOFILM FORMATION

Motyka O., Korniychuk O., Kapustiak K., Zarichna O.

[1] – *Danylo Halytskyi Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine. e-mail: difteriandi@gmail.com*

[2] –*Institute of Cell Biology, National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine*

Corynebacterium diphtheriae, re-emerging human pathogen, is a causative agent of respiratore and cutaneus diphtheria. Also systemic infections, often caused by strains that do not produce diphtheria toxin, are increasingly common. One of the factors that determine the success of therapy is the pathogen's ability to biofilm formation. Interaction of antimicrobials with biofilm matrix components, reduced growth rates determinants of antibiotic resistance and tolerance.

The aim of the study was to investigate the effect of antimicrobials on the formation of biofilms in *C. diphtheriae* isolates.

The eigthteen *C. diphtheriae* isolates (nine toxygenic and nine non-toxigenic) with intensive biofilm-formation were researched. The minimum inhibitory and minimum bacterial concentrations (MICs and MBCs, respectively) for planctoning culture was determined by broth dilution method. To investigate biofilm formation process, the crystal violet assay were used. The anti-biofilm effect of 0.5 MIC cefazoline, ceftriaxone, cefuroxime, cefepime, ofloxacine, ciprofloxacine and vancomycine was determined.

All of isolates were susceptible to cephalosporins, fluooroqinolones and vancomycin. Six corynebacterium isolates in planctoning culture were tolerant to penicillin (MBCs/MICs $\geq$ 32).

Among cephalosporins, cefazoline (first-generation) and ceftriaxone (third-generation) showed the most pronounced antibiofilm activity: in Inhibition of biofilms formation in 61.1% of cases were observed. Cefuroxime (third-generation) and cefepime (fourth-generation) showed somewhat weaker effect: biofilm formation was inhibited in 50.0% and 38.9% of cases, respectively. Cefepime was inactive agains biofilms formation in three of six penicillin-tolerance isolates, cefotaxim – in four isolates.

Ofloxacin and ciprofloxacin inhibited process of biofilm formation in 55.6% and 50.0% of cases, respectively. At the same time, ciprofloxacin was noticeably less active against penicillin-tolerant isolates. Vancomycin showed anti-biofilm effect in 44.4 % of cases. In 16,7 % of cases, biofilm formation in the presence of vancomycin subinhibitory concentration was more intense than in its absence. Two of the three isolates for which this effect was observed were penicillin-tolerant in planctoning culture. No reliable relationship was found between toxin production and the intensity of film formation.

The results of the study show an ambiguous effect of antibiotics on the formation of biofilms in *C. diphtheriae*. For isolates that are penicillin-tolerance in planctonic culture, antibiofilm effect of oher antimicrobial groups (cephalosporins, floorochinolones, vancomycin) may decrease.

NORMALIZATION OF GLUCOSE PRODUCTION AND INFLAMMATION AS A RESULT OF PROBIOTIC BACTERIA INFLUENCE IN EXPERIMENTAL OBESITY IN MICE

Palamarchuk A.R., Melnikova O.I., Babenko L.P., Lazarenko L.M., Spivak M.Y.

D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine. e-mail: LazarenkoLM@gmail.com

The use of probiotics based on representatives of the community microbiota in the complex personalized treatment of patients with obesity and metabolic syndrome is an important strategic direction in the fight against the most common diseases. The aim of the study was to determine the effect of the probiotic strain *Lactobacillus* casei IMB B-7280 in monoculture and the composition *L. casei* IMB B-7280 / *Bifidobacterium animalis* VKB / *B. animalis* VKL on blood glucose level and inflammatory response in experimental obesity in mice. Obesity in male BALB/c mice was induced by a fat-enriched diet (FED). Obese mice, which were switched to a normal diet, were administered probiotic bacterial strains orally daily for 10 days. The concentration of glucose in the blood of mice was determined using a FreeStyle Optium NEO glucometer (Abbot Deabetes Care Ltd (England)). The functional activity of peritoneal exudate macrophages (PEM) was assessed by their ability to absorb latex particles and oxygen-dependent bactericidal activity in the nitroblue tetrazolium reduction test. An enzyme-linked immunosorbent assay was used to determine the content of tumor necrosis factor (TNF)-α in the blood serum. The results were statistically processed using the nonparametric Kolmogorov-Smirnov test.

It was found that the consumption of FFAs by mice led to the development of alimentary visceral obesity, confirmed by a significant accumulation of visceral fat in the abdominal cavity with an increase in blood glucose levels. Hyperglycemia was associated with the development of the inflammatory process at the systemic level: an increase in the content of serum TNF-α, as well as hyperactivation of the oxygen-dependent bactericidal activity of MFPE were observed. The latter had an impaired phagocytosis and depleted reserve capabilities of intracellular systems, which can lead to chronic inflammation and contribute to increased susceptibility to the development of infectious and other diseases in the blood serum compared with control values.

It has been shown that the probiotic strain *L. casei* IMB B-7280 (separately) and the composition *L. casei* IMB B-7280 / *B. animalis* VKB / *B. animalis* VKL had a partial preventive effect on diet-induced obesity in mice. Their administration reduced the weight of visceral fat and normalized the production of TNF-α and functional activity of MMPE. Under the influence of L. casei IMB B-7280, blood glucose content decreased to normal levels. On the contrary, in obese mice transferred to a normal diet and not administered probiotic bacteria, normalization of blood glucose and TNF-α production was not observed, although a decrease in visceral fat mass and partial restoration of the functional activity of MFPE were detected.

Thus, the probiotic strain *L. casei* IMB B-7280 (separately) and the composition *L. casei* IMB B-7280 / *B. animalis* VKB / *B. animalis* VKL are promising for the development of multifactorial probiotics, capable of normalizing metabolism and inflammatory response in obesity. Further research should be aimed at identifying of new effective compositions of probiotic bacterial strains, selecting their rational dosage and determining of optimal regimens taking into account individual characteristics: age, gender, intestinal microbiota spectrum, state of the immune system, etc.

LOCAL MONITORING OF ANTIBIOTIC SUSCEPTIBILITY OF UROPATHOGENIC BACTERIA CONDUCTED IN 2024

Pokryshko O.V., Filiminova N.I., Klymniuk S.I., Yakoviv I.Yu.

Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, Ukraine

Nowadays, urinary tract infections (UTI) compose 40% of all hospital infections and have covered 15% of out-of-hospital prescriptions of antibiotics for treating UTI.

The aim of this study was to examine the resistance rate of uropathogenic bacteria isolated in the Ternopil University Hospital in 2024.

The samples were taken before the start of antibiotic therapy. Culture was considered positive if concentration of microbes was at least 10^4 CFU/ml. The strains were identified according to laboratory guidelines. Susceptibility to antibiotics was determined by the Kirbi-Bauer method. Statistics were processed by WHO-NET 5.1.

The 88 urine samples were investigated. Microflora was not detected in 27 samples. In most cases (65.4%) gram-negative conditionally pathogenic bacteria were isolated. *Escherichia coli* isolates were the most common (34.4% of all cases). *Klebsiella pneumoniae, Enterobacter spp*. were isolated equally - 9.8%. *Acinetobacter spp., Pseudomonas aeruginosa, Citrobacter freundii, Proteus mirabilis* were isolated less frequently (1.64-9%). *Staphylococcus saprophyticus* was most often isolated among gram-positive cocci (13.1%). *S. epidermidis* and *S. aureus* were found in 8.2%, *Enterococcus faecalis* - 4.9%.

Most antibiotics were effective against isolated uropathogens, just *P. aeruginosa* isolates were found as multidrug-resistant. The susceptibility of *E. coli* isolates to carbapenems were detected in 94.4-100.0% cases, to fluoroquinolones - in 53.8-77.8%, to cephalosporins – in 53.8-68.4%. *Acinetobacter spp., P. mirabilis* were resistant to fluoroquinolones, but susceptible to cephalosporins (66.7-100%). Gram-positive cocci were susceptible to all antibiotics, except *S. saprophyticus* isolates which were resistant to clarithromycin, levofloxacin, moxifloxacin, clindamycin (33.3-100.0%).

Thus, among uropathogens, conditionally pathogenic bacteria such as gram-negative *E. coli*, gram-positive *S. saprophyticus* have prevailed. The analysis of susceptibility to antibiotics of bacteria isolated from urine samples detected the reliability of the required microbiological monitoring to prevent microbial resistance to antibiotics and to use antibiotic therapy of UTI effectively.

UNLOCKING THE SECRETS OF SUCCESSFUL REGENERATIVE ENDODONTICS: THE ROLE OF *ENTEROCOCCUS FAECALIS* IN TREATMENT OUTCOMES

Rakhimova O[1]., Wikström A[2, 4, 5]., Călin P.[3], Tsilingaridis[4] G., Brundin M[2]., Romani Vestman N[2].

[1]*Umeå University, Department of Odontology, Umeå, Sweden. email: olena.rakhimova@umu.se*
[2]*Department of Endodontics, Public Dental Health Services, Eastman Institute, Stockholm, Sweden*
[3]*Department of Odontology, "Nicolae Testemitanu" State University of Medicine and Pharmacy, Chisinau, Moldova*
[4]*Division of Paediatric Dentistry, Department of Dental Medicine, Karolinska Institute, Stockholm, Sweden*
[5]*Centre of Paediatric Oral Health, Huddinge, Sweden*

In necrotic immature teeth, where successful microbial disinfection is essential to treatment outcomes, regenerative endodontic treatment (RET) is used to stimulate root maturation. In this study the effects of intracanal medications calcium hydroxide (CH) and 2% chlorhexidine gluconate (CHD) on bacterial burdens and RET outcomes were assessed.

Bacterial samples from 41 patients, who took part in a previous randomized controlled trial (RCT) study, comparing CH and CHD during RET were included in this study. Real-time quantitative polymerase chain reaction (qPCR) was used to analyse 123 microbiological samples. Three time points—before root canal disinfection (S1), after root canal disinfection (S2), and following intracanal dressing (S3)—were used to measure bacterial burdens. The microbial composition in the samples was assessed at the level Eubacteria kingdom, Actinomycetota phylum, and *Enterococcus faecalis* species.

Regardless of the RET treatment result, significant decreases in bacterial loads were noted following root canal disinfection in both the CH and CHD populations. Only the successful RET cases had additional decreases following intracanal dressing. In successful cases, Actinomycetota levels significantly decreased following root canal disinfection, whereas no change was observed after intracanal medication. While there were no appreciable variations in the intracanal medications' efficacy, the presence of *E. faecalis* following intracanal dressing was linked to unsuccessful treatment outcomes at a statistically significant level (OR = 9.778; p = 0.0432).

Bacterial loads were successfully decreased by CH and CHD, and the higher reduction cases were associated with favourable RET results. Given the correlation between *E. faecalis* and unsuccessful RET, it is possible that this species influences therapy results. To find potential prognostic markers for failed RET, more studies, including microbiota analysis, are needed.

PHAGOCYTE RESPONSES TO BACTERIOPHAGE DERIVED dsRNA *IN VITRO*SEX- AND AGE-DEPENDENT FEATURES

Skivka[1] L., Dovhyi[1] R., Dvukhriadkina[1] A., Ostrovska[1] K., Rudyk[1] M., Pjanova[2] D.

[1]*Educational and Scientific Centre "Institute of Biology and Medicine", Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine*
[2] *Latvian Biomedical Research and Study Centre, Riga, Latvia*
rom1996@knu.ua

Bacteriophage-derived double-stranded RNA (bp-dsRNA), commercially known as Larifan, is a broad-spectrum antiviral agent with strong interferon-inducing properties. In SARS-CoV-2-infected golden Syrian hamsters, Larifan significantly lowers viral load in the lungs and mitigates the severity of virus-induced tissue damage. Tissue damage and multi-organ dysfunction in severe inflammatory conditions such as SARS-CoV-2–associated pneumonia are primarily driven by an excessive and uncontrolled immune response, commonly referred to as a "cytokine storm." Central to this hyperinflammatory process are phagocytic immune cells – including circulating monocytes and granulocytes, as well as tissue-resident macrophages. Preliminary evidence suggests that bacteriophage-derived double-stranded RNA (bp-dsRNA), known as Larifan, is sensed by immune cells – particularly phagocytes – through nucleic acid sensors such as RIG-I and TLR3. However, the downstream effects of bp-dsRNA engagement with these receptors in phagocytic cells remain poorly understood. It is also well established that immune responses vary significantly depending on age, sex, and genetic background. Given these considerations, the present study aimed to explore how Larifan influences the metabolic profile of resting peripheral blood monocytes and granulocytes, as well as alveolar macrophages, in mice of different strains (Balb/c and C57Bl/6), sexes, and ages. BALB/c and C57BL/6 mice exhibit distinct immune response profiles, serving as classical models for Th2- and Th1-skewed immunity, respectively. BALB/c mice are predisposed to robust humoral responses, making them more effective against extracellular pathogens, while C57BL/6 mice favor strong cell-mediated immunity, better suited for combating intracellular infections. In our experiments. In our experiments, baseline levels of key phagocyte metabolic parameters including phagocytic activity, oxidative metabolism, and expression of phenotypic markers CD80 and CD206, were consistently higher in C57BL/6 mice compared to their BALB/c counterparts, regardless of sex or age. Moreover, C57BL/6 mice exhibited more robust metabolic responses to bp-dsRNA exposure. However, the patterns of these responses differed markedly between the two strains, indicating strain-specific variations in phagocyte reactivity to bp-dsRNA. Response patterns in circulating vs tissue-resident phagocytes differed in a similar manner across both mouse strains. Exposure of circulating monocytes to bp-dsRNA led to a reduction in reactive oxygen species (ROS) production, irrespective of strain, sex or age. In contrast, treatment of alveolar macrophages more frequently resulted in enhanced intracellular ROS generation rather than its suppression. Additionally, Larifan exposure downregulated CD80 expression in alveolar macrophages, whereas in circulating phagocytes, it induced an upregulation of this activation marker. Age-related differences in the baseline metabolic parameters of phagocytes, as well as in their responses to bp-dsRNA, were more pronounced in BALB/c mice. Generally, the most pronounced modulatory anti-inflammatory effect of the drug was observed in phagocytes from older male mice of both strains. This further supports the therapeutic potential of Larifan, considering the higher incidence and more severe course of hyperinflammation in men compared to women, as well as in the elderly compared to younger individuals. Taken together, our findings indicate that bp-dsRNA does not primarily promote a bivalent phenotype in phagocytes, but rather attenuates their hyper-inflammatory responses by modulating antigen presentation. At the same time, it helps preserve key functional characteristics typical for these patrolling, first line defense cells.

ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF BIOSYNTHESIZED SILVER NANOPARTICLES AND THEIR CONJUGATES WITH ANTIBIOTICS

Sklyar T.V., Khromykh N.O.

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine. e-mail: microviro@ukr.net

Nanomaterials, in particular the silver nanoparticles (AgNPs), currentlyare used in various fields of medicine, including being considered as one of possible means of overcoming antibiotic resistance. The emergence of pathogenic bacteria resistant to many or most antibiotics has occurred due to excessive and often inappropriate use of drugs, and currently represents a serious global threat. Antibacterial effects of AgNPs are realized at cellular level, and also affects many bacterial structures and metabolic processesat the same time, that's why AgNPs pose a low risk of developing bacterial resistance. Biosynthesis of AgNPs based on plant extracts is known as an ecofriendly and low-cost alternative to the traditional methods of producing nanomaterials.The paper presents the results of disc-diffusion testing the activity of phytosynthesized silver nanoparticles against clinically isolated bacterial strains which demonstrated the resistance to several antibiotics. Activity of silver nanoparticles biosynthesized using aqueous leaf extract of *Sorbus aria*plants (*Sa*-AgNPs) was studied against clinical *Staphylococcus epidermidis* strain that was characterized with the resistance to some common fluoroquinolones (ofloxacin and levofloxacin) and cephalosporins (ceftriaxone, cefuroxime, cefepime, and cefoxitin), while moderate sensitivity to aminoglycosides, namely gentamicin (inhibitionzone 7.8 ± 0.4 mm at a dose 10 µg/disc) and amikacin (10.1 ± 0.2 mm at a dose 30 µg/disc). The antibacterial activity of *Sa*-AgNPs against *S. epidermidis* strain was dose-dependent in the concentration range of 0.156 – 10 µg/disc, with the respective inhibition zonerangefrom 8.3 ± 0.1to 16.2 ± 0.4 mm. Comparative analysis show that growth inhibition effects of *Sa*-AgNPsexceeded the effect of aminoglycosides on *S. epidermidis* strain, namely, the action of gentamicin by 2.1 times, and amikacin by 1.6 times. Taking into account the notable antibacterial activity of *Sa*-AgNPs at the doses of 5.0, 2.5, and 1.25 µg/disc (the respective inhibition zones 14.0 ± 0.5, 10.3 ± 0.4, and 10.2 ± 0.3 mm), it may be concluded that silver nanoparticles showed high activityin wide range of concentrations, and appear to be a promising antimicrobial agent for combating drug-resistant *S. epidermidis* strain. Furthermore,the application of *Sa*-AgNPs in combination with conventional antibiotics can open the opportunity to decline the doses of antibiotics which are known for unwanted side effects during their use. For example, the side effects of gentamicin, such as nephrotoxicity, neurotoxicity, ototoxicity, hematological disorders and impairment of liver function, can be mitigated by treating lower doses of antibiotic in combination with silver nanoparticles.Of course, further research is needed to confirm this assumption. Activity of silver nanoparticles biosynthesized from aqueous leaf extract of *Chaenomeles japonica* (*Ch*-AgNPs) and ceftriaxone-conjugated nanoparticles (*Ch*-AgNPs-Cfx) was studied against*Pseudomonas aeruginosa*clinical strain resistant to some cephalosporins,except forcefuroximeand ceftriaxone (inhibition zones 10.3 ± 0.7 and7.0 ± 0.4mm).Antibacterial effects of *Ch*-AgNPs and *Ch*-AgNPs-Cfx were dose-dependent in the range of 2.5–20 µg/disc with respective zones of inhibition from 10.0 ± 0.2to11.5 ± 0.5mm, and from 10.5 ± 0.3to15.0 ± 0.3mm, exceeding the inhibitory effect of ceftriaxone in similar doses, and characterizing both nanomaterials as promising bactericidal agents. Inhibition of *P. aeruginosa* growth by *Ch*-AgNPs-Cfxexceeded the antibacterial effect of *Ch*-AgNPs by an average of 13.5%, which indicates an increase in antibacterial potential due to combined action of silver nanoparticles and the antibiotic. Further research on *Ch*-AgNPs and *Ch*-AgNPs-Cfx may be aimed at creating effective means to reduce antibiotic doses without losing antibacterial activity against resistant pathogens.The obtained results indicate the promising application of the antimicrobial potential of silver nanoparticles and their combination with antibiotics, especially in the growth inhibition of multiresistant pathogens.

TAXONOMIC COMPOSITION, POPULATION LEVEL AND SOME MICROECOLOGICAL INDICATORS OF THE GUT MICROBIOME IN PATIENTS WITH DIFFUSE TOXIC GOITER

Sydorchuk L.I.

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.
E-mail: leonidsyd@gmail.com

The coexistence of different organisms in one biome has always been a key issue in biological sciences. A numerous of known and, possibly, unknown creatures live in an immense universe in different levels of organization of the phenomenon of life. And its multifacetedness and close evolutionary relationship between diverse organisms of different taxonomic groups are important for understanding their influence on each other. A typical situation is when changes in the multicellular eukaryotic organism of the host lead to changes in environment for the existence of microorganisms, which must adapt to such conditions. And this adaptation process is not always completely beneficial for everyone. Thus, a bacteriological and mycological study of the taxonomic composition, population level and microecological indicators of the colon ecosystem of 87 patients with diffuse toxic goiter (aged 19 to 57 years) was conducted in comparison with the corresponding indicators of practically healthy individuals, numbering 107 people. In patients with diffuse toxic goiter, the elimination of the most important in terms of representation in the composition of the human colonic microbiome, with a multifunctional role in maintaining ecological homeostasis, bacteria of the genus *Bifidobacterium* (in 17.46%), *Lactobacillus* (in 4.02%), *Propionibacterium* (in 53.27% of patients), occurs. Against this background, there is a contamination and colonization of the colon with anaerobic conditionally pathogenic *P.niger* (in 28.97%), *P.magnus* (in 27.10%), *P.melaninogenica* (in 10.28%). A much broader taxonomic composition of aerobic and facultative anaerobic bacteria contaminating the colon. The colon is contaminated by *E. coli Hly+*, *E. coli Lac-*, *P. mirabilis*, *P. vulgaris*, *E. aerogenes*, *C. freundii*, *H. alvei*, *S. marcescens*, *E. faecalis*, bacteria of the genus *Staphylococcus* and others.

According to analytical microecological indicators, namely the index of constancy, the frequency of occurrence, Margalef`s species richness index, Whittaker`s species diversity index , Simpson`s and Berger-Parker`s species dominance indices, as well as the population level, the quantitative dominance coefficient of and the significance of the role of each taxon in the formation of the microbiome and the participation of important taxons in the “quorum sensing” system, it was shown that the main taxons that form the intestinal microbiome in patients with diffuse toxic goiter are *B. fragilis, E. coli*, bacteria of the genus *Bifidobacterium, Lactobacillus, Staphylococcus*. Additional microbiota is represented by *P. niger*, bacteria of the genus *Clostridium, Proteus*, yeast-like fungi of the genus *Candida*. Due to a significant decrease (by 71.48%) in the population level of bacteria of the genus *Bifidobacterium, Propionibacterium* (by 64.71%), and *Lactobacillus* (by 19.46%), it is necessary to use complex probiotics to restore the colon microbiome of patients with diffuse toxic goiter.

MICROBIOTA AND COLORECTAL CANCER

Tishchenko I.Yu.[1], Dubinina N.V. [1], Peretyatko O.H. [2]

[1]*National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine*
[2]*State Organization "Mechnikov Institute of Microbiology and Immunology", Kharkiv, Ukraine. e-mail: microbiology@nuph.edu.ua*

Nowadays, it is known that the intratumor microbiota coincides in composition with the intestinal microbiota, and the effect of intestinal bacteria on carcinogenesis has already been studied in sufficient depth. Intestinal microbiota can have both a systemic effect, affecting tumors in distant organs, and a local effect, directly affecting intestinal cells. In addition, the work of the immune system, which monitors all cells of the body, depends on the balance of intestinal microbiota.

Colorectal cancer is the fourth leading cause of cancer death worldwide. In 45% of patients, colorectal cancer is associated with the presence of the bacterium *F. nucleatum* in the intestine. *Fusobacterium nucleatum* is an anaerobic gram-negative bacterium that is a commensal inhabitant of the oral cavity. It is classified as a microorganism associated with various forms of periodontitis. In addition, it is known for its ability to leave the oral cavity and reach various distant organs through the bloodstream. *F. nucleatum* is found in tumors of the mammary gland, pancreas and colon, where it apparently plays an important role in carcinogenesis. *F. nucleatum* also has unique virulence factors - adhesin FadA, Fap2 and RadD. It is able to travel through the bloodstream thanks to the adhesin FadA, which allows the bacterium to attach to vascular epithelial cells. The receptor for FadA is vascular endothelial cadherin (VE), an intercellular interaction molecule that holds cells together. FadA binds to VE-cadherin, causing it to move, resulting in increased endothelial permeability and penetration of the bacterium into the bloodstream. Traveling through the bloodstream, *F. nucleatum* enters the intestine, where it promotes the development of colorectal cancer through several mechanisms - invasion, colonization, and secretion of proinflammatory cytokines.

In addition to adhesion to endothelial cells, the FadA protein allows the bacterium to adhere to both normal intestinal epithelial cells and tumor cells. *F. nucleatum* binds to epithelial cadherin (or E-cadherin), a protein that spans the cell membrane and holds cells together. This activates the Wnt/β-catenin pathway, which normally regulates cell proliferation and differentiation, genetic stability, and apoptosis. Aberrant activation of this pathway leads to accumulation of β-catenin in the nucleus and promotes activation of oncogenes such as c-Myc and cyclin D1. In addition, activation of proinflammatory genes creates a microenvironment conducive to the development of colorectal cancer.

Another protein of the outer membrane, Fap2, is a lectin, i.e. a protein that can bind to carbohydrates on the cell surface. With its help, *F. nucleatum* attaches to the Gal-GalNAc polysaccharide, which is overexpressed on the surface of colorectal cancer cells. This explains why the bacteria seem to gather around the tumor and colonize it much more actively than the surrounding normal tissue. In addition, the Fap2 adhesin allows *F. nucleatum* to stimulate the production of proinflammatory cytokines in tumor cells: IL-8 (a chemokine and neutrophil activator), as well as CXCL1 (a chemokine). Due to this, such conditions are created around the tumor that enhance the process of metastasis.

While in the intestine, *F. nucleatum* interacts with other microorganisms surrounding the tumor. The RadD protein can act as an intermediary in communication between *F. nucleatum* and other bacteria, which contributes to the formation of multispecies biofilms. As a result, such conditions are formed that are favorable for the colonization of *F. nucleatum*. The presence of *F. nucleatum* in colon tumors is associated with a poor prognosis for patient survival. Thus, it should be taken into account that during the treatment of patients with colorectal cancer, it is necessary to determine the composition of the intestinal microbiota and study its effect on the course of the disease in more detail.

IMMUNOGENIC MEMBRANE PROTEINS OF *MYCOPLASMA HOMINIS* FOR THE DEVELOPMENT OF IMMUNOENZYME ASSAYS

[1,2]Vlasenko L.V., [1]Halytska S.M., [1]Nikolaienko I.V.

[1] *"Vitrotest Bioreagent" LLC, Kyiv, Ukraine*
[2] *Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine e-mail: lucy.mar4enko@gmail.com*

Determination of antibodies to *Mycoplasma hominis* can be useful in the comprehensive diagnosis of urogenital mycoplasmosis alongside cultural testing and polymerase chain reaction. The immunogenic structures of mycoplasmas, to which specific antibodies are produced in humans, are membrane lipophilic proteins. Among these, several lipoproteins – such as P120, Vaa (p50), p80, and LMP complex – play a key role in eliciting the immune response. Typically, recombinant P120 is used as a component of enzyme-linked immunosorbent assays (ELISAs). One of the main challenges in using recombinant proteins in diagnostic assays is their limited ability to reproduce the full antigenic structure of native lipoproteins, often presenting only a narrow range of antigenic determinants. Strategies to overcome these limitations include using a mixture of native proteins or designing a chimeric recombinant protein. In general, native antigens offer higher assay sensitivity and better coverage of the antibody spectrum produced in response to the pathogen. The aim of this study was to obtain a mixture of purified immunogenic membrane proteins from *M. hominis* for the development of a diagnostic test system for antibody detection.

To obtain a mixture of native proteins, biomass cultivated in Oxoid liquid medium was washed twice with phosphate-buffered saline (PBS), resuspended in Tris-NaCl buffer solution (pH 8.0), and lysed via sonication three times – with and without freeze-thaw cycles. Membrane lipoproteins were extracted using a biphasic separation method involving an aqueous phase (Tris-NaCl, pH 8.0) and a hydrophobic phase containing Triton. The efficiency of lysis and protein extraction was assessed by measuring total protein concentration using the Smith method (bicinchoninic acid assay), and all extracts were evaluated by ELISA.

It was found that combining sonication with freeze-thaw cycles enhanced lysis efficiency. The protein content in the extract after sonication alone was 0.398 mg/ml, while the combination with freeze-thawing increased it to 0.743 mg/ml. Some of the membrane proteins transferred to the aqueous phase during extraction; however their concentration was low, with most proteins retained in the Triton-containing phase. The total protein concentration in the aqueous phase ranged from 0.072 mg/ml to 0.675 mg/ml. However, this increase was likely due to inpurities, as no ELISA activity was detected. The actual protein concentration in the aqueous phase was determined to be 0.105 mg/ml, and in the hydrophobic phase – 0.398 mg/ml and 0.743 mg/ml. Surprisingly, the ELISA activity of the latter was low, a finding confirmed through repeated testing under various conditions. To eliminate the interfering effects of Triton, the hydrophobic phase containing membrane proteins was treated with a chloroform-methanol mixture and then redissolved in PBS. The protein concentration after this step was 0.29 mg/ml. The activity of the denatured antigen was 111% higher than that antigens extracted from the aqueous phase. To assess the quality of the obtained protein, its ELISA performance was compared with the recombinant P120 using sera from individuals of different demographics: women, children and men. The test system using recombinant P120 yielded positive results in 9% of men, 13% of women, and 13% of children. In contrast, the system using the protein mixture showed positive responses in 30% of men and 57% of women, while children showed no positive responses. These results closely align with published data on the prevalence of *M.hominis* in the human population (*A. M. Dashchuk, 2017*).

In conclusion, we obtained a fraction of *M. hominis* immunogenic proteins containing denatured membrane proteins. This mixture may serve as the basis for a diagnostic system with improved performance compared to existing recombinant protein-based assays.

DETERMINING THE EFFECTIVENESS OF A WHO-RECOMMENDED HAND HYGIENE TECHNIQUE TO REDUCE MICROBIAL LOAD AND IMPROVE HAND HYGIENE COMPLIANCE

Vodianyk A.A., Shyrobokov V.P., Poniatovskyi V.A.

Bogomolets National Medical University, Department of Microbiology and Parasitology with Basics of Immunology, Kyiv, Ukraine. email: arkadiythe1@gmail.com

The World Health Organization (WHO) has proposed recommendations for hand hygiene, which include a six-step technique for hand wash and handrub. However, adherence to hand hygiene and all six steps of handrub among medical staff is quite low. In our study, we evaluated the effectiveness of reducing microbial load on the skin of hands depending on the number of steps performed for hand hygiene and the duration of handrub.

Ten volunteers' hand skin was artificially contaminated by soaking in fluid which contains *E. coli* K-12 stain. Contamination fluid was prepared according to the European standard EN 1500:2013. Subsequently handrub was performed using an alcohol-based antiseptic. WHO-recommended handrub formulations was used which included: ethanol 96% – 833.3 ml; hydrogen peroxide 3% – 41.7 ml; glycerol 98% – 14.5 ml; water – 110.5 ml.

Various modifications of the six-step technique, either excluding certain elements or reducing the time spent on each step were used. After the handrub, hand rinses were performed, and the number of viable microorganisms in the obtained samples was determined.

Following Log reductions were achieved after applying one recommended step – 1,07; two steps – 1,8; three steps – 1,91; four steps – 2,17; five steps – 2,76. Using all six steps for 30 seconds resulted in a log reduction of microorganisms up to 2.82 (total colony forming units (CFU) = 2.02×10^3 (95% CI: 1,48 – $2,57\times10^3$)). Adhering to all six steps of the WHO 6-step hand hygiene method for 15 seconds resulted in a log reduction of 2.817 (CFU = $2.039\pm0.889\times10^3$).

Adherence to all stages of the WHO-recommended 6-step hand hygiene technique provided effective decontamination of hand skin. Reducing the duration of antiseptic use from 30 to 15 seconds did not decrease the effectiveness of the antiseptic action and can be considered as a measure for increase of hand hygiene compliance.

THE INFLUENCE OF SUBINHIBITORY CONCENTRATIONS OF PLANT EXTRACTS ON THE PROCESS OF ENTEROBACTERIA SPP. AND *P. AERUGINOSA* BIOFILM FORMATION

Yurchyshyn O.I., Hamorak H.P., Reshetniak N.I.

Ivano-Frankivsk National Medical University, Ivano-Frankivsk, Ukraine.
e-mail: oyurchyshyn@gmail.com

One of the virulent factors of bacteria is their ability to form biofilms - clusters of microorganisms that attach to the surfaces of cells and medical devices, which is common in hospital-acquired infections. To form biofilm, bacteria coordinate their genomes by quorum sensing systems. Biofilm-related infections are compounded by the development of antimicrobial resistance, which increases the risk of disease recurrence and antibiotic treatment failure. This is because the penetration of the AMP into the biofilm is significantly reduced and depends on several factors, including the type of bacteria, the stage of population development, the type of antibiotic, its molecular weight, charge, and stability. Pathogen adhesion is a critical step in the infection process, as has been mainly demonstrated for *E. coli, P. aeruginosa,* and *Kl. pneumoniae*. Researchers are interested in finding BAC that can delay or prevent the formation of microorganisms biofilms to overcome the problem of antibiotic resistance. We investigated three extracts (extractant - 90% ethanol), which showed antimicrobial and antibiotic potentiating activity in previous investigations. *E. coli, Kl. pneumoniae* ESBL, *P. aeruginosa* clinical isolates, and ATCC strains were used in this study. The effect of subinhibitory concentrations (1/4, 1/16 MIC) of extracts on the biofilm formation process was studied by the quantitive microtiter plate method (Stepanović et al.). The optical density (OD) was measured at 570 nm using an automated ELISA reader; 33% glacial acetic acid was used as blank (negative control). Each growing strain was tested in triplicates. Strains were classified into 4 categories: non-adherent ($OD \leq ODc$), weakly adherent ($ODc < OD \leq 2\times ODc$), moderately adherent ($2\times ODc < OD \leq 4\times ODc$), or strongly adherent ($OD > 4\times ODc$), based upon the calculated cut-off OD (ODc) values of the bacterial films. The cut-off OD (ODc) for the microtiter plate test is defined as three standard deviations above the mean OD of the negative control.

All *Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae,* and *Pseudomonas aeruginosa* test strains exhibited weak adhesive properties ($ODc < OD \leq 2\times ODc$) the values of the bacterial films ranged from 0.11 to 0.39. The extractant 90% ethanol did not affect the adhesive properties of the studied microorganisms cultures. The greatest ability to inhibit *Pseudomonas aeruginosa* biofilm formation was demonstrated by *Geranium pratense* L. root and *Alnus incana* L. fruit extracts to 34.28% and 37.14%, respectively. While *Betula verrucosa* L. buds extract did not influence or increased adhesive properties of all tested strains from 28.2 to 163%. *Geranium pratense* L. root and *Robinia pseudacacia* L. flower extracts at a concentration of 1/4, 1/16 MIC reduced the ability of *E. coli* isolates to form biofilms; the percentage of biofilm formation delay was 18.2% - 23.07%. *Alnus incana* L. fruit extract decreased biofilms formation of *E. coli* ESBL strain to 20.51%. No investigated extracts influenced the adhesive properties of *Klebsiella pneumoniae* 1705 ATCC. *Sanguisorba officinalis* L. root and *Cotinus coggygria* Scop. leaves did not exhibit any antiadhesive activity against used cultures. All *Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa,* and *Klebsiella pneumoniae* test strains exhibited weak adhesive properties. In the presence of subinhibitory concentrations of *Geranium pratense* L. root and *Alnus incana* L. fruit extracts, a decrease in the ability to form biofilms by the studied strains of microorganisms was observed. The rich chemical composition of the herbs determines a wide range of their activities, including antimicrobial, antiadhesive, and antibiotic potentiating. This research describes the development of therapeutic approaches that target pathogenic adhesion and provide potential alternatives to antibiotics.

Секція 4. *Фізіологія, біохімія, генетика і молекулярна біологія мікроорганізмів*

Section 4. *Physiology, biochemistry, genetics and molecular biology of microorganisms*

ВЛАСТИВОСТІ ЛІПОПОЛІСАХАРИДУ *ECHERICHIA COLI*, ІЗОЛЬОВАНОГО ІЗ ЗВІРОБОЮ ЗВИЧАЙНОГО

Броварська О.С.[1], Гаркава К.Г.[2], Довгопола К.А.[3], Булигіна Т.В.[4]

[1]Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна, e-mail: oksanabro2016@gmail.com
[2]Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сикорського, м. Київ, Україна
[3]ДСНС України, м. Ніжин, Україна
[4]Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Володіючи широким спектром екологічної толерантності, представники *Enterobacteriaceae* здатні займати різні екологічні ніші, в тому числі грунт, повітря, комахи, рослини, тварини, а також виявлені нові місця проживання представників *Enterobacteriaceae* в природному середовищі, зокрема в організмі медоносних бджіл. Раніше нами були проведені дослідження ліпополісахаридів (ЛПС) *Echerichia coli,* ізольованих із організмів як здорових пацієнтів, так і хворих на діарею. Метою даної роботи було дослідити властивості ЛПС *Escherichia coli* 43, виділеного із рослин, зокрема пагонів лікарської рослини, звіробою звичайного і порівняти його властивості з раніше вивченими. ЛПС *E. coli* 43 був виділений із пагонів звіробою звичайного, який ріс на території, що заходилась близько аеродрому «Жуляни» (Київ). Екстрагований водно-фенольним методом ЛПС *E. coli* 43 був очищений від домішок нуклеїнових кислот і білка, містив 39,8 % вуглеводів, що менше в порівнянні з ЛПС, виділеними зі штамів *E. coli,* ізольованих із організму людини. Характерні компоненти молекули ЛПС 2-кето-3-дезоксиоктонова кислота (0,014%), а також гептози (0,11%) були виявлені. Моносахаридний склад ЛПС представлений фукозою (2,01 %), манозою (30,62 %), галактозою (36,64 %), глюкозою (24, 13 %), гептозою (4,34 %) і неідентифікованим моносахаридом (2,26 %). Домінуючими жирними кислотами ЛПС *E. coli* 43 були 3-гідрокситетрадеканова (44,8 %), тетрадеканова (32,6%) та додеканова (22,6 %). За жирнокислотним складом ЛПС *E. coli 43* був подібний до вивчених раніше ЛПС *E. coli* 2890 та *E. coli* 2892, одержаних з організму практично здорових пацієнтів. Наявність тільки однієї 3-гідрокситетрадеканової кислоти, яка ацилює як аміно-, так і гідроксигрупи залишків глюкозаміну, є характерною властивістю ліпідів А представників родини *Enterobacteriaceae*. Відомо, що препарати ЛПС завжди гетерогенні, що пов'язано з наявністю в S-формах молекул з різною довжиною полісахаридного ланцюга та молекул R-форми, у яких відсутні полісахаридні ланцюги. Результати ДСН-ПААГ електрофорезу свідчать про те, що ЛПС *E. coli* 43 утворює значну кількість фракцій з різною ступеню електрофоретичної рухливості: швидко та повільно рухливі. Фракції, які проходять більшу відстань в процесі електрофоретичного розподілення відповідають незаміщеному олігосахариду кора, а менш рухливі – олігосахариду кора, заміщеному різною кількістю О-специфічних полісахаридних ланцюгів, від одного до 40. Гетерогенність повільно рухливих компонентів можна пояснити різною довжиною О-специфічного полісахариду, а саме рухливість зменшується при додаванні одного ланцюга, що повторюється. Така гетерогенність ЛПС обумовлена особливостями його біосинтезу і може сприяти щільній упаковці молекул ЛПС, що створює певну топографію клітинної поверхні, яка необхідна для функціонування бактеріальної клітини.

ФУНКЦІОНАЛЬНІ АМІЛОЇДИ ЯК ФАКТОР АДАПТАЦІЇ *CANDIDA ALBICANS* ДО ДІЇ АНТИБІОТИКІВ

Войтович О. В.

Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, м.Запоріжжя, Україна.
e-mail: svvoit@gmail.com

Амілоїдні білки або амілоїди (АМ) цікаві біологам та медикам з багатьох точок зору. Насамперед ці білки задіяні у патогенезі хронічних системних захворювань. По-друге, АМ мають аномальні для білків фізико-хімічні властивості і часто асоціюються з пріонами. По-третє, вони здатні продукуватися мікроорганізмами, що становить основу формування ними біоплівок. Крім того, сучасні уявлення розділяють АМ на функціональні та патогенні, однак невідомо як це пов'язано з їх походженням та амінокислотним складом. Численні дослідження продукції функціональних АМ бактеріями вказують на роль різних речовин як тригерів цього процесу. У цьому зв'язку мало що відомо про мікроскопічні умовно-патогенні гриби які є частиною нормальної мікробіоти людини. З огляду на зростання поширеності грибних інфекцій і зокрема кандидозів слизових оболонок, дослідження продукції АМ грибами *C.* albicans є важливим. До того ж раніше ми дослідили вже вплив антибіотиків на активність функціональних амілоїдів таких умовно-патогенних мікроорганізмів складових нормальної мікробіоти людини, як *S. aureus* та *E. coli*.

Мета роботи полягала у визначення впливу АБ на продукцію АМ умовно-патогенними грибами *C. albicans*. Об'єктом дослідження була референс-культура *C. albicans* ATCC 885/653. Культура *C. albicans* засівалась газоном на поверхню поживного середовища стандартним способом як для диско-дифузійного методу. Використовувались диски з ністатином і кетоконазолом. З колоній *C. albicans*, які виросли на межі зони затримки росту навколо диску з АБ готувався препарат для виявлення амілоїдів (препарат 1). Матеріал *C. albicans* з ділянки на межі зони затримки росту засівався на поверхню нового поживного середовища і дослід повторювався з приготуванням наступного препарату *C. albicans* з ділянки на межі зони затримки росту (препарат 2). В якості контролю були препарати *C. albicans* приготовані з колоній які не піддавались дії АБ. Виявлення продукції амілоїдів проводилось цитохімічним методом. Для цього бактеріальні препарати після висушування та фіксації у 96% етанолі фарбувались 0,5% розчином конго червоного у 50% етанолі за методом Highman. Пофарбований препарат ми вивчався із застосуванням люмінесцентного мікроскопа. Вивчення препаратів проводилось за допомогою мікроскопа RPIMO-STAR (ZEISS, Німеччина) в УФ спектрі та програми AxioVision (ImagingAssociatesLtd, Німеччина). Оцінка інтенсивності флюоресценції амілоїд-позитивних *C. albicans* проводилася за допомогою програми аналізу та обробки зображень ImageJ (NIH, США) і представлена у вигляді ум. од. оптичної щільності.

Диско-дифузійний метод показав, що референс-культура *C. albicans* ATCC 885/653 чутлива до обох АБ з діаметром зони затримки росту більше 20 мм. При цьому, порівняно з контрольним препаратом, в препараті 1 під дією ністатину *C. albicans* збільшила продукцію АМ в 2,1 рази, а під дією кетоконазолу – в 2,6 рази. Після повторного посіву матеріалу з ділянки на межі зони затримки росту із застосуванням диско-дифузійного методу культура *C. albicans* вже стала резистентною до обох АБ, з діаметром зони затримки росту менше 14 мм. Спостерігалось також і посилення продукції АМ грибами. Порівняно з контрольним препаратом в препараті 2 під дією ністатину продукція АМ *C. albicans* була в 4,3 рази більшою, а під дією кетоконазолу – в 4,7 рази більшою.

Тож, було показано що антибіотики є тригерами продукції функціональних АМ грибами *C. albicans*, найбільш активним при цьому є кетоконазол. Антибіотикорезистентні мікроорганізми, зокрема *C. albicans*, через високу продукцію функціональних АМ, можуть розглядатися як потенційне джерело патогенних АМ в організмі людини.

ВИВЧЕННЯ РОСТОВОЇ АКТИВНОСТІ ШТАМУ *AZOTOBACTER CHROOCOCCUM* IMB B-7836

Дука О.С.[1], Воробей Ю.О.[1], Козар С.Ф.[2], Логоша О.В[2].

[1]Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, м. Чернігів, Україна. e-mail: oleksandr.hermes@gmail.com
[2]Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів, Україна. e-mail: olha.lohosha94@gmail.com

Фіксація молекулярного азоту є ключовим біологічним процесом, який разом із фотосинтезом забезпечує підтримання життя на Землі. Провідну роль у азотфіксації відіграють діазотрофні організми, що завдяки особливому механізму фомування взаємодії з рослинами мають різноманітні форми й активно вивчаються сучасними науками — мікробіологією, генетикою, біохімією та фізіологією.

Дослідження, що проводяться вже багато років в світі і, зокрема, в Україні, показали, що ґрунтові азотфіксувальні бактерії здатні забезпечити надходження десятків мільйонів тон біологічного азоту в ґрунт щорічно. Вивчення властивостей діазотрофів, їх здатності утворювати симбіози і асоціації з рослинами та шляхи оптимізації інтродукції різних видів корисних мікроорганізмів у кореневу зону сільськогосподарських культур – залишається актуальним на сьогоднішній день.

При цьому одним із найскладніших питань є регулювання ростової і функціональної активності діазотрофів.

Створення ефективного біологічного препарату для сільськогосподарських культур передбачає селекцію мікроорганізмів з комплексом корисних властивостей, що здатні витримувати негативні впливи навколишнього середовища; а також підбір оптимального поживного середовища для мікроорганізмів, яке задовольнятиме їх фізіологічні потреби та розкриватиме агрономічно-цінні властивості мікроорганізмів – біологічних агентів інокулянту.

Тому метою даного дослідження було вивчення особливостей росту нового штаму *A. chroococcum* IMB B-7836 в синтетичних та напівсинтетичних середовищах, зокрема в промисловому середовищі, модифікованому нами для отримання високо титру азотфіксувальних бактерій, що сприятиме підвищенню ефективності використання *A. chroococcum* IMB B-7836 для інокуляції овочевих культур.

Досліджено особливості росту *A. chroococcum* IMB B-7836 в рідких середовищах різного хімічного складу. В синтетичному середовищі Ешбі максимальний титр клітин *A. chroococcum* IMB B-7836 становив 4,2 млрд. через 72 год. культивування, що вдвічі нижче за титр, отриманий за культивування у модифікованому нами середовищі з мелясою. Вказане середовище для виробництва препарату, забезпечує максимальний титр *A. chroococcum* IMB B-7836 в оптимальні строки культивування. Так, максимальна чисельність КУО *A. chroococcum* IMB B-7836 складала 9,3 млрд на 72 годину культивування.

Отже, нами підібрано оптимальне поживне середовище для виробництва препарату, хімічний склад якого забезпечує максимальний титр *A. chroococcum* IMB B-7836 в оптимальні строки культивування діазотрофів.

НОВИЙ ЗБУДНИК ДЛЯ ЕУСТОМИ *PSEUDOMONAS FLUORESCENS*

Гнатюк Т.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна
e-mail: gnatuktatiana@gmail.com

Еустома (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.) або лізіантус це однорічні або короткоживучі багаторічні квіткові рослини, що активно використовуються як в квітникарстві, так і як декоративна рослина. В нашій країні еустома почала набирати популярність у квітникарстві відносно недавно. Окрім імпорту вирощують еустому і в Україні на територіях Київській, Дніпропетровській, до повномасштабного військового вторгнення на Миколаївській, Одеській та Запорізькій областях. Вирощують еустому на продаж в теплицях. В залежності від збудника, еустома може страждати від грибних, бактеріальних та вірусних захворювань. Грибні хвороби є найпоширенішою групою захворювань еустоми, які уражають листя, стебла та корені. Бактеріальні хвороби уражають усі частини рослини: корені, стебла, листя та квіти. Основними бактеріальним хворобами еустоми є: гниль кореня (мокра бактеріальна гниль) – *Burkholderia gladioli*, бактеріальне в'янення та розтріскування стебла – *Trinickia caryophylli*, бактеріальний вілт – *Ralstonia solanacearum*, бактеріальні плямистості – *Pseudomonas* spp.

Так у 2021 році було проведено фітопатологічне обстеження уражених саджанців еустоми двох сортів (місце надходження теплиці в районі Енергодару, Запорізької області). Із уражених частин рослин було виділено за морфотипами дві основні групи бактерій. Колонії II типу – округлі, гладкі, блискучі з рівним прозорим краєм, молочно-білі, менш щільні ніж тип I. За штучного зараження рослин еустоми штам 9E виявляв високу агресивність (3-4 бали, за п'ятибальною шкалою). При рості на МПБ спостерігалась помітна флуоресценція, а також при визначені оксидази була позитивна реакція. Ці два показники дають можливість зробити припущення, що штам 9E (який є типовим представником морфогрупи II) може відноситись до *Pseudomonas fluorescens*.

Оскільки, було висунуто припущення, що штам 9E відноситься до представників родини *Pseudomonas*, то було проведено LOPAT-тест. LOPAT-тест це комплекс тестів, який включає в себе визначення продукції левану (L), оксидази (O), пектинолітичної активності (P), аргініндигідролазної активності (A) і реакція надчутливості на тютюні (T), і розподіляє всі фітопатогенні *Pseudomonas* на п'ять груп (група VI і V мають по дві підгрупи a та b). Штам 9E за LOPAT-тестом віднесено до групи V підгрупи b, в якій знаходиться *P. fluorescens*. Для цієї групи притаманні наступні результати: L – «+», O – «+», P – «–», A активність – «+» та T – «+».

Визначення фізіолого-біохімічних властивостей проводили за допомогою API-систем 20E та 32E. Досліджуваний штам 9E повністю співпадає із колекційним штамом *P. fluorescens* IMB B-8573 та даними літератури по API 32E тест-системі, відрізнявся варіабельністю ферментування триптофану у API 20E. Також було проведено перевірку до здатності флюоресценції на поживному середовищі Кінг Б. Обидва штами, колекційний та дослідний, давали сильну флюоресценцію, блакитного відтінку. Саме такий відтінок притаманний бактеріям виду *P. fluorescens*.

Таким чином, за патогенними та фенотиповими властивостями (морфолого-культуральними та фізіолого-біохімічними) штам 9E подібний до референтного штаму *P. fluorescens* IMB B-8573 та даним літератури. Отже, нами вперше було виділено з рослин еустоми вірулентний штам, який попередньо ідентифіковано як *P. fluorescens*.

ФІЛОГЕНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ НАЙБІЛЬШ ШКОДОЧИННИХ ЗБУДНИКІВ БАКТЕРІАЛЬНИХ ХВОРОБ ОКРЕМИХ КВІТКОВИХ КУЛЬТУР

Гнатюк Т.Т., Данкевич Л.А.
Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України, м. Київ,Україна. e-mail: gnatuktatiana@gmail.com

Еустома (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.) або лізантус (*Lisianthus grandiflorus*) - рід рослин, що належать до родини тирличевих (*Gentianaceae*). Поширення *Eustoma* у рослинництві зросло завдяки популярності її продукції та високому попиту на ринку. Крім імпорту у відносно невеликій кількості, але з тенденцією до зростання, вирощують цю рослину і в Україні, переважно у Запорізькій, Київській, Дніпропетровській, Миколаївській та Одеській областях. Еустому можуть уражувати збудники різної етіології. До найпоширеніших грибних захворювань еустоми належать фузаріоз, фітофтороз, сіра гниль та вертицильозне в'янення. Найпоширенішим бактеріальним захворюванням еустоми є: гниль кореня (мокра бактеріальна гниль) – *Burkholderia gladioli*, бактеріальне в'янення та розтріскування стебла – *Trinickia caryophylli*, бактеріальний вілт – *Ralstonia solanacearum*, бактеріальні плямистості – *Pseudomonas* spp. Одним із способів боротьби з розповсюдженням фітопатогенів є їх вчасна і коректна ідентифікація. Як правило для коректної ідентифікації фітопатогенних бактерій використовують поліфазну таксономію що включає в себе дослідження патогенних, морфологічних, культуральних та біохімічних властивостей, жирнокислотного складу клітинних ліпідів та спорідненості нуклеотидної послідовності гену 16S рРНК, що є обов'язковим критерієм виду. Саме філогенетичний аналіз що базується на встановленні спорідненості нуклеотидної послідовності гену 16S рРНК є найбільш вживаним таксономічним підходом при ідентифікації бактерій. Саме тому метою наших досліджень був філогенеттичний аналіз ізольованих з уражних рослин еустоми бактерії.

У дослідженнях використали штам 1Е ізольований з уражених рослин еустоми. ДНК копію гена 16S рРНК ампліфікували з використанням універсальних праймерів pA-5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3' (8-27, нумерація за *E.coli*) і pH-3'-AAGGAGGTGATCCAGCCGCA-5 '(1542-1523, нумерація за *E. coli*). Ампліфікати 16S рДНК сиквенували з 5'- і 3 'кінців на автоматичному сиквенаторі 3130 Genetic Analyzer. Встановлення спорідненості нуклеотидних послідовностей гена 16S рРНК досліджуваних штамів із аналогічними нуклеотидними послідовностями типових штамів зазначених вище родів, що розміщені у GenBank, здійснювали використовуючи програму BLASTN (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST/). Для побудови дендрограми філогенетичних зв'язків застосовували програму MEGA 5.

За даними філогенетичного аналізу ізольований нами з еустоми штам споріднений з типовим штамом *B.gladioli* pv.*gladioli* NCPPB 1891 на 100%, з *B.glumae* M6-4 на — 98,75%, а з *B.plantarii* CIP 105769 на — 97,82%. Натомість спорідненість даного штаму з *T. caryophylli* ATCC 25418 становить лише — 95,28%. Згідно дендограми філогенетичних зв'язків даний штам утворив кластер з типовим представником виду *B.gladioli* pv. *gladioli*. Цей кластер є близькоспорідненим з кластером утвореним видами *B.glumae* і *B.plantarii*. Тобто штам 1Е за аналізом нуклеотидної послідовності гену 16S рРНК на 100% споріднений з *B.gladioli* pv.*gladioli* NCPPB 1891. На основі філогенетичного аналізу штам 1Е ізольований з еустоми віднесено до виду *B.gladioli*.

ФІТОТРОФНІ АСКОМІКОТИ: ІДЕНТИФІКАЦІЯ, ГІДРОЛІТИЧНА АКТИВНІСТЬ

Гудзенко О.В.[1], Андріанова Т.В.[2], К.В. Авдіюк[1], Л.Д. Варбанець[1]

[1]*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна*
[2]*Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України , м. Київ, Україна*
e-mail: alena.gudzenko81@gmail.com

Висока швидкість росту міцеліальних грибів забезпечується інтенсивним синтезом у гіфальних клітинах протеїнів, а захист і ефективне використання субстратів − пептидами і гідрофобінами, різноманітними гідролітичними ензимами, зокрема протеазами, амілазами, ксиланазами та ін. Незважаючи на багаторічні дослідження, спрямовані на пошук серед ґрунтових аскомікот та макроскопічних базидіомікот, ефективних продуцентів гідролітичних ензимів серед них поки що не знайдено. Тому для досліджень нами відібрано зразки фітотрофних аскомікот, які в своєму розвитку асоційовані з рослинами із специфічним біохімічним складом та лікарськими властивостями. Це рослини *Sambucus nigra, Chelidonium majus, Atriplex patula* та *Castanea sativa*. З пошкоджених зелених листків, а також уражених гілок було виділено 8 ізолятів культур, ідентифікованих як *Cercospora depazeoides* (1), *Septoria cannabis* (2), *Septoria chelidonii* (3), *Cercospora chenopodii* (4), *Diplodia castaneae* (5), *Alternaria chartarum* (6), *Cryphonectria* sp. (7), *Cryphonectria* sp. (8). Досліджували протеолітичну (кератиназну, еластазну, фібриназну та фібриногеназну) та гліколітичну (β-D-глюкозидазну та α-L-рамнозидазну) активності. Вивчення спектру протеолітичних активностей серед 8 досліджених штамів мікроміцетів показало, що жоден з них не гідролізував еластин, фібрин, фібриноген і колаген. Натомість, встановлено, що всі 8 культур виявляли β-D-глюкозидазну активність. Рівень її був від 0,2 до 0,4 од/мл. Найвищу активність проявляли 1, 2 і 8 культури – 0,4 од/мл. Дещо менша була активність у 6 і 4 культури – 0,3 од/мл та у 5 культури – 0,25 од/мл. Найнижча активність була в супернатанті культуральної рідини 3 культури – 0,2 од/мл. Серед 8 досліджених штамів лише перша культура проявляла α-L-рамнозидазну активність (0,37 од/мл). Показано, що вона здатна гідролізувати, як синтетичні субстрати - *n*-нітрофеніл-α-L-рамнопіранозид, β-D-глюкопіранозид, так і природні – нарингін та неогесперидин. Значення активності на природних субстратах, таких як нарингін і неогесперидин були нижчими (0,35 од/мл і 0,2 од/мл, відповідно), ніж на *n*-нітрофенільних субстратах. Тобто спорідненість ферменту із природними флавоноїдними рамнозидами нижча, ніж із синтетичними субстратами. Оскільки 1 штам гідролізував нарингін і неогесперидин, це вказує на його здатність гідролізувати α-1,2 зв'язки. Дослідження здатності культур розщеплювати важкий для деградації білок кератин показало, що більшість культур не виявляли кератиназну активність. Лише культури 6, 7 і 8 синтезували кератиназу з активністю 4, 3 і 9 Од/мл, відповідно. Визначення рівня казеїнолітичної активності показало, що у культуральній рідині досліджених грибів вона містилася у слідових кількостях. Важливим показником росту культури є рівень білка у культуральній рідині. Зазвичай високий вміст білка при вирощуванні культури на середовищі з пір'ям корелює з наявністю кератиназної активності, оскільки при розщепленні пір'я відбувається накопичення пептидів і амінокислот у культуральній рідині. Однак у даному дослідженні культура 1 виявляла найвищий рівень білка при відсутності кератиназної активності. Оскільки активність досліджених ензимів була незначною, культури цих аскомікот не є перспективними для подальших досліджень як продуценти ензимів, але проведені дослідження є вкладом у біологічну характеристику виділених із рослин культур грибів.

ЦИТОТОКСИЧНА ТА АНТИМІКРОБНА АКТИВНІСТЬ АКТИНОМІЦЕТІВ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ ЧОРНОГО МОРЯ

Гудзенко Т.В., Штеніков М.Д., Васильєва Н.Ю, Горшкова О.Г., Страшнова І.В., Іваниця В.О.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна e-mail: tgudzenko@ukr.net

Відомо, що так званий «антибіотиковий конвейер», який починається з пошуку нових продуцентів, і завершується виведенням нового препарату на ринок, значно виснажений, що демонструє висока імовірність перевідкриття раніше відомих сполук. Одним зі способів вирішення даної проблеми є переорієнтація на мікроорганізми, що є з тих чи інших причин недопредставленими в традиційних скринінгових дослідженнях. Наразі стало очевидним, що традиційні методи скринінгу потенційних продуцентів вторинних метаболітів створюють переваги для дослідження штамів, що швидко ростуть, над тими, які ростуть повільно.

Метою роботи було дослідження цитотоксичної та антагоністичної активності чорноморських актиноміцетів.

У дослідженні використовували штами актинобактерій Conc4, Conc5, Conc8 та Conc9, ізольовані з поверхні макрочасток бетону, занурених у воду Одеської затоки Чорного моря. Антагоністичну активність визначали проти тест-штамів - *S. aureus* ATCC 25923, *M. luteus* ATCC 4698, *Kucoria rhizophila* DSM 348, *E. coli* ATCC 25922, *P. vulgaris* ATCC 6896, *C. albicans* ATCC 18804, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *K. pneumoniae* ATCC 131. Цитотоксичну активність культуральної рідини досліджуваних штамів актинобактерій визначали in vitro на моделі перещеплюваних культур клітин рабдоміосаркоми людини (RD) та нормальних фібробластів миші (L20B).

У результаті дослідження культуральних властивостей морських актинобактерій встановлено, що дані штами демонстрували низьку швидкість росту — від 10 днів до появи колоній (Conc5, Conc8 та Conc9), низьку стабільність у культурі — втрачали життездатність після 2 місяців культивування (Conc4 та Conc8). В результаті порівняння первинної структури гена 16S РНК показано, що штами Conc4, Conc5 та Conc9 належать до роду *Streptomyces*, а Conc8 - *Nocardiopsis*.

З чотирьох штамів лише Conc8 та Conc9 демонстрували здатність пригнічувати формування моношару клітин рабдоміосаркоми (RD). Штами Conc5, Conc8 та Conc9 також пригнічували ріст нормальних фібробластів миші (L20B).

Результати досліджень антагоністичної активності проти 12 опортуністичних патогенів людини показали, що всі досліджені штами, окрім Conc8, продемонстрували здатність до пригнічення росту: *S. aureus* ATCC 25923, *M. luteus* ATCC 4698 та *Kucoria rhizophila* DSM 348.

Штам Conc4 мав найширший спектр антимікробної активності, і пригнічував рост також *E. coli* ATCC 25922, *P. vulgaris* ATCC 6896 та *C. albicans* ATCC 18804 (останній також пригнічують Conc5 та Conc9). Лише Conc5 був активний проти *Bacillus subtilis* ATCC 6633 і лише Conc9 – проти *K. pneumoniae* ATCC 131. Штам Conc8 не демонстрував антимікробну активність.

В наявних екзометаболомах штамів Conc4 та Conc9 не ідентифіковано жодних біологічно активних метаболітів, окрім широко розповсюджених дікетопіперазинів. Виявлено значну кількість аддуктів [M+H] з передбаченими молекулярними масами від ~300 до 838.

Враховуючи виражену антимікробну активність чорноморських штамів актиноміцетів Conc4, Conc5, та Conc9, та цитотоксичну активність Conc8 та Conc9, подальші дослідження мають бути спрямовані на функціональне анотування геномів даних організмів та ідентифікацію сполук, що відповідають за біологічну активність цих організмів.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОТЕАЗИ *BACILLUS ATROPHAEUS* 08 З ЕЛАСТАЗНОЮ ТА ФІБРИН(ОГЕН)ОЛІТИЧНОЮ АКТИВНІСТЮ, ІЗОЛЬОВАНОГО З ЧОРНОГО МОРЯ

Гудзенко О.В.[1], Варбанець Л.Д.[1], Іваниця В.О.[2]

[1]*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К.Заболотного НАН України, м. Київ, Україна*
[2]*Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, Одеса, Україна*
e-mail: alena.gudzenko81@gmail.com

Пошук серед мікроорганізмів, виділених із морських середовищ, ефективних продуцентів ензимів протеолітичної дії, є актуальним, оскільки вони відіграють важливу роль у гідробіологічних процесах. Їх дослідження необхідні також для кращого розуміння динаміки водних екосистем та розробки нових біотехнологічних продуктів. Серед протеаз провідне місце займають ті, що здатні розщеплювати такі протеїни, як еластин, фібрин, фібриноген. Особливо важлива роль протеаз з еластолітичною активністю в акваторії морів та океанів, в яких багато субстратів для її дії, зокрема рештки загиблих риб. Вивчення таких ензимів може бути використано при створенні ефективних, безпечних лікарських препаратів для профілактики та лікування захворювань серця, а також трофічних виразок, гнійних ран, опіків, для розчинення фібринових тромбів та ін. Важливими етапами в отримані препаратів спрямованої дії є вивчення умов їх виділення, очистки, дослідження їх фізико-хімічних властивостей, каталітичної активності, субстратної специфічності. Чим глибші наші знання щодо властивостей функціонування ензиму, тим більш ефективно він може бути використаний у певних процесах. *Bacillus atrophaeus* 08 був ізольований із донних осадів Чорного моря на глибині 1499 м. В результаті очистки шляхом осадження супернатанту культуральної рідини сульфатом амонію 90% насиченості, з подальшою гель-проникною та іонообмінною хроматографією активність еластази в комплексному ензимному препараті була підвищена у 30 разів (420 од/мг протеїна), а фібриногенолітична активність — у 31,8 рази (350 од/мг протеїна**).** Вихід очищеного ензиму становив 6%. Дослідження субстратної специфічності ензимного препарату показало, що, крім високої еластазної і фібриногенолітичної активності (420 од/мг та 350 од/мг протеїна відповідно**)**, він також проявляв фібринолітичну (35,3 од/мг протеїна), незначну (1,2 од/мг протеїна) казеїнолітичну активність, в той час як колагеназна активність в очищеному ензимному препараті не була виявлена. Молекулярна маса ензима складала близько 30 кДа. Показано, що очищений ензимний препарат *B. atrophaeus 08* активний в широкому діапазоні pH від 3,0. до 12,0, при цьому ензим, який розщеплює еластин, проявляв два pH-оптимума – 3,0 і 9,0-10,0 , а ензим, який розщеплює фібриноген − один і складав – 4,0. Ензимні препарати активні в діапазоні значень температур від 4 до 50 °С, але при цьому оптимум гідролізу еластину знаходився при 37°С, а фібриногену при 12 °С. Електрофоретичне дослідження продуктів гідролізу фібриногену свідчить, що Вβ-ланцюг майже не розщеплювався ензимним препаратом, навіть після 1 години інкубації з ним, тоді як нативний Аα-ланцюг зникав вже на 30-й хвилині інкубації. Що стосується фібрину, то досліджуваний ензим розщеплював його набагато повільніше, ніж фібриноген. Здатність комплексного препарату ефективно гідролізувати еластин і фібриноген свідчить, що він можуть бути перспективними для подальших досліджень, як наукових, так і точки зору його практичного використання. Так, унікальна специфічність ензимів з фібриногенолітичною дією дозволяє отримувати за їх допомогою фрагменти молекули фібриногену, вивчаючи функціонування яких можна зробити висновок щодо значення окремих її ділянок у протеїн-протеїнових та протеїн-клітинних взаємодіях. Ензими з еластолітичною дією гідролізують широкий спектр протеїнів, які беруть участь у розвитку різних захворювань запального ґенезу.

ЗАЛЕЖНІСТЬ ПРОТЕОЛІТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ МОРСЬКИХ ПРЕДСТАВНИКІВ BACILLUS ВІД ТЕМПЕРАТУРИ КУЛЬТИВУВАННЯ

Гудзенко О.В.[1], Варбанець Л.Д.[1], Іваниця В.О.[2], Остапчук А.М.[2], Штеніков М.Д.[2]

[1]*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К.Заболотного НАН України, м. Київ, Україна*
[2]*Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, Одеса, Україна*
e-mail: alena.gudzenko81@gmail.com

Інтерес до дослідження морських бактерій обумовлений їхньою здатністю продукувати різні біологічно активні сполуки, зокрема вони є перспективним джерелом цілого спектра унікальних ензимів, включаючи протеази з різною специфічністю. Для підвищення їх активності існують різні підходи. Відомо, що критичним фактором, що впливає на активність ензимів, є температура культивування продуцента. Оскільки штами-продуценти були виділені з глибоководних осадів Чорного моря, де температура завжди складає 5°С, метою роботи було визначити оптимальні температури культивування продуцентів, необхідні для досягнення максимальної еластазної, фібриногенолітичної та колагеназної активності досліджуваних штамів *Bacillus subtilis* 1, *Bacillus subtilis* 248, *Bacillus licheniformis* 249, *Bacillus licheniformis* 043, *Bacillus atrophaeus* 08, які були виділені з різних глибин Чорного моря. Культури вирощували за температур 12, 28 і 42 °С протягом 5 діб. Хоча культури були виділені майже з однакової глибини: *B. subtilis* 1, *B. subtilis* 248, *B. licheniformis* 249, *B. atrophaeus* 08 (1499 м), *B. licheniformis* 043 (1537 м), супернатанти їх культуральних рідин проявляли різну ензиматичну активність в залежності як від температури вирощування, так і в динаміці росту. Так, для *B. subtilis* 1 найбільша еластазна активність була виявлена майже однаковою за 42 °С і 28 °С, 1 та 4 доба культивування (29,83 і 29,0 од/мл, відповідно), фібриногенолітична та колагеназна за 28 °С, 4 та 2-4 доба (16,6 та 0,42 од/мд, відповідно). *B. licheniformis* 249 відрізняється тим, що для проявлення колагеназної активності оптимальною виявилася температура 42 °С (3-4 доба, 0,85 од/мл), в той час як для еластолітичної та фібриногенолітичної активностей - 28 °С (4 доба, 33,3 од/мл та 4 доба, 20 од/мл, відповідно). Для *B. atrophaeus* 08 найбільша еластазна і колагеназна активності були виявлені за температури 28 °С на другу добу культивування, а фібриногенолітична − за 12 °С на другу добу вирощування. Максимальна еластазна і колагеназна активності *B. licheniformis* 043 проявлялися за температури 28 °С на четверту і другу добу культивування відповідно. Найвища фібриногенолітична активність була за температури 42 °С на другу добу культивування. При вивченні впливу температури культивування *B. subtilis* 248 показано, що максимальна еластазна активність досягається за температури 12 °С на другу добу культивування, найвища фібриногенолітична активність − при 28 °С на четверту добу культивування, а для досягнення максимальної колагеназної активності необхідно вирощувати культуру при 42 °С протягом чотирьох діб. Підвищення активності ензимів, одержаних з культур, вирощених за низьких температур (еластазана *B. subtilis* 248, фібриногенолітична *B. atrophaeus* 08), можна розглядати як один з механізмів адаптації організму до умов навколишнього середовища. В той час як зниження активності при підвищенні температури культивування пов'язане зі збільшенням швидкості денатурації позаклітинного ензиму вже під час культивування. Разом з тим, деякі ензими можуть проявляти активність при культивуванні штаму-продуцента як за високих, так і низьких температур. Одержані результати свідчать, що особливості досліджених штамів залежать від властивостей ензимів, зокрема їх структурної організації. Так, найвища еластазна активність *B. subtilis* 248 проявляється при вирощуванні культури при 12 °С, в той час як найвища колагеназна – при вирощуванні культури при 42°С. Таким чином, показано, що температура культивування мікроорганізмів відіграє суттєву роль у досягненні максимальної протеолітичної активності. Підбір оптимальної температури вирощування дозволяє збільшити в декілька разів еластазну, фібриногеназну і колагеназну активності досліджених штамів *Bacillus*.

ЕКСПРЕСІЯ ГЕНІВ ТОКСИНОУТВОРЕННЯ *PSEUDOMONAS AERUGINOSA* ЗА ВПЛИВУ КЛАРИТРОМІЦИНУ

Гуменюк Н.І.[1], Зелена Л.Б.[2], Вринчану Н.О.[1]

[1]ДУ «Інститут фармакології та токсикології НАМН України», м. Київ, Україна.
e-mail: natali72grynchuk@gmail.com
[2] Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К.Заболотного НАН України, м. Київ, Україна

«Pseudomonas aeruginosa» – умовно-патогенний мікроорганізм з широким спектром факторів вірулентності, серед яких фактори адгезії (пілі IV типу), джгутики, екзопротеази (лужна протеаза AprA, еластаза, стафілолізин, протеаза IV), екзотоксин ExoA, екзоферменти S, T і U. Лужна протеаза розщеплює білки комплементу, цитокіни, зменшує активацію Toll-подібного рецептора, забезпечуючи агресивність патогенну, екзотоксин А виявляє цитотоксичну дію, індукує імуносупресію, екзотоксин S є «контактним» екзотоксином, використовує III тип секреції – «макромолекулярний шприц» для вивільнення, що призводить до ураження конкретної клітини. Синтез екзотоксинів регулюється відповідними генами: лужна протеаза AprA – геном *aprA*, екзотоксин А (ExoA) – геном *exoA*, екзотоксин S – геном *exoS* тощо.

Мета роботи – оцінити експресію генів токсиноутворення *P. aeruginosa* за дії кларитроміцину.

Дослідження проведені з використанням клінічного ізоляту *P. aeruginosa* 449 (резистентний до цефепіму та тетрацикліну). Концентрація макроліду становила 0,5 МІК. Сумарну РНК виділяли з суспензії клітин 1-добової культури з використанням TRIzol Reagent (Invitrogen). Аналіз експресії генів *aprA, exoA* та *exoS* у *P. aeruginosa* проводили за допомогою кількісної ПЛР з використанням *16S рРНК* як ендогенного контролю. Ампліфікацію генів проводили за допомогою набору Luna® Universal qPCR Master Mix на приладі QuantStudio™ 3 Real-Time PCR System (Applied Biosystems) за температурного режиму: 1 хв при 95 °С, 45 циклів (15 с при 95 °С, 60 с при 60 °С). Розрахунок відносного рівня експресії генів проводили за методом $2^{-\Delta\Delta Ct}$, статистичний аналіз результатів – за методом ANOVA.

Згідно з результатами експериментів, за дії кларитроміцину експресія гена *aprA* у *P. aeruginosa* практично не детектується, транскрипційна активність гена *exoS* знижується у 19,2 рази, гена *exoA* відповідає такій контролю. Відсутність стимуляції експресії зазначених генів має важливе значення, оскільки екзотоксини відіграють важливу роль у патогенезі захворювання, виявляючи місцеву та системну токсичність.

Таким чином, отримані результати свідчать про здатність макролідного антибіотика кларитроміцину пригнічувати фактори вірулентності *P. aeruginosa*.

БІОХІМІЧНИЙ ТА ГЕНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ МУТАНТІВ *SINORHIZOBIUM MELILOTI* ІЗ ЗМІНАМИ СИНТЕЗУ ЛІПОПОЛІСАХАРИДІВ

Затовська Т.В., Хархота М.А.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м.Київ, Україна.
e-mail: tzatovska@ukr.net

Бульбочкові бактерії виду *Sinorhizobium meliloti* вступають у симбіоз з люцерною, буркуном та пажитником. Формування симбіозу протікає за участю сигнальних молекул обох партнерів, в тому числі поверхневих полісахаридів бактерій. Відомо, що для формування симбіозу *S.meliloti* з люцерною необхідні низькомолекулярні фракції екзополісахаридів, які запобігають розвитку захисної реакції з боку рослин. Цю роль можуть брати на себе також капсульні полісахариди (КПС) та ліпополісахариди (ЛПС).

Раніше нами було отримано два Tn5-мутанти із змінами синтезу ЛПС від штаму СХМ1-188, похідного від виробничого штаму 425а *S.meliloti.* Мутанти Tb29 і Ts22 відрізнялись від батьківського штаму відсутністю високомолекулярної фракції ЛПС, що було показано електрофорезом у поліакриламідному гелі з додецилсульфатом натрію. Крім того, електрофорез полісахаридів бактерій з обробкою гелів барвником Альціановим синім виявив розбіжності у синтезі їх капсульних полісахаридів. Мутант Ts22 відрізнявся від штамів СХМ1-188 і Tb29 відсутністю високомолекулярних КПС, натомість у нього було виявлено зону низькомолекулярних КПС.

Обидва мутанти вступали в симбіоз з люцерною *Medicago sativa* та *M. truncatula,* проте були неконкурентоспроможними порівняно з батьківським штамом. Генетичний аналіз обох мутантів показав, що вони містять одиничні інсерції Tn5-транспозону, у різних локусах хромосоми *S.meliloti*, які призвели до даних змін фенотипу мутантів.

При секвенуванні фрагментів ДНК мутантів від Tn5-транспозону було встановлено, що у мутанту Tb29 був пошкоджений ген ***fabF2***, що кодує 3-оксоацил-АПБ-синтазу і причетний до синтезу довголанцюгової 27OH-C28 жирної кислоти, яка зазвичай виявляється в ЛПС ризобій. У мутанту Ts22 було визначено Tn5-інсерцію у гені ***metH***, який кодує метіонінсинтазу.

Аналіз моноцукрів методом газо-рідинної масс-спектрометрії показав у складі ЛПС батьківського штаму СХМ1-188 *S.meliloti* глюкозу (67,5%), глюкуронову кислоту (14,1%), галактуронову кислоту (8,8%), галактозу (4,4%), маннозу (1,6%), рамнозу (3,5%), окремо було визначено КДО. У ЛПС обох мутантів були виявлені ті ж моноцукри, проте вони відрізнялись вищим співвідношенням уронових кислот і КДО, і нижчим - маннози.

Аналіз жирних кислот ЛПС показав присутність у всіх штамів насичених жирних оксикислот 3-OH-C14, 3-OH-C18, 3-OH-C15, 3-OH-C16 та ненасичених жирних кислот - 9-октадеценової і 10-нонадеценової (переважаючі), а також 9-гексадеценової. У незначній кількості в ЛПС штаму СХМ1-188 *S.meliloti* була виявлена довголанцюгова 27-OH-C28 жирна кислота, яка була відсутня в обох мутантів. Натомість, в ЛПС мутанту Ts22 були виявлені в незначній кількості інші довголанцюгові жирні кислоти – ейкозанова C_{20}, докозанова C_{22}, тетракозанова C_{24}, гептакозанова C_{27}, тріаконтанова C_{30}, гентріаконтанова C_{31}. Таким чином, мутація в гені ***fabF2*** призвела у штаму СХМ1-188 *S.meliloti* до відсутності 27-OH-C28 жирної кислоти та високомолекулярного ЛПС, а мутація в гені ***metH*** у цього штаму вплинула на синтез ЛПС і КПС та довголанцюгових жирних кислот.

ОБСТЕЖЕННЯ МІКОБІОТИ ДЕЯКИХ РУКОПИСНИХ ТА КИЖКОВИХ ДОКУМЕНТІВ З ПАПЕРОВИМИ НОСІЯМИ

Затока Л.П.[1], Савчук Я.І.[1,2], Черьопкіна Р.І.[3]

[1]Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського, м. Київ, Україна, e-mail: majka42@ukr.net
[2]Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУ, м. Київ, Україна
[3]Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» e-mail:chromi5@ukr.net

Мікроміцети завдяки широкому спектру своїх фізіолого-біохімічних властивостей становлять значну небезпеку для фондів бібліотек. За сприятливих умов мікроскопічні гриби здатні швидко колонізувати різноманітні види паперової (друкарський папір, офсетний, газетний, ганчір'яний тощо) основи документів, а також заражувати палітурні матеріали, що використовуються для оздоблення книг. Так, проведені нами дослідження показали, що протягом семи діб за сприятливих для розвитку мікроскопічних грибів умов відбувається зараження тест-культурами мікроміцетів цілого ряду палітурних матеріалів: картон хром-ерзац, форзацний папір, коленкор, бумвініл, ледерин, марля поліграфічна тощо. Таким чином, оцінювання мікологічного стану повітря сховищ бібліотек і безпосередньо документів є актуальним завданням для фахівців з питань збереження фондів. З огляду на це працівниками НБУВ спільно із співробітниками ІМВ НАНУ проводиться мікологічний моніторинг особливо цінних фондів, насамперед, рукописних. Особлива увага з цього питання надається фондам, що направляються на реставраційні роботи. Зокрема, було проведено обстеження мікобіоти рукописів, які знаходяться на зберігання у сховищах відділу фондів рукописної спадщини Інституту рукопису НБУВ. Так, здійснено обстеження фактичного фізичного стану та умов зберігання рукописних документів Історико-філологічного інституту князя Безбородька в Ніжині, а саме зібрання рукописних книг XIII – XX ст. (фонд 310). Усього обстежено 182 рукописи, для 13 документів з ознаками мікологічного забруднення здійснено дезінфекційне оброблення. Окрім наведеного, досліджено 8 рукописів польською, а також 48 рукописних церковних грамот XVI – XVIII ст. з цього ж відділу. За результатами дослідження проведена стабілізація 5 рукописних документів стосовно мікробіологічного фактора та складено акт з відповідними рекомендаціями для подальшого їх зберігання. У рамках обстеження ще у 6 документах було виявлено застаріле ентомологічне ураження, на документі з інвентарним № 87п./51 сліди мікробіологічного забруднення документу, а саме чорні плямки на форзаці з пігментацією на наступному аркуші. У результаті проведених експериментальних досліджень життєздатних культур мікроскопічних грибів не було виявлено. Проведено обстеження мікобіоти документів Бібліотеки Київського губернського правління з відділу бібліотечних зібрань та історичних колекцій НБУВ. Так, з матеріальної основи досліджуваних документів було відібрано сім проб з таких місць, що візуально могли містити ознаки мікологічного ушкодження. У результаті висіву зразків із трьох проб було виділено та ідентифіковано три штами мікроміцетів: *Chaetomium* sp., *Aspergillus niger* та *Penicillium* sp. З огляду на те, що виділені мікроміцети можуть становити потенційну небезпеку для матеріальної основи відповідних документів було рекомендовано направити їх на антифунгальне оброблення. Таким чином, важко переоцінити значення мікологічного моніторингу особливо цінних фондів, що знаходяться на постійному зберіганні.

Окрім суто мікробіологічних невід'ємною складовою науково-прикладних експериментів є дослідження фізико-хімічних показників на модельних зразках ганчір'яного, газетного, крейдованого, друкарського та офсетного паперу з метою розроблення заходів для подальшого ефективного зберігання бібліотечних документів. Наведені науково-прикладні обстеження та експериментальні дослідження паперу дозволяють значно полегшити планування і організацію масового оброблення книг, забезпечуючи раціональне вилучення окремих примірників з одноманітними дефектами і пошкодженнями.

ВПЛИВ ФІТОПЛАЗМОВОЇ ІНФЕКЦІЇ НА КАРБОГІДРАТИ *MEDICAGO SATIVA* У МІКРОВЕГЕТАЦІЙНОМУ ДОСЛІДІ ТА ЗА УМОВ ШТУЧНОГО ЗАСОЛЕННЯ

Коробкова К.С., Хархота М.А.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К.Заболотного НАН України, м.Київ, Україна.
e-mail: kkorobkova@ukr.net

Інфікування рослин фітоплазмами спричиняє зміни у вуглеводному метаболізмі організма-хазяїна. До групи фізіолого-біохімічних факторів захисту рослин відносять специфічні особливості обміну речовин рослини-хазяїна, високий вміст або певний якісний склад вуглеводів, білків і продуктів їх розкладання. Тому завданням дослідження було встановити зв'язок між карбогідратним складом *Medicago sativa* та інфікуванням рослин люцерни фітоплазмою *Acholeplasma laidlawi var.granulum 118* у середовищі мікровегетаційного досліду стандартного складу і з засоленням 50 мкМ NaCl.

Встановлено, що серед органічних кислот у складі як стерильних, так і інфікованих варіантів рослин переважали малонова, яблучна, лимонна і галактуронова кислоти. За інфікування фітоплазмою відбувається зменшення вмісту цих сполук: малонової на 22%, яблучної на 44%, лимонної на 57% і галактуронової на 75%. У варіанті досліду із засоленням середовища вирощування інфікованих фітоплазмою рослин встановлено, що вміст лимонної і галактуронової кислот не змінюється, проте відбувається збільшення вмісту (у 2.5 рази) як малонової, так і яблучної кислот відносно інфікованого незасоленого варіанту.

У складі клітин рослин *M. sativa* як стерильних, так і уражених фітоплазмою, встановлено переважна присутність карбогідратних речовин: сахарози, глюкози, галактози. У стресових умовах, спричинених ураженням рослин фітоплазмою і при засоленні середовища вирощування також виявлена треоза. Показано, що у першу фазу інфікування люцерни (5-7 діб після зараження) у стандартному середовищі *A. laidlawi var.granulum 118* спричиняє зменшення вмісту карбогідратів, що пояснюється активним їх засвоєнням фітоплазмою. На більш пізніх етапах (15-20 діб після зараження) відбувається збільшення вмісту цих сполук.

При засоленні середовища у першу фазу інфікування люцерни фітоплазмою (5-7 діб після зараження) відбувається збільшення вмісту всіх цукрів - сахарози, глюкози, галактози і треози, що свідчить про активну життєдіяльність фітопатогенного мікроорганізма у несприятливих для рослини умовах. Згодом рослини *M. sativa*, уражені фітоплазмозом, швидко в'януть і гинуть. Це узгоджується із даними, згідно яких у фітоплазм відсутні ферменти фосфо-трансферазної системи, яку більшість бактерій використовують як енергоефективний спосіб одночасного імпорту та фосфорилювання цукрів таких як сахароза, глюкоза та фруктоза. Можна припустити, що засолення середовища вирощування, як наслідок кліматичних змін, з одного боку, підвищує ризик негативного впливу фітоплазм на рослини, а з іншого – пришвидшення загибелі уражених фітоплазмозом рослин виявляє масштаб їх ураження.

Отже, у клітинах рослин *M. sativa* під впливом зараження *A.laidlawi var.granulum 118* змінюється вміст карбогідратів – органічних кислот і цукрів: на перших етапах взаємодії зменшується, а на більш пізніх – збільшується. При штучному засоленні середовища в уражених фітоплазмою рослинах відбувається інтенсивне накопичення карбогідратних речовин, що супроводжується пришвидшенням їх загибелі.

РОЛЬ blaOXA-51-ПОДІБНИХ ГЕНІВ *ACINETOBACTER BAUMANNII* У РОЗВИТКУ СТІЙКОСТІ ДО КАРБАПЕНЕМІВ

Ковальчук В.П., Кондратюк В.М.

Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова, Україна.
e-mail:valentinkovalchuk2015@gmal.com

Резистентні до антибіотиків карбапенемового ряду *Acinetobacter baumannii* ВООЗ віднесла до списку «критичних патогенів». Найчастіше стійкість *A. baumannii* до карбапенемів обумовлена продукцією карбапенемаз класу D, детермінованою генетичними елементами blaOXA-23 та blaOXA-72. blaOXA-51-подібні генетичні елементи, яких на сьогодні ідентифіковано понад 300, найчастіше мають хромосомне розташування і вважаються видоспецифічними для *A. baumannii*. Активація цих генів відбувається при наявності промоутера у вигляді інсерційної послідовності IS *Aba1,* а їх продукти виявляють низьку гідролітичну активність і для посилення спорідненості до молекул карбапенемів потребують заміни окремих амінокислот у активному центрі. В зв'язку з цим, не заперечується роль blaOXA-51-подібних елементів як інструмента молекулярно-генетичної епідеміології *A. baumannii*, однак висловлюються сумніви щодо можливості вважати ці детермінанти генами резистентності до карбапенемів.

Метою нашої роботи було дослідити можливість субстратної експресії blaOXA-51-подібних елементів *A. baumannii*.

Дослідження швидкості субстратної експресії blaOXA-51-подібних генів проведено на 5-ти штамах *A. baumannii*, у 3-х з яких ідентифіковано генетичну послідовність blaOXA-100, у одного – blaOXA-66 і ще у одного – blaOXA-69, які фенотипово виявили чутливість до мерепенему і іміпенему. Інших детермінант стійкості до карбапенемів узяті у дослідження ізоляти не мали. Для дослідження використовували багаторазове пасажування кожної культури *A. baumannii* у зростаючих концентраціях меропенему методом послідовних двократних серійних розведень препаратів у рідкому поживному середовищі. У кожному послідуючому пасажі у якості інокуляту використовували вміст пробірки наступної за пробіркою, по якій визначили МІС у попередньому пасажі, фіксуючи поступове зростання показника. Початкове середнє для 5 ізолятів значення МІС дорівнювало 1,1±0,04 мкг/мл. До ІУ пасажу цей показник поволі зростав без значних міжштамових відмінностей, але не перевершував 8 мкг/мл (верхній граничний показник для чутливих ізолятів за визначенням EUCAST). На У пасажі спостерігалось стрибкоподібне зростання середнього значення МІС і виявились значні міжштамові відмінності у швидкості адаптації до меропенему. Подальше пасажування супроводжувалось неухильним зростанням середньої МІС, на УІІІ пасажі усі використані у дослідженні штами перейшли у категорію стійких за критеріями EUCAST (>8 МКГ/МЛ), а МІС меропенему для окремих штамів зросла до 64 мкг/мл. На Х пасажі такого значення сягнув середній показник МІС, а при подальшому пасажуванні зростання МІС меропенему уповільнилось, лише зменшувались міжштамові відмінності. Перевірка чутливості штамів, які пройшли процедуру пасажування у зростаючих концентрацій меропенему, до іменепенему дозволила переконатись у наявності формування перехресної резистентності. Початкові значення МІС імепенему для досліджених штамів становили 1-2 мкг/мл. МІК іміпенему для тих же адаптованих до меропенему варіантів бактерій коливалась у межах 32-64 мкг/мл. Одержані результати вивчення можливості прямої субстратної експресій blaOXA-51-подібних генів свідчать про швидке зростання стійкості штамів-носіїв до карбапенемів при культивуванні у середовищі з меропенемом. Тому, ми приєднуємось до думки дослідників, які вважають гени цієї групи небезпечними і такими, що надають можливість усім ізолятам-носіям *A. baumannii* швидко набути резистентності до антибіотиків карбапенемового ряду.

ПОЛІКЕТИДСИНТАЗИ І НЕРИБОСОМНІ ПЕПТИДСИНТЕТАЗИ STREPTOMYCES GLOBISPORUS 1912-4CRT

Мацелюх Б.П.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна, e-mail: bohdan.matselyukh@gmail.com

Стрептоміцети продукують велику кількість біологічно активних вторинних метаболітів, закодованих в біосинтетичних генних кластерах (BGC). Приблизно половина-три чверті цих кластерів пов`язані з нерибосомники пептидсинтетазами (NRPS) і полікетидсинтазами (PKS).

Природні пептидвмісні сполуки різноманітні по своїй структурі і функції. Вони використовуються в клініці як антимікробні, протипухлинні, імуносупресивні препарати, фактори вірулентності та сигнальні молекули.

В геномах стрептоміцетів відкрито багато пучків генів полікетидсинтаз (PKS-I, PKS-II, PKS-III) і нерибосомних пептидних синтетаз. Штами стрептоміцетів одного і того ж виду мають однаковий набір шляхів біосинтезу вторинних метаболітів.

Геном *Streptomyces globisporus* 1912-4Crt – продуцента протипухлинного полікетидного антибіотика ландоміцину Е і транскрипційного регулятора його біосинтезу секвенований за допомогою методу Illumina і зареєстрований в базі даних GenBank. Він містить послідовності ДНК 466 контігів різного розміру.

В даному геномі виявлено 10 пучків генів NRPS, 3 пучки генів T1-PKS і по одному пучку генів T3-PKS і PKS.

Нами проведено дослідження ідентичності пучків генів NRPS і PKS штаму *S. globisporus* 1912-4Crt з аналогічними пучками генів інших видів стрептоміцетів за допомогою програми Blast nucleotide sequence. Показано, що ідентичність найбільш подібних кластерів генів інших видів стрептоміцетів і штаму 1912-4 Crt становила від 82 до 99 %. Ідентичність від 90 до 99 % мали пучки генів NRPS *S. globisporus* 1912-4Crt контігів 1, 50, 63, 68 і 161.

ЗМІНА ПРОФІЛІВ МІКРООРГАНІЗМІВ ТА ЇХ ФЕРМЕНТНИХ СИСТЕМ В ДИНАМІЦІ РАНОВОГО ПРОЦЕСУ.

Мельник О.В., Немченко О.О.

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, м. Львів , Україна, e-mail: viruszet8@gmail.com

Процеси, які відбуваються на рановій поверхні, в більшості випадків, в сучасній літературі, описані як багатогранні біологічні реакції, що пов'язані з імунною активацією, вазодилятацією, інтенсифікацією метаболічних процесів в тканині, активацією про- та протизапальних цитокінів. В деяких випадках описують температурні коливання, механічний тиск, що теж впливають на репаративні процеси у рані. Що стосується мікробної колонізації, то вона описана в контексті, виділення збудника ранової інфекції та постановка антибіотикограми. Проте нехтування профілями мікроорганізмів, а саме динаміки їх змін в процесі загоєння рани призводить до формування антибіотикорезистентності. Оскільки саме мікроорганізми модулюють нескоординований процес загоєння, що призводить до формування хронічної рани. А в деяких випадках синергетичні або антагоністичні взаємодії між біоплівковими мікроорганізмами ранової поверхні та біологічними процесами ранозагоєння, а також їх сукупній вплив на траєкторію видужання є першорядним в терапевтичному підході до лікування ран у бійців.

Метою роботи було вивчити та охарактеризувати мікробні профілі ранової поверхні та їх ферментні системи в динаміці загоєння ран.

Протягом 2023 і 2025 років було здійснено бібліографічний пошук у таких базах даних, як PubMed, Scopus. Критерії включення "гостра рана", "хронічна рана", "протеази", "сидерофори", "мультиоксидази міді", "бактерії".

Мікробні профілі гострої ранової поверхні представлені: *Streptococcus spp., Porphyromonas spp., Alloprevotella spp., Enhydrobacter spp., Haemophilus spp., Cutibacterium spp., Neisseria spp., Corynebacterium spp., Chryseobacterium spp., Sarcina spp., Micrococcus spp., Finegoldia spp., Brevibacterium spp., Acinetobacterium spp., Prevotella spp., Chryseobacterium spp., Paracoccus spp., Haematobacter spp., Finegoldia spp., Vitreoscilla filiformes, Xanthomonas spp., Serratia marcescens, Enterobacter cloacae, Morganella morganii, Proteus spp., Kingella kingae.* Збільшення кількісних показників 3-4 мікроорганізмів, з ферментними системами, які задіянні в утворенні коротколанцюгових жирних кислот на рановій поверхні призводить до формування анаеробних умов. В такому випадку, недостатнє постачання рани киснем, кров'ю та поживними речовинами призводить до експресії ангіогенезу, відбуваються зміни мікробіому новоутворенної біоплівки, де домінантами будуть *Achromobacter xylosoxidans, Serratia spp., Achromobacter insolitus, Pseudomonas aeruginosa, Pseudomonas fluorescens, Pseudomonas putida, Kingella kingae.* Більшість з цих мікроорганізмів володіють внутрішньоклітинним паразитизмом, активуючи ферменти такі, як протеази, нейрамінідази, сидерофори, мультиоксидази міді.

Ферментні системи в процесі формування скомпроментованої рани мають кінетичні параметри, які залежать від pH середовища, температури та субстрату. За звичайних умов ступінь накопичення субстрату ферментом нейрамінідазою становить 48 год., а для протеази - 25 год. Оптимальне pH середовище рани, для активності ферментів, коливається від 4-10 для всіх ферментів.

Одним із субстратів для ферментних систем є концентрація іонів Ca^{2+}, оскільки кальцій стабілізує ферменти бактерій, чим більше позаклітинного кальцію тим стабільніші стають бактеріальні ферменти. Стабільні бактеріальні ферменти призводять до подовження загоєння рани, або сприяють хронічній рановій інфекції.

На основі отриманих результатів, ми зробили наступні висновки: нескоординований процес загоєння рани є багатоетапним патологічним процесом, що працює за наступним принципом бактерія → фермент; динамічний процес переходу від гострої ранової інфекції до хронічної залежить від коефіцієнта насичення ферментом субстрату; коефіцієнт насичення залежить від субстрату, температури та pH.

ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗДАТНОСТІ ГРИБНИХ ШТАМІВ-ПРОДУЦЕНТІВ ДО СИНТЕЗУ ФЕРМЕНТАТИВНОГО КОМПЛЕКСУ ЦЕЛЮЛАЗ ТА КСИЛАНАЗ

Павличенко А.К.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУ м. Київ, Україна,
e-mail: pavlichenkoanya@ukr.net

Зазвичай, виділені з навколишнього середовища, мікроміцети зберігають в колекціях періодично пересіваючи їх на лабораторні агаризовані середовища з подальшим зберіганням в холодильних камерах, в умовах глибокої заморозки, ліофілізованому стані тощо. Однак, не завжди стандартні умови зберігання забезпечують виживання ізоляту та збереження його корисних властивостей, зокрема, здатності до утворення значних кількостей гідролітичних ферментів. З огляду на це, актуальним завданням є дослідження можливості збереження штамів-продуцентів на інших середовищах, зокрема, природного походження, з метою підтримання їх високої біосинтетичної активності.

В процесі роботи з культурами мікроміцетів *Penicilium waksmanii* 2729, *P. bilaiae* 164, *Aspergillus flavipes* 2806, що здатні продукувати комплекс целюлозолітичних та ксиланолітичних ферментів, була відмічена певна втрата ними ферментативної активності при зберіганні їх на стандартних середовища, таких як, агаризоване пивне сусло (СА) та картопляно-глюкозний агар (КГА). Всі штами зберігались в колекції відділу фізіології та систематики мікроміцетів більше 10 років за температури 5ºС з періодичними пересівами.

Для дослідження впливу середовища зберігання мікроміцетів на їх ферментативну активність було обрано два - СА та просо. Надалі, починаючи за першого місяця після посіву та 2 тижнів вирощування, один раз на місяць в продовж 1 року мікроскопічні гриби відсівали на КГА для отримання посівної культури і подальшого культививування на пшеничній соломі, як субстраті, та визначали екзоглюканазну, ендоглюканазну та ксиланазну активності.

Характер змін при зберіганні на пропареному просі залежав від штаму та типу ферментативної активності. Так, ксиланолітична активність *P. waksmanii* 2729 була досить високою (4200 – 5040 од/мг субстрата) лише в жовтні та листопаді, в той час як, у *P. bilaiae* 164 та *A. flavipes* 2806 – протягом всього року (5010 – 9800 та 6200 – 9650 од/мг субстрату відповідно) при зберіганні на просі. Ендоглюканазна активність *P. bilaiae* 164 набувала високих значень лише в осінні місяці (13,6 – 23,15 од/мг субстрата), а у *A. flavipes* 2806 – в вересні та жовтні (18,0 – 19,0 од/мг субстрату), для *P. waksmanii* 2729 – 12,0 – 15,6 од/мг субстрату в жовтні та листопаді, а в інші місяці її рівень був лише 3,3 – 8,5 од/мг субстрата. Екзоглюканазна активність *P. waksmanii* 2729 змінювалась в продовж року без видимих закономірностей в межах 0,35 – 1,2 од/мг субстрату. Для *A. flavipes* 2806 протягом року вона змінювалась в межах 1,7 – 3,3 од/мг субстрату і лише в вересні сягала 4,3. У *P. bilaiae* 164 екзоглюканазна активність набувала високих значень в літно-осінній період і складала від 3,1 до 3,6 од/мг субстрата.

При порівнянні ферментативний активностей грибних штамів, що зберігались на просі та СА, встановлено, що вплив також залежав від гриба та виду ферментативної активності. Так, у *P. waksmanii* 2729 лише ендоглюканазна активність при збереженні на просі була на 12,7% вища за таку на СА, в той час як, ксиланазна склала 71% від такої для СА, а екзоглюканазна лише 58%. На відміну від *P. waksmanii* 2729, у інших двох штамів всі вивченні ферментативні активності були вищими при зберіганні їх на просі. Так, у *P. bilaiae* 164 ксиланазна активність зросла найбільше в 4,4 рази, екзоглюканазна – в 3,3 рази, а ендоглюканазна на 65,8%. У *A. flavipes* 2806 зростання було скромнішим – 69,2% для ксиланазної активності, 23,6 – 27,1% для целюлазних активностей.

Таким чином, встановлено, що всі штами мають сезоні особливості в синтезі целюлазного та ксиланазного комплексу ферментів. Показано, що для двох з трьох досліджених штамів для збереження ферментативних активностей *P. bilaiae* 164 та *A. flavipes* 2806 просо підходить краще за агаризоване пивне сусло.

ОЦІНКА СТАНУ КЛІТИН ДРІЖДЖІВ ШТАМУ SK1 ТА ЙОГО ПЕТІТ МУТАНТУ ПРИ КУЛЬТИВУВАННІ НА СЕРЕДОВИЩАХ З РІЗНИМ ВМІСТОМ АГАРУ ТА ВУГЛЕЦЮ

Проніна О.В.[1], Рушковський С.Р.[2], Моргун Б.В.[1,2]

[1]Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Київ, Україна;
[2]ННЦ Інститут біології та медицини КНУ імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,
e-mail: olpronina@gmail.com

Виділення респіраторно-дефіцитних петіт мутантів дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, які повністю втратили мітохондріальну ДНК, дозволяє моделювати вплив порушення функції мітохондрій грибів на їх інфекційні властивості, наприклад здатність до перемикання до псевдогифального типу росту. Нами було раніше виявлено, що при культивуванні модельного штаму *S. cerevisiae* SK1 на голодному напіврідкому поживному середовищі YP0,1D на 2 добу культивування відбувається різка зміна в структурі біоплівки, що формується. Цілісність структури порушується з утворенням чисельних окремих структур. При культивуванні петіт мутанту SK1p подібної зміни в структурі не відбувається. Ріст на голодному поживному середовищі стимулює диморфічний перехід в типі росту клітин. Припускаємо, що перехід до псевдогіфального росту з одночасним зростанням виділення клітиною флокулінів може призводити до описаних вище змін в морфології біоплівки.

Перехід до псевдогіфальної форми росту супроводжується зростанням довжини клітини та зменшенням її ширини. Тому була проведена оцінка розмірів клітин штаму SK1 та його петіту SK1p при рості як на повному, так і на голодному поживному щільному (2% агар), напіврідкому (0,3% агар) та рідкому середовищі на протязі 3 днів. Клітини дріжджів аналізували за допомогою світлового мікроскопа при х400 збільшенні та фотографували. Виміри довжини та ширини поодиноких, материнських та дочірніх клітин проводили в програмі ImageJ. Дані аналізували та проводили статистичну обробку за допомогою програми MS Excel. Порівняння отриманих показників проводили за допомогою статистичного метода ANOVA з наступним залученням метода Тьюки-Крамера.

Зміни у розмірі клітин при рості штаму SK1 та його петіту SK1p на голодному середовищі YP0,1D у порівнянні з клітинами, що росли на повному YPD середовищі, були виявлені як для батьківського штаму, так і для його петіту для поодиноких клітин. Така різниця чітко проявляється для клітин, які культивували на напіврідкому (0,3% агар) та рідкому середовищах. Для щільного середовища така різниця є недостовірною.

Для характеристики форми клітин було використано показник співвідношення між довжиною та шириною клітин. При аналізі отриманих даних ми бачимо статистично достовірне зростання співвідношення довжини та ширини клітин, які культивувалися на напіврідкому (0,3% агар) та рідкому середовищах YP0,1D по відношенню до клітин, що росли на відповідних середовищах YPD. Цікаво, що таку різницю було виявлено як для батьківського штаму так і для його петіту. Цей ефект не реєструється на щільних поживних середовищах, що ми пов’язуємо із менш повільним розповсюдженням поживних речовин в щільному середовищі. Завдяки цьому воно так швидко не виснажується.

Таким чином, відмічено чіткі відмінності в морфології поодиноких клітин як батьківського SK1 штаму та його петіту SK1p у YP0,1D та YPD рідкому поживному середовищі та в колоніях, що утворюються на 0,3% агарі на протязі 3 діб. Для клітин, що ростуть на 2% агарі, ці відмінності не є статистично достовірними.

МІКОЛОГІЧНЕ БІОРІЗНОМАНІТТЯ В ҐРУНТАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Зоя Пустова[1], Піотр Банахевич[2], Поліна Гавриш[2], Себастіан Пшемінецкі[3], Наталія Пустова[1], Лідіа Блащик[2], Олександр Ростоцький[4]

[1]Заклад вищої освіти «Подільський державний університет, Україна
[2]Інститут генетики рослин ПАН, Польща
[3]Університет Вармінсько-Мазурський, Польща
[4]БТУ-Центр, Україна
e-mail: zoyapustova@gmail.com

Кліматична криза продовжує впливати на різні куточки нашої планети. Зміна клімату є глобальним викликом, який несе значні загрози міжнародній економіці та безпеці. Через прискорення кліматичних змін зростають ризики у сфері енергетики, доступу до харчових ресурсів і води, стабільності екосистем, а також здоров'я та життя людей. Це становище вимагає рішучих дій для протидії зміні клімату, міжнародної співпраці та дотримання глобальних угод.

Останнє десятиріччя принесло зміни клімату на перше місце серед актуальних тем у економіці та політиці світу. Через недостатню здатність країн адаптуватися до екстремальних кліматичних явищ, таких як повені або посухи, зростає соціальна та економічна нестабільність. У сучасному землеробстві лісостепової зони України людська діяльність все більше втручається в природні процеси, що змінює функціонування ґрунтової агроекосистеми. Оцінка антропогенного впливу на агроекосистему здійснюється через показники ґрунту, які залежать від діяльності ґрунтових мікроорганізмів. Вони відіграють ключову роль у розкладанні рослинних залишків, фіксації азоту, забезпеченні фітосанітарної стабільності ґрунту та накопиченні корисних речовин. Зміни клімату дедалі частіше спричиняють стійкі посухи. Менша кількість опадів зменшує мінералізацію ґрунту і, як наслідок, загибель врожаю. Для удобрення ґрунту зазвичай використовують біопрепарати для мінералізації ґрунту шляхом розкладання залишків біомаси та сприяння росту наступних культур.

У цьому дослідженні ми зосередилися на аналізі ґрунту, зібраного з сільськогосподарських полів, де використовувалися два біопрепарати, які покращують мінералізацію ґрунту та зменшують ріст патогенних грибів: Граундфікс та Екостерн. Зразки ґрунту були відібрані з полів під озимою пшеницею у Вінницькій області України після одного року застосування Граундфікс і через п'ять і десять років застосування Екостерн. Дослідження були зосереджені на ґрунтових мікроміцетах. Ґрунтові гриби відіграють важливу роль у розвитку рослин, що ростуть на даній території. Гриби можуть взаємодіяти з кореневою системою рослини, впливаючи на її адаптацію до середовища. Гриби можуть як послабити, так і посилити ріст рослин.

Мікобіоми досліджували за допомогою технології довгозчитуваного секвенування Oxford Nanopore, а також шляхом вирощування грибів на чашках із середовищами для ПДА і секвенування їх ДНК за допомогою методу Sanger. Довготривале секвенування (LRS) компанії Oxford Nanopore Technologies (ONT) стало перспективним інструментом для геномного аналізу. Використовуючи техніку довгозчитуваного секвенування Oxford Nanopore, ми досліджували мікробний склад ґрунту, щоб визначити вплив біопрепаратів на відносну чисельність звичайних патогенних для рослин грибів, таких як Fusarium, Colletotrichum, Verticillium, Puccinia, Botryosphaeria, Botrytis, Rhizoctonia та Alternaria.

Ґрунт сільськогосподарського поля має багате різноманіття мікроорганізмів, включаючи гриби. Понад 100 000 послідовностей (всього 340 000 послідовностей) було знайдено в кожному з трьох зразків, взятих з різних полів в одному регіоні, але близько 60% організмів були ідентифіковані до роду. Ґрунт населяють переважно мікоризні та сапрофітні гриби, які руйнують рослинні рештки. Вони сприяють удобренню ґрунту та підтримці росту озимої пшениці на досліджуваних полях.

МЕХАНІЗМИ ДІЇ РЕГУЛЯТОРНИХ ГЕНІВ БІОСИНТЕЗУ РИБОФЛАВІНУ У ФЛАВІНОГЕННИХ ДРІЖДЖІВ *CANDIDA FAMATA*

Романов С.[1], Лизак О.[2], Цирульник А.[1], Дзанаєва Л.[1], Фаюра Л.[1], Федорович Д.[1], Сибірний А.[1,3], Дмитрук К.[1]

[1]*Інститут біології клітини НАН України, м. Львів, Україна*
[2]*Фламандський інститут біотехнології, м. Левен, Бельгія*
[3]*Жешувський університет, м. Жешув, Польща*
Email: sergij8romchyk@gmail.com

Рибофлавін (РФ, вітамін B_2) виробляється у промислових кількостях. Вітамін B_2 використовується як додаток до кормів у сільському господарстві, як природний барвник у харчовій промисловості, для фортифікації продуктів, а також у медицині. У останні десятиліття РФ отримують біотехнологічним шляхом, використовуючи бактерії *Bacillus subtilis*, гриби родів *Ashbya* та *Eremothecium* та дріжджі *Candida famata.*

Хоча метаболічний шлях біосинтезу РФ є добре вивченим у різних видів дріжджів, доволі мало відомо про його регуляцію. *SEF1* – ген, що вважається ключовим регулятором флавіногенезу у дріжджів *C. famata*, кодує транскрипційний фактор Sef1, який активує надпродукцію РФ за умови дефіциту йонів Феруму у середовищі. До інших генів, потенційно залучених у регуляцію флавіногенезу в *C. famata* належать *MET2* (кодує гомосерин-О-трансацетилазу), *SEF2* (кодує транскрипційний фактор), та структурний ген біосинтезу *RIB3* (кодує дезаміназу), оскільки у штаму-надсинтетика AF-4 ідентифіковано мутації в цих генах. Однак, детальні механізми дії зазначених генів залишаються нез'ясованими.

Нами розроблено моногібридну систему в *Saccharomyces cerevisiae* для з'ясування ролі *SEF1* в активації структурних генів біосинтезу РФ *C. famata*. *S. cerevisiae* трансформовано двома плазмідами: перша містить репортерний ген *LAC4 Kluyveromyces lactis* (кодує β-галактозидазу) під контролем промотора одного із структурних генів біосинтезу РФ (*RIB1-RIB7*); друга – ген *SEF1* під контролем промотора *GAL1*, який індукується при додаванні галактози у середовище. Отримані штами вирощували на середовищі з галактозою для індукції Sef1 та визначали активність β-галактозидази, що спостерігається у випадку взаємодії Sef1 з промоторами генів *RIB1-7*. Отримані результати свідчать, що Sef1 активує експресію гена *RIB1*, взаємодіючи з послідовністю TAAAAATCCGAACCCCGG у межах промотора. Заміна чи делеція цієї послідовності веде до втрати активності β-галактозидази. Sef1 також активує промотори генів *RIB3, RIB5, RIB6, RIB7*, але не *RIB2*.

Для вивчення залучення генів *MET2, SEF2,* та *RIB3* у регуляцію біосинтезу РФ їх експресію під контролем власних або сильного промотора гена *TEF1* було посилено в штамі дикого типу VKMY-9 *C. famata.* Введення додаткової копії гена *RIB3* приводило до зростання продукції РФ у 1,5-3 рази у порівнянні з вихідним штамом. Надекспресія гена *MET2* не впливала на флавіногенну активність *C. famata*. При експресії гена *SEF2* під контролем *TEF1*-промотора спостерігали зниження продукції РФ у 5 разів. Отримані результати свідчать про участь гена *SEF2* у негативній регуляції біосинтезу РФ у *C. famata*.

Робота виконана за підтримки НФДУ, проєкт 2023.03/0035.

ШТАМИ *TRICHODERMA* SPP. ЯК ОСНОВА ДЛЯ СТВОРЕННЯ БІОПРЕПАРАТІВ З ШИРОКИМ СПЕКТРОМ ЗАСТОСУВАННЯ

Савчук Я.І., Юр'єва О.М., Сирчін С.О., Павличенко А.К.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУ м. Київ, Україна,
e-mail: majka42@ukr.net

Штами *Trichoderma* в біотехнологічному аспекті перш за все асоціюються з багатотоннажним промисловим виробництвом ферментів на основі високопродуктивних генетично-модифікованих штамів. Однак, не менш значуще, з економічної і наукової точок зору, є застосування цих грибів як основи для створення біопрепаратів для захисту рослин від фітопатогенів. Слід підкреслити, що попит на даний вид біотехнолгічної продукції продовжує зростати. Зокрема, на вітчизняних маркетплейсах представлено досить широкий спектр препаратів основою яких є активні штами *Trichoderma.* На сьогодні, також набирають популярності серед виробників продукції рослинництва комбіновані препарати в яких одночасно присутні штами *Trichoderma* та штами-антагоністи *Bacillus* spp. Зауважимо, що не всі представлені на вітчизняному ринку препарати відповідають високим стандартам якості. Однак, можна з впевненістю констатувати, що як вітчизняні так і закордонні виробники таких препаратів намагаються вдовольнити існуючий попит серед аграріїв. З огляду на це, пошук нових штамів *Trichoderma* з високим рівнем антагонізму щодо фітопатогенів та рядом інших корисних властивостей є актуальним завданням для вчених та біотехнологічних компаній. Необхідно зауважити, що впровадження в практику виробництва штамів, виділених із території України, є більш адекватним і актуальним, оскільки вони адаптовані до ґрунтів, мікробіоти та кліматичних умов України на противагу ізолятам які використовуються в імпортних препаратах. Такий широкий інтерес до штамів *Trichoderma* в аспекті їх антагоністичної активності щодо фітопатогенів зумовлений рядом властивостей цих грибів, які вони набули в процесі тривалої еволюції. Зокрема, штами *Trichoderma* характеризуються високою швидкістю росту і здатні швидше за фітопапатогенні мікроміцети колонізувати субстрат і таким чином обмежувати ріст останніх. Поряд з цим, ці мікроміцети синтезують цілий спектр як летких так і не-летких низькомолекулярних вторинних метаболітів, які проявляють антифунгальну та антибактеріальну активності, і здатні інгібувати ріст різноманітних збудників хвороб рослин. Також одним із значущих факторів високого антагонізму штамів *Trichoderma* є синтез позаклітинних ферментних комплексів хітиназ та протеаз, які здатні руйнувати клітинну стінку фітопатогенних мікроміцетів. Однак, завдяки широкому спектру інших фізіолого-біохімічних активностей штами *Trichoderma* з успіхом можуть бути застосовані не тільки як антагоністи фітопатогенів. Наприклад, високий рівень целюлазолітичної активності штамів *Trichoderma*, може стали основою для впровадження в практику препаратів для біодеградації рослинних решток на полях, що сприяє підвищенню родючості ґрунту та унеможливлює розвиток на цих рослинних рештках фітопатогенів, зокрема представників *Fusarium* spp. Штами *Trichoderma* відомі як продуценти цілого ряду біологічно активних метаболітів, які позитивним чином здатні впливати на ріст і розвиток рослин, так, вони синтезують фітогормони та інші фактори росту рослин, сидерофори, речовини які підвищують системну резистентність рослин до несприятливих факторів навколишнього середовища та фітопатогенів. Таким чином, активні штами *Trichoderma* здатні також опосередковано впливати на уражуваність фітопатогенами рослин, стимулюючи синтез рослиною флавоноїдів та фенольних сполук, які є важливим фактором для реакції рослини на присутність фітопатогена. Підсумовуючи, можна сказати, що представники *Trichoderma* spp. є однією з найбільш перспективних груп мікроорганізмів для використання в рослинництві, завдяки широкому спектру біологічних активностей на їх основі можуть бути розроблені препарати як комплексної дії так і вузьконаправленої активності, що дозволяє агровиробникам їх комбінувати та розробляти більш раціональні стратегій захисту рослин та підвищення їх врожайності.

МІКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ПОВІТРЯ ПРИМІЩЕНЬ БІБЛІОТЕК ЯК ОДИН З НАЙВАЖЛИВІШИХ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ НАЛЕЖНОГО ЗБЕРІГАННЯ ОСОБЛИВО ЦІННИХ ДОКУМЕНТІВ

Савчук Я.І.[1,2], Затока Л.П.[1], Куява Л.М.[1]

[1]*Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського, м. Київ, Україна,*
e-mail: majka42@ukr.net
[2]*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУ, м.Київ, Україна*

Мікроскопічні гриби відомі як деструктори багатьох технічних матеріалів: гуми, пластмаси, будівельні та оздоблювальні матеріали тощо. Тому, досить гостро проблема мікологічного пошкодження постає перед працівниками бібліотек, основним завданням яких є збереження фондів. Адже, завдяки ряду факторів (наявність поживних речовини у папері, клеї, фарбі та інших елементах книг та інших сприятливих умов) матеріальна основа документів, які знаходяться на зберіганні, може бути вражена мікроскопічними грибами.

Спори мікроміцетів завжди перебувають у повітрі навколишнього середовища та приміщень їх вміст може коливатись від кількох десятків до кількох тисяч колонієутворюючих одиниць (КУО) мікроскопічних грибів у 1 м^3 повітря. Як відомо, для приміщень бібліотек рекомендованою є кількість не більше 500 КУО в 1 м^3 повітря. Таким чином, спори мікроміцетів, постійно знаходячись в повітрі приміщень де зберігаються фонди, здатні потрапляти на матеріальну основу документа. Мікроміцети, завдяки своїм надзвичайно лабільним біохімічним властивостям, здатні пристосовуватись до несприятливих умов навколишнього середовища (зокрема і низькій вологості субстрату 8– 10%) і використовувати в якості джерел живлення важкодоступні субстрати в т.ч. матеріали техногенного походження. Також, завдяки міцеліальній будові грибів, забезпечується високий ступінь контакту міцелію з субстратом.

Мікроміцети здатні продукувати високоактивні позаклітинні ферменти, що здійснюють хімічні перетворення складних субстратів, часто недоступних або малодоступних для інших мікроорганізмів, таким чином вони здатні вражувати широкий спектр різноманітних матеріалів техногенного походження. Хімічні зміни, що є результатом дії мікроміцетів на матеріал, характеризуються процесами окиснення, відновлення, гідролізу, етерифікації тощо. Гриби продукують цілу низку активних ферментих комплексів різного складу, зокрема, протеїнази, ліази, трансферази, ліпази, ізомерази, лігази, комплекс целюлаз та ін. Показно, що для розповсюджених у повітрі видів мікроміцетів родів *Aspergillus, Penicillium* характерні позаклітинні пероксидазна і фенолоксидазна активності, що зумовлює їх здатність до активного руйнування матеріалів техногенного походження. Поряд з цим, значним фактором який пришвидшує біодеструкцію є синтез мікроміцетами органічних кислот. Зокрема, гриби можуть накопичувати значні кількості щавлевої та лимонної кислот, також вони здатні до біосинтезу цілої низки інших органічних кислот: яблучної, бурштинової, молочної, глюконової, малонової та ін. Руйнування матеріалів відбувається не лише за рахунок грибних метаболітів, але й за впливу механічної дії апікальних клітин гіф, що мають високий осмотичний тиск. Так, мікроміцети які проникли у мікротріщини і пори матеріалу спричинюють їх розширення і руйнування. Грибний міцелій також здатен затримувати на поверхні ураженого ним субстрату пил та бруд, які можуть бути додатковим джерелом для живлення.

Таким чином, фонди які пошкоджені мікроскопічними грибами не тільки втрачають свою привабливість і придатність для використання, але становлять небезпеку для користувачів бібліотечних колекцій. Більшість мікроскопічних грибів здатні спричиняти у людей алергічні реакції, захворювання дихальних шляхів, ураження шкіри, а також мікотоксикози – гострі та хронічні отруєння мікотоксинами. З огляду на викладене, моніторинг КУО мікроміцетів у повітрі приміщень бібліотек а також визначення їх видового складу є одним із важливих аспектів комплексного підходу до збереження фондів у належному стані.

ФІТОТОКСИЧНА АКТИВНІСТЬ ВІДІБРАНИХ ШТАМІВ *TRICHODERMA* SPP. З ШИРОКИМ СПЕКТРОМ АНТАГОНІСТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ

Савчук Я.І., Юр'єва О.М., Сирчін С.О., Павличенко А.К.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУ м. Київ, Україна, e-mail: majka42@ukr.net

Завдяки своїм антагоністичним властивостям щодо фітопатогенних мікроміцетів та бактерій активні штами *Trichoderma* знайшли широке застосування в якості агентів біоконтролю. Представники цього роду мікроскопічних грибів характеризуються рядом корисних для рослинництва властивостей. Так, штами *Trichoderma* можуть продукувати сполуки здатні стимулювати рослини до синтезу власних вторинних метаболітів для свого захисту. Встановлено, зв'язок між синтезом штамом *T. virens* фітоалексинів і резистентністю рослин бавовника до патогенів. Показано, що колонізація коренів огірка штамом *T. asperellum* Т-203 значно стимулює синтез сполук групи фенольних глікозидів. Накопичуючись у листі рослини ці сполуки проявляють широкий спектр антибактеріальної та антифунгальної активності, захищаючи рослину від проникнення фітопатогенів. Відомо, що в коренях рослин під час колонізації штамами *Trichoderma* spp. відбуваються метаболічні зміни, наприклад, активація пов'язаних з патогенезом білків (PR-білків), які індукують механізми підвищеної стійкості до впливу широкого кола фітопатогенних мікроорганізмів. З іншого боку, штами *Trichoderma* можуть за певних умов інгібувати деякі фізіологічні показники рослин. Показано, що окремі з досліджених штамів TR серії грибів цього роду при обробці рослин проявляли ефекти фітотоксичності щодо *Capsicum annuum* L. Крім того, за певних умов негативно на ріст рослин можуть впливати такі штами як *T. atroviride* P1 і *T. harzianum* T22, що входять до складу широко розповсюджених комерційних біопрепаратів для сільського господарства. Тому, є актуальним проведення дослідження фітотоксичної активності штамів *Trichoderma*, які відібрані нами в результаті скринінгу завдяки своїм високим антагоністичними властивостям. Так, нами було досліджено фітотоксичну активність 26 відібраних *Trichoderma* spp. за методом Берестецького на паростках і коренях кукурудзи. Фітотоксичними вважалися штами, які пригнічували ріст на 30% і вище. В результаті було встановлено, що культуральні фільтрати (КФ) 18 штамів цього роду мікроскопічних грибів сприяли накопиченню абсолютно сухої біомаси (АСБ) рослинами кукурудзи. Зокрема, 14 штамів характеризувались незначним приростом АСБ паростків і коренів (менше 10%). Слід підкреслити, що за дії КФ деяких *Trichoderma* spp. спостерігали приріст АСБ паростків кукурудзи на 2–5%, у той час як для АСБ коренів відмічено інгібування від 10 до 45%. Загалом, з 26 досліджених штамів *Trichoderma* три – 3102, 2932 і 3072 характеризувались високою фітотоксичністю, що становила від 30 до 67% за АСБ паростків і коренів кукурудзи. Слід наголосити на тому, що ці штами проявляли один з найвищих рівнів антагоністичної активності серед усього загалу досліджених нами мікроміцетів даного роду. З огляду на це, можна припустити, що синтез цими штамами сполук із фітотоксичною активністю можливо корелює з таким для речовин із антибіотичною дією, як одного з факторів високого рівня антагонізму цих грибів щодо фітопатогенів. З іншого боку, чотири штами *Trichoderma* 1515, №7А, 320 і №1 показали найбільший приріст АСБ паростків кукурудзи на 24, 39, 9 і 27% і коренів – на 12, 23, 6 і 11% відносно контролю відповідно. Таким чином, вони характеризуються одночасно високим рівнем антагоністичної активності та фітостимулювальної дії і є перспективними для подальших досліджень їх практичного застосування як засобів захисту рослин від фітопатогенів. Адже, окрім прямого антагонізму штами *Trichoderma* 1515, №7А, 320 і №1 здатні опосередковано впливати на захист рослин завдяки наявності фітостимулювальної активності.

ХАРАКТЕРИСТИКА *BACILLUS SUBTILIS* ONU 1125 ЯК ПЕРСПЕКТИВНОГО АГЕНТА БІОКОНТРОЛЮ ФІТОПАТОГЕННИХ МІКРООРГАНІЗМІВ

Страшнова І.В., Андрющенко О.В., Штеніков М.Д., Васильєва Н.Ю., Лісютін Г.В., Галкін М.Б., Іваниця Т.В., Ракитська С.І., Горшкова О.Г.

Кафедра мікробіології, вірусології та біотехнології Одеського національного університету імені І. І. Мечникова, м. Одеса, Україна. e-mail: fabiyanska@ukr.net

Для розробки і створення мікробних препаратів для аграрного виробництва перспективними є аеробні представники філуму *Bacillota*, які виявляють антагоністичну активність до фітопатогенів, швидко ростуть, стійкі до біоценотичних факторів, безпечні для довкілля.

Метою роботи було дослідити біологічні властивості і антагоністичний потенціал штаму *Bacillus subtilis* ONU 1125.

Штам *B. subtilis* ONU 1125 був виділений із проби глибоководних осадів Чорного моря і зберігається у Колекції морських та корисних для біотехнології штамів мікроорганізмів ОНУ імені І.І. Мечникова. Бактерії цього штаму активно ростуть на загальновживаних живильних середовищах у температурному діапазоні 20 – 37 °С, утворюючи через 24 год культивування на МПА палички з закругленими кінцями довжиною 3,81±0,04 мкм, шириною 0,66±0,03 мкм, розташовані у ланцюжках. Споротвірні клітини розташовані поодинці чи рідко в парах, спори еліптичні, центральні чи субцентральні, в деяких випадках діаметр їх більший за діаметр клітини. *Розщеплює з утворенням кислоти*: гліцерол, еритритол, D-арабінозу, L-арабінозу, D-рібозу, D-ксілозу, D-глюкозу, D-фруктозу, D-маннозу, інозітол, D-манітол, D-сорбітол, метіл-αD-глюкопіранозід, амігдалін, арбутін, саліцин, целобіозу, мальтозу, лактозу, цукрозу, трегалозу, рафінозу, амілодекстрин, глікоген, гентібіозу. Гідролізує ескулін. Домінуючими жирними кислотами є C15:0 anteiso (46,93%) та C15:0 iso (24,50%). Повний геном *B. subtilis* ONU 1125 представлений кільцевою хромосомою розміром 4259067 пар нуклеотидів і з вмістом G+C 43,3%.

Бактерії цього штаму є активними антагоністами фітопатогенних бактерій і мікроміцетів. Зони пригнічення росту штамів *Xanthomonas arboricola* і *Pectobacterium carotovorum*, виділених із уражених злакових рослин, визначені у межах від 17,2±0,2 мм до 18,2±0,2 мм. Щодо фітопатогенних мікроміцетів, найчастіше із яких ураження злакових викликали штами *Fusarium oxisporum*, то зони пригнічення їх росту становили 15,7±0,2 – 23,4±0,2 мм. Загалом виділені штами *F. oxisporum* були дещо стійкіші до *B. subtilis* ONU 1125, ніж штами інших мікроміцетів *Sclerotinia sclerotiorum* і *Alternaria alternata*. Антагоністичний потенціал бактерій цього штаму підтверджується активністю екстрагованих екзометаболітів, мінімальна пригнічувальна концентрація яких у залежності від штаму фітопатогену становила 100 – 500 мкг/мл. При цьому зони пригнічення росту штамів *F. oxisporum* визначені у межах 6,3±0,2 – 11,7±0,2 мм на кінець терміну спостереження (10 добу). Антифунгальну активність бактерій роду *Bacillus* обумовлює здатність синтезувати різноманітні біологічно активні речовини, перш за все ліпопептиди (ЛП) різних груп. Серед вторинних екзометаболітів, синтезованих *B. subtilis* ONU 1125 при культивуванні у середовищі Гаузе 1 з 0,5% триптону на ротарному шейкері (220 rpm, 28 °С, 4 доби) і екстрагованих етилацетатом, ідентифіковано Сурфактин B і C (циклічні ЛП) і Гагеостатин A, B, C (лінійні ЛП), які відомі своєю антифунгальною активністю. З використанням antiSMASH у геномі *B. subtilis* ONU 1125 виявлено 13 біосинтетичних кластерів, що відповідають за синтез наступних речовин: двох терпенів, металофору, двох ліпопептидів, субланцину, сактипептиду, епіпептиду, циклічного дипептиду та бацилізину; також виявлено два кластери PKS типу I та II.

Отже, штам *B. subtilis* ONU 1125 завдяки значній антагоністичній активності щодо фітопатогенів можна розглядати як перспективну основу для створення нових біопрепаратів для агровиробництва.

ПРОФІЛЬ ВТОРИННИХ МЕТАБОЛІТІВ *BACILLUS SUBTILIS ONU 1125*

Сукманський В.О., Штеніков М.Д.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова
м. Одеса, Україна. e-mail: bio10421@stud.onu.edu.ua

Виявлення вторинних метаболітів ґрунтується переважно на їх екстракції з культуральної рідини з подальшим визначенням біологічної активності отриманих сполук, зокрема їх антимікробного потенціалу. Для з'ясування походження цих сполук аналізують геномну інформацію продуцента, виявляючи кластерів генів, що кодують ферментні системи відповідних біосинтетичних шляхів. Установлено, що ~5% геному штамів дикого типу *Bacillus subtilis* пов'язано виключно з синтезом біологічно активних сполук. Завдяки відкриттю численних антимікробних властивостей ліпопептидів, полікетидів та летких метаболітів цього мікроорганізму, він має великі перспективи застосування у багатьох сферах як основа біопрепаратів та продуцент біологічно активних сполук.

Метою дослідження було виявлення та ідентифікація біологічно активних вторинних метаболітів *Bacillus subtilis* штаму *ONU 1125,* виділеного з глибоководних осадів Чорного моря, шляхом метаболомного аналізу.

У дослідженні використовували дані метаболітиого профілю мікроорганізму, отриманого за допомогою мас-спектрометрії. Для метаболомного аналізу застосовували програмне забезпечення DataAnalysis (Bruker Daltonik MS Software). Для ідентифікації вторинних метаболітів *Bacillus subtilis ONU 1125* використовували онлайн-базу даних CHEMnetBASE, зокрема, її спеціалізований модуль – Dictionary of Natural Products.

У результаті дослідження ідентифіковано полікетиди: плакінову кислоту K/M, саларамід A та B, 16-деметилгімнодимін D; ліпопептиди: гагеостатини A, B та C, бацирцини 1,2 та 3**,** сурфактини B1/B2 та C1, 4-L-аланінсурфактин B2/B1, циклічні дипептиди: цикло(лейцилпроліл), цикло(ізолейцилпроліл), цикло(аланілфенілаланіл), цикло(пролілтирозил) L-L, цикло(пролілтирозил) D-L, цикло(пролілтриптофіл), цикло(фенілаланілфенілаланіл); фосфоліпіди: 1-гексадецилгліцеро-3-фосфохолін, 1-O-гексадецил-2-O-метилгліцеро-3-фосфохолін, NRPS-PKS гібридний макроциклічний пептид тамандарин A та умовний сидерофор – феназин-похідний пігмент піоціанін.

Результати дослідження свідчать, що *Bacillus subtilis ONU 1125* продукує широкий спектр вторинних метаболітів, зокрема, з антимікробними властивостями: гагеостатини A, B та C – циклічні ліпопептиди, які проявляють антифунгальну активність щодо фітопатогенних грибів *Rhizoctonia solani* та *Colletotrichum acutatum*. Отже, *Bacillus subtilis ONU 1125* є перспективним для застосування у сільському господарстві як агента контролю фітопатогенів та у біотехнологічному виробництві біологічно активних сполук.

ШАВЛОВСЬКИЙ ГЕОРГІЙ МИХАЙЛОВИЧ – ВИДАТНИЙ УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВЕЦЬ, ПЕДАГОГ, ГРОМАДСЬКИЙ ДІЯЧ

Федорович Д.В., Сибірний А.А.

Інститут біології клітини НАН України, м. Львів, Україна,
email: fedorovych.d @gmail.com

27 березня 2025 року Георгію Михайловичу Шавловському виповнилось 100 років. На жаль, у вересні 1996 року він відійшов у небуття, але залишився в пам'яті його учнів, колег по роботі, студентів, знайомих як зразок вченого, повністю відданого науці. Заслужений діяч науки УРСР, доктор біологічних наук, професор, завідувач відділу регуляції клітинного синтезу низькомолекулярних сполук Відділення регуляторних систем клітини Інституту біохімії ім. О.В. Палладіна, керівник секції 'Біохімія' Західного наукового центру НАН України, член центральної ради Всесоюзного і Українського мікробіологічних товариств та голова Львівського відділення мікробіологічного товариства, член Ради Львівського відділення Українського біохімічного товариства, член Наукової Ради з проблем фізіології та біохімії мікроорганізмів при АН СРСР, член Дріжджової комісії Міжнародного Союзу мікробіологічних товариств, член редколегії журналів 'Биополимеры и клетка' і 'Мікробіологічний журнал', автор більш як 250 наукових публікацій у міжнародних і вітчизняних виданнях та 7 авторських свідоцтв. Він брав участь у наукових конференціях у багатьох країнах світу. Це, можливо, неповний, але достатній перелік для того, щоб зрозуміти, що Г.М. Шавловський був вченим зі світовим ім'ям, який зробив вагомий внесок в науку. Під його керівництвом виконано 2 докторські і 17 кандидатських дисертацій. Ще у 50 роках минулого століття, працюючи на кафедрі мікробіології Львівського державного університету імені Івана Франка, Георгій Михайлович започатковує роботи по дослідженню біосинтезу вітаміну B_2 Було детально вивчено флавіногенну активність різних видів дріжджів, участь заліза в регуляції флавіногенезу, сформульовано гіпотезу про важливу роль постачання попередниками для стимуляції біосинтезу рибофлавіну досліджено біосинтез та регуляцію синтезу пуринів *de novo*, Проф. Шавловський був одним з організаторів створення Львівського відділення Інституту біохімії ім. О.В. Палладіна, відділом якого він керував до кінця свого життя. Було продовжено дослідження, пов'язані з біосинтезом флавінів у мікроорганізмів: вивчено хімізм та ензимологію флавіногенезу у дріжджів; розгорнуто роботи з генетики нетрадиційних дріжджів, проведено дослідження регуляції флавіногенезу у мікроорганізмів, селекціоновано мутанти, здатні до надсинтезу рибофлавіну, досліджено закономірності біосинтезу флавінових коферментів; вивчено системи транспорту рибофлавіну, виявлено координовану регуляцію біосинтезу рибофлавіну і транспорту заліза у дріжджів. Розпочато роботи у галузі генної інженерії, клоновано деякі структурні гени флавіногенезу. Г.М. Шавловський вперше довів роль ГТФ циклогідролази II в біосинтезі рибофлавіну та встановив, що одним з попередників цього вітаміну є пентозофосфат, що є інтермедіатом пентозофосатного шляху. Працю в науково-дослідному інституті проф. Шавловський поєднував з педагогічною роботою. Відділ регуляції клітинного синтезу низькомолекулярних сполук став філіалом кафедри мікробіології Львівського державного університету ім. І. Франка. Співробітники відділу залучалися до педагогічної праці, а студенти мали змогу отримати належну фахову підготовку. Г.М. Шавловський прожив цікаве життя і залишив про себе добру пам'ять у серцях тих, хто його знав. Він створив визнану в нашій країні та всьому світі наукову школу в галузі дослідження неконвенційних дріжджів, яка плідно працює в Інституті біології клітини НАН України.

ПОСТТРАНСКРИПЦІЙНІ МОДИФІКАЦІЇ ТРНК ЯК МОДУЛЯТОРИ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО МЕТАБОЛІЗМУ СТРЕПТОМІЦЕТІВ

Цедуляк В.-М. С.[1], Кошла О.[1], Сегін Ю.[1], Мулярчик С.[2], Гельм М.[2], Осташ Б.[1]

[1]*Кафедра генетики та біотехнології Львівського національного університету імені Івана Франка, Львів, Україна. E-mail: bohdan.ostash@lnu.edu.ua*
[2]*Інститут фармації і біомедичних наук, Йоган-Гутенберг університет Майнца, Майнц, Німеччина*

Поширення стійкости до антибіотиків серед патогенів знову робить актуальним пошук та впровадження нових антибіотиків. Бактерії актиноміцетного роду *Streptomyces* (стрептоміцети) є одним із найглибших джерел природних біоактивних сполук, які далі впровадили у медичну практику як антибіотичні медпрепарати. Незважаючи на 80-річну історію досліджень біології стрептоміцетів, багато питань щодо регуляції продукції антибіотиків у цьому роді залишаються невисвітленими. Так, відомо, що точкові мутації чи делеція гена лейцил-тРНК *bldA* порушують спорулювання та спеціалізований метаболізм (СМ; синонім до вторинного метаболізму чи продукції антибіотиків). Транскрипти генів СМ містять кодон UUA, декодування якого відбувається за допомогою тРНК *bldA*, на пізніх етапах росту культури (зазвичай це перехід з експоненційної у стаціонарну фазу). Однак незрозуміло, що саме викликає незвично пізнє накопичення трансляційно компетентної тРНК *bldA*.

Використовуючи *Streptomyces albidoflavus* J1074 як експериментальну модель, нами вирішено дослідити гіпотезу, що належне функціонування *bldA* потребує певного набору посттранскрипційних модифікацій первісного транскрипту цієї тРНК. Попередні роботи засвідчили, що порушення модифікації 37-ї позиції тРНК з антикодоном XXA мають фенотип, які притаманні *bldA*-мінус мутантам (https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31017319/). У цій роботі ми зосередилися на пошуку генів, що контролюють модифікації залишку уридину у хиткій (34й) позиції антикодонів XXA, зокрема UAA. *In silico* аналіз виокремив два такі гени: *xnr_5296* (потенційний гомолог TrmL *E. coli*, метилтрансферази з родини SPOUT, що метилює залишок рибози уридину і цитозину в хиткій позиції, Um/Cm) та *xnr_1345* (кодує імовірного гомолога MnmA *E. coli*, задіяного у формуванні 2-тіопохідних, s2U). Нами сконструйовані делеційні мутанти J1074 за цими генами і досліджені їхні властивості, зокрема якісний склад модифікованих нуклеозидів тРНК. Фенотипово *xnr_5296*–мінус мутант практично не відрізняється від вихідного штаму. В гідролізатах тРНК мутанта зникає фракція Um, втім, залишається фракція, що відповідає модифікації s2Um. Найвірогідніше, Xnr_5296 не задіяна у модифікації уридину у хиткій позиції, адже присутність 2-тіоуридину та його похідних (напр. s2Um) є маркерною для уридину у цій позиції. Xnr_5296, отже, задіяна на інших сайтах тРНК, як-от 32-а, модифікацію якої каталізує TrmJ. Також ми не можемо виключити, що аналізований зразок тРНК містив домішки рРНК, нуклеозиди якої теж містять Um. Наші результати спонукають до дальшого пошуку гена, що кодує білок-відповідник TrmL в *E. coli*. Нокаут гена *xnr_1345* призвів до значних порушень морфогенезу і СМ в J1074; гідролізати тРНК мутанта не містили s2U чи її похідні. Отже, *xnr_1345* дійсно кодує гомолога MnmA, і його функціонування важливе для продукції антибіотиків цим штамом.

СИНТЕЗ ЕКЗОПОЛІСАХАРИДІВ КОЛЕКЦІЙНИМИ ШТАМАМИ ЛАКТОБАКТЕРІЙ

Ямборко Г.В., Страшнова І.В., Нетребко О.О.

Кафедра мікробіології, вірусології та біотехнології Одеського національного університету імені І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна. e-mail: jamborkoann@ukr.net

Наразі увагу дослідників привертають екзополісахариди (ЕПС) бактерій, які проявляють різноманітні властивості, мають низьку токсичність, що зумовлює перспективність їх використання в харчовій, косметологічній промисловості, фармацевтиці, медицині, ветеринарії, сільському господарстві. Переваги ЕПС бактеріального походження – простота та економічність виробництва, можливість регулювання їх властивостей за зміни умов культивування. Серед бактеріальних значна увага приділяється ЕПС лактобактерій, які мають міжнародні статуси безпеки GRAS та QPS. Здатність лактобактерій до синтезу ЕПС є штамоспецифічною ознакою, тому пошук нових штамів-продуцентів має особливий науковий і практичний інтерес.

Метою роботи було дослідити здатність до синтезу та активність ЕПС колекційних штамів лактобактерій, виділених з різних природних джерел.

Матеріал дослідження - 30 штамів лактобактерій з Колекції морських та корисних для екологічної біотехнології мікроорганізмів Одеського національного університету імені І.І. Мечникова, які були ізольовані із травного тракту дітей (12 штамів), із ризосфери рослин і ферментованих овочів (6 штамів) та із біотопів Чорного моря (12 штамів).

Здатність штамів лактобактерій до синтезу ЕПС досліджували на щільному середовищі MRS з різними джерелами вуглецю (сахароза, лактоза, глюкоза, фруктоза) у концентрації 5% та фарбником рутенієм червоним при температурі 30°С. Найбільша кількість штамів лактобактерій (20,0%) продукували ЕПС на середовищі з сахарозою. Серед продуцентів ЕПС: *Lactobacillus casei subsp. casei* L187 OL18, *L. casei subsp. tolerans* L290 OL29, *Lactiplantibacillus plantarum* L13 (із ШКТ дітей), *L. plantarum* ONU 12, *L. plantarum* ONU 353 (із ризосфери рослин), *Lentilactobacillus parabuchneri* ONU 1092 (із біотопу Чорного моря).

Для визначення оптимальної температури, при якій синтезується найбільша кількість ЕПС, використовували фенол-сірчанокислотний метод. Відібрані штами культивували у рідкому середовищі MRS із сахарозою за температур 24 °С, 30°С і 37°С. Штами лактобактерій, ізольовані з ШКТ дітей, синтезували найбільшу кількість ЕПС (5,0-10,0 г/л) за температур 24°С та 30°С, натомість штами із рослинних субстратів та морського біотопу максимальну кількість ЕПС (2,0-6,0 г/л) утворювали при 37°С, що вказує на захисну роль ЕПС при культивуванні бактерій за неоптимальних умов. Отже, утворення ЕПС є індивідуальною характеристикою конкретного штаму, прояв якої залежить від зовнішніх факторів, зокрема від вуглеводного складу середовища і температури культивування.

Після виділення ЕПС із штамів *L. casei subsp. casei* L187 OL18 та *L. casei subsp. tolerans* L290 OL29, які синтезували найбільшу їх кількість (9,7 та 10,0 г/л, відповідно), проводили визначення антимікробної активності ЕПС методом дифузії в агар. Для цього готували водні розчини ЕПС у концентрації 0,06 г/л, які вносили по 0,1 мл в лунки чашок з живильним агаром, засіяних штамами індикаторних мікроорганізмів *Staphylococcus aureus* In 1 ATCC 25923 та *Escherichia coli* In 6 ATCC 25922. ЕПС обох штамів *L. casei* пригнічували ріст штамів і грампозитивної, і грамнегативної бактерій. При цьому зони пригнічення росту *S. aureus* за дії ЕПС *L. casei subsp. casei* L187 OL18 становили 11,7±0,3 мм, ЕПС *L. casei subsp. casei* L187 OL18 – 12,0±0,4 мм, штам *E. coli* був дещо стійкіший: зони пригнічення його росту становили 9,0±0,8 і 10,2±0,5 мм, відповідно.

З урахуванням отриманих результатів, для подальших досліджень біологічної активності та біохімічної структури ЕПС було відібрано 2 штами *L. casei subsp. casei* L187 OL18 та *L. casei subsp. tolerans* L290 OL29, які, на наш погляд, мають перспективи для практичного використання.

INFLUENCE OF NUTRIENT MEDIUM COMPONENTS ON THE PRODUCTION OF *AZOTOBACTER VINELANDII* EXOPOLYSACCHARIDE

Chobotarov A.Yu.[1], Gaiduk M.S.[2], Chobotarova V.V.[1], Kurdish I.K.[1]

[1] D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine
E-mail: andreych@ukr.net
[2] Educational and Scientific Centre "Institute of Biology and Medicine", Kyiv, Ukraine

At present, microbial exopolysaccharides are widely used in various fields, including agriculture, medicine, pharmaceuticals, and the chemical industry. Unlike chemical polymers such as polyacrylamide, microbial exopolysaccharides exhibit resistance to thermal and mechanical degradation, while being biodegradable and non-toxic, ensuring their environmentally safe usage.

At the Department of Microbiological Processes on Solid Surfaces of the D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the National Academy of Sciences of Ukraine, a highly active strain of *Azotobacter vinelandii* IMV B-7076 was isolated and characterised. This strain is a component of the complex bacterial preparation Azogran, which is used in organic farming. It is known that *Azotobacter vinelandii* is a producer of alginate, which belongs to the fifth group of microbial exopolysaccharides. Alginate consists of D-mannuronic and L-guluronic acids and lacks repeating units.

It is known that the synthesis of exopolysaccharides largely depends on the composition of the nutrient medium and external factors. In this regard, the aim of this work was to develop and select optimal combinations of various nutrient medium components to enhance alginate synthesis by azotobacter.

Research was conducted using the Plackett–Burman design, which made it possible to significantly reduce the total number of experiments while simultaneously investigating the effect of 13 factors (sucrose, glucose, sodium citrate, $(NH_4)_2HPO_4$, $Ca(NO_3)_2$, $MgSO_4$, $FeSO_4$, Na_2MoO_4, H_3BO_3, $CuSO_4$, $MnSO_4$, $ZnSO_4$ and cultivation time) on alginate synthesis by *Azotobacter vinelandii*. Data processing and mathematical analysis were carried out using MiniTab 18 software (Minitab Inc.).

Analysis of the results showed that alginate synthesis by *Azotobacter vinelandii* was most significantly influenced by Mn^{2+} and Mg^{2+} cations, cultivation time, and the MoO_4^{2-} anion. All other components of the nutrient medium, within the investigated ranges, did not have a statistically significant effect on alginate synthesis.

As a result of optimisation, a medium was selected that ensured maximum polysaccharide accumulation. The alginate yield produced by *Azotobacter vinelandii* increased fourfold compared to the original nutrient medium (Berk's medium).

Thus, the identified significant components of the nutrient medium for *Azotobacter vinelandii* alginate synthesis will enable further optimisation using three-level response surface methodology, which can account for factor interaction effects.

INFLUENCE OF *BACILLUS SUBTILIS* ON THE ACCUMULATION OF SOME AROMATIC COMPOUNDS IN THE ROOT EXUDATES OF BUCKWHEAT

Chobotarov A.Yu., Kharkhota M.A., Chobotarova V.V., Parkhomenko N.Y., Kurdish I.K.

D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine
E-mail: andreych@ukr.net

Organic farming, particularly the use of microbial-based preparations, has many advantages compared to chemical fertilisers and pesticides. Microbial preparations help to maintain the natural soil balance, enhance its fertility, and positively influence the overall immunity of plants, which is an important factor in ensuring their resistance to diseases and pests.

At the D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the National Academy of Sciences of Ukraine, a complex bacterial preparation named Azogran has been developed. It contains *Bacillus subtilis* IMV B-7023, which is capable of synthesising organic acids and biologically active substances.

In this context, our attention was drawn to buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) – a valuable agricultural crop that is an important nectar-producing plant and is well known for its high nutritional value. In Ukraine, buckwheat holds a significant place in agriculture. For instance, in 2024, approximately 89.1 thousand hectares were sown with buckwheat.

Given the above, studying the effect of phosphate-mobilising bacteria on changes in the pool of root exudates in buckwheat plants – in particular, flavonoid compounds under hydroponic growing conditions – appears to be a promising direction.

Experiments were conducted using buckwheat plants of the Syn 2/3 variety. The plants were grown for 14 days in Fahraeus medium containing *B. subtilis* suspensions at concentrations of 10^5, 10^6, and 10^7 cells/mL, as well as a control, under phytotron conditions with lighting of 12,000 lux and a 16-hour photoperiod at 21°C. Flavonoid compounds in the samples were identified at the Collective Use Centre of the National Academy of Sciences of Ukraine, at the D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, using Agilent 1200 equipment (Agilent Technologies, USA).

The results of the study showed that the co-cultivation of *B. subtilis* with the plants led to increased accumulation of flavonoid compounds in the root exudates. Analysis of the results revealed that after growing buckwheat plants without *B. subtilis* treatment, only kaempferol (0.81 µg/mL) was detected in the root exudates. However, the introduction of *B. subtilis* into the plant growth medium positively affected the accumulation of flavonoid compounds, specifically kaempferol and rutin. In the variant containing 10^5 cells/mL of *B. subtilis*, the kaempferol content increased sevenfold compared to the control. Additionally, rutin was detected at 4.37 µg/mL alongside kaempferol. The lowest kaempferol concentration (4.92 µg/mL) was observed in the variant with 10^7 cells/mL of *B. subtilis*, yet this was still six times higher than in the control.

Thus, *Bacillus subtilis* IMV B-7023 positively influences the production of flavonoid compounds in buckwheat plants, particularly kaempferol, which possesses antioxidant properties and may inhibit the growth of phytopathogens in the rhizosphere. This contributes to root system protection and is part of the natural defence mechanism, helping to optimise processes for the growth and development of buckwheat.

DEGRADATION OF CYTOSOLIC PROTEINS IN THE METHYLOTROPHIC YEAST KOMAGATAELLA PHAFFII UPON CARBON SOURCE REPLACEMENT

Kostyantyn Dmytruk[1], Olena Dmytruk[1], Ulyana Kyryliv[1], Andriy Sibirny[1,2]

[1]*Institute of Cell Biology, National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine*
[2]*University of Rzeszow, Rzeszow, Poland*
Email address: *dmytruk77@gmail.com*

Exploring the mechanisms of cytosolic protein degradation holds significant importance both in terms of fundamental understanding and in terms of practical applications. The study investigated the decrease in the specific activity of fructose-1,6-bisphosphatase (Fbp), formaldehyde dehydrogenase (Fld1) and formate dehydrogenase (Fdh1) in several strains of *Komagataella phaffii*. These strains comprised the wild-type strain GS200, a strain SMD1163 with a defective autophagy pathway and a strain with the *GSS1* hexose sensor gene deleted. The investigation focused on short-term and long-term induction with methanol, followed by a shift to glucose, with or without the addition of MG132, a proteasome degradation inhibitor. It was shown that the duration of cell incubation on methanol had no particular effect on the inactivation of enzymes. The effect of the proteasome inhibitor MG132 was insignificant. Fbp, Fld1 and Fdh1 undergo degradation through the vacuolar pathway irrespective of the duration of methanol induction. This conclusion was verified through Western blot analysis and fluorescence microscopy studies. The disruption of Atg1, Atg6, and Atg15 - genes involved in autophagy initiation, autophagosome formation, and lipase synthesis required for breaking down autophagic body membranes in the vacuole - affected the degradation of Fld1 and Fdh1, as reflected by their specific activity levels, which were similar to those observed in SMD1163. These results suggest that Fld1 and Fdh1 are degraded via the vacuolar microautophagy pathway.

SYNTHESIS OF EXTRACELLULAR AUXINS BY BIOTECHNOLOGICAL SOYBEAN RHIZOBIA *Bradyrhizobium japonicum* UNDER THE ACTION OF FLAVONOID COMPOUNDS

Fomenko S.V. [1,2], Leonova N.O.[1]

[1]*D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
[2]*Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine.*
e-mail: snezha.fomenko@ukr.net

Flavonoids are the main signalling molecules in the symbiosis of legumes and their nitrogen-fixing symbionts rhizobia. The main function of flavonoids in the interaction is to induce the transcription of genes for the biosynthesis of rhizobial signalling molecules called *Nod*-factors, which the plant perceives to initiate symbiotic root infection. Many legumes synthesize specific flavonoids that induce *Nod*-factor production only in homologous rhizobia and act as important determinants of host specificity. It is known that in the soybean-*Bradyrhizobium* symbiosis the flavonoids genistein and daidzein are crucial infection signals. The most important evidence for their role is that blocking *IFS* significantly reduces the level of these isoflavonoids and completely blocks nodulation. Given this, flavonoids attract the attention of researchers intending to expand the data on their influence on the physiological activity of plant microsymbionts nodule bacteria.

This work aimed to research the synthesis of growth-regulating phytohormones auxins by biotechnological nitrogen-fixing bacteria *Bradyrhizobium japonicum* under cultivation in the presence of flavonoid compounds quercetin and daidzein. Flavonoids were added to the nutrient medium for rhizobia cultivation at concentrations of 1000 nM for daidzein and 100 nM for quercetin. The qualitative and quantitative composition of auxins was analysed by high-performance liquid chromatography using an Agilent 1200 liquid chromatograph (Agilent Technologies, USA).

It was established that the auxins synthesis by biotechnological soybean rhizobia *B. japonicum* UCM B-6018 and *B. japonicum* UCM B-6035 in the presence of flavonoids daidzein and quercetin was strain-dependent. In *B. japonicum* UCM B-6018 the action of daidzein inhibited the synthesis of indole-3-acetic acid, indole-3-carboxaldehyde, and indole-3-carbinol. A similar effect on some auxins was also observed when quercetin was added to the cultivation medium. In *B. japonicum* UCM B-6018 complete inhibition of the synthesis of indole-3-carboxaldehyde was observed. A 1.2-1.6-fold decrease for hydrazide was shown. However, at the same time, a 1.7-1.9-fold increase in the amount of indole-3-acetic acid and indole-3-carbinol was noted.

In the *B. japonicum* UCM B-6035 strain stimulation of auxin synthesis (total amount) was observed; under the action of daidzein it increased by 2.1 times, and under the action of quercetin it increased by almost 4 times to 859.24 μg/g of absolutely dry biomass. This effect was observed both for the total auxins amount and for each compound separately. Daidzein increased the amount of extracellular indole-3-acetic acid in *B. japonicum* UCM B-6035 by 70 times and the amount of indole-3-carboxylic acid by 2.7 times. Quercetin also stimulated the synthesis of all auxin compounds in *B. japonicum* UCM B-6035. The amount of indole-3-acetic acid increased by 28 times, indole-3-carboxylic acid by 5.1 times, and indole-3-acetic acid hydrazide by 1.9 times. Also identified a large amount of indole-3-butyric acid (192.15 μg/g of absolutely dry biomass) and indole-3-carbinol (47.89 μg/g of absolutely dry biomass), which were not identified in the control without flavonoid. Our data coincide with those previously described in the literature, that the addition of nodulation-inducing flavonoids stimulates the synthesis of auxin phytohormones, in particular, indole-3-acetic acid in rhizobia. It is known that flavonoids of different natures and in different concentrations can be both stimulants and inhibitors of the rhizobia physiological activity. However, such studies are almost not conducted today, so further studies should be conducted using a wider range of flavonoid concentrations.

ADAPTIVE MECHANISMS OF MICROORGANISMS OF EXTREME HABITATS UNDER THE INFLUENCE OF HEAVY METALS AND THEIR PLANT GROWTH-PROMOTING POTENTIAL

Komplikevych S., Maslovska O., Hnatush S.

Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine. e-mail: solomiia.komplikevych@lnu.edu.ua

Extreme habitats can be a source of microorganisms resistant to many stressors, including high concentrations of heavy metal compounds. The ability of such microorganisms to withstand unfavorable conditions and exhibit enzymatic activity and plant growth-promoting effects makes them valuable for bioremediation of technologically contaminated areas. The aim of the work was to study the relationships between markers of oxidative stress, antioxidant responses, and resistance to heavy metals of bacteria isolated from various technologically altered or extreme habitats.

The changes occurring in the bacteria *Rhodopseudomonas yavorovii* IMV B-7620 isolated from Lake Yavorivske (Lviv region, Ukraine), under the influence of iron(III) citrate, cobalt(II) chloride, copper(II) chloride, and potassium dichromate; in *Ochrobactrum rhizosphaerae* IMV B-7956, isolated from filtrates from the Lviv solid waste landfill, and *Paenibacillus tundrae* IMV B-7915, isolated from of a sample containing soil, moss, *Deschampsia antarctica* (Berthelot Islands, Maritime Antarctic) under the influence of copper(II) chloride and potassium dichromate were studied. The effect of different metal salt's concentrations on these bacteria's growth (biomass accumulation, lag phase duration, specific growth rate) was studied. The changes in the content of products of the action of prooxidant factors (products of lipid peroxidation (LPO), oxidative modification of proteins (OMP)) and the activity of enzymes of the antioxidant defense system (catalase, superoxide dismutase, enzymes of the glutathione system) were evaluated. The content of non-enzymatic antioxidants (carotenoids, extracellular polymers) was determined. A factor analysis was conducted to establish the relationships between the parameters studied. Also, the plant growth-promoting effect of the studied strains on the growth parameters of wheat *Triticum aestivum* L. was evaluated.

Under the influence of heavy metals, a decrease in the biomass accumulation of all studied bacteria and changes in the kinetic parameters of their growth were detected. Under the influence of metal salts in the cells of *R. yavorovii* IMV B-7620, *O. rhizosphaerae* IMV B-7956, and *P. tundrae* IMV B-7915, the content of LPO and OMB products increased, which was accompanied by the activation of enzymes of the antioxidant defense system and increased synthesis of extracellular polymers. The factor analysis results revealed specific relationships between metal concentration, level of oxidative stress, and activation of various antioxidant system components in each strain studied. In particular, the role of enzymes of the glutathione system in protecting *R. yavorovii* IMV B-7620 from the effects of iron(III) citrate and pigments in protecting against the effects of various metal salts was established. With the increase of copper concentration in *O. rhizosphaerae* IMV B-7956 cells, the formation of diene conjugates increased, and the enzymes of the glutathione system were activated. Also, a direct relationship between the content of lipid hydroperoxides, thiobarbituric acid reactive substances, and superoxide dismutase activity was established. The role of extracellular polymers in the resistance of *P. tundrae* IMV B-7915 to potassium dichromate is demonstrated. The studied bacteria, especially *P. tundrae* IMV B-7915, had a plant growth-promoting effect on wheat, improving seed germination, root and shoot growth and chlorophyll content.

The identified relationships between the content of products of the action of prooxidant factors and antioxidant indicators are essential for understanding the mechanisms of resistance of microorganisms to the effects of heavy metal ions. In addition, these strains' demonstrated plant growth-promoting potential suggests prospects for their use in bioremediation of contaminated soils and stimulation of plant growth under conditions of anthropogenic stress or for remediation of land damaged by military operations.

EXTRACELLULAR PRODUCTION OF ABSCISIC ACID BY NON-RHIZOBIAL ENDOPHYTIC BACTERIA ISOLATED FROM SOYBEAN NODULES

Leonova N.O.[1], Fomenko S.V.[1,2]

[1]*D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
[2]*Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine.*
e-mail: natikleo@online.ua

Abscisic acid (ABA) is a common plant hormone and one of the main signalling molecules that controls plant growth and development, regulates water status, and their response to environmental stresses. To date, the function of ABA as an abiotic stress molecule has been widely studied. However, in the context of symbiotic associations, ABA has been less studied. This phytohormone is an important regulator in the legumes-rhizobia symbiosis. For microorganisms, the role of ABA synthesis as a hormonal exometabolite has not been studied enough. In the literature mainly provides data on the role of this compound in plant-microbial interactions. The inhibitory effect of this hormone during nodule formation has been shown, which is associated with a decrease in the flavonoids content (daidzein, genistein, coumestrol) in soybean roots. ABA can interact with phytohormones cytokinins during the root cortical cells division, inhibiting this process.

We have previously studied the ABA synthesis by soybean rhizobia, *Bradyrhizobium japonicum*. However, the ability to form this phytohormone-inhibitor by endophytic bacteria-symbionts of the genera *Paenibacillus, Bacillus, Brevibacillus, Ochrobactrum* and *Pseudomonas*, which were isolated from soybean nodules, was studied for the first time.

ABA was isolated and purified by TLC, and then the extracts were analysed by high-performance liquid chromatography (HPLC/MS). Endophytic bacteria for the ABA synthesis study were cultivated on two media: glucose-mineral medium and modified peptone LB medium.

It was found that in the studied media, not all endophytic strains of both the genus *Bacillus* and representatives of the genera *Ochrobactrum* and *Pseudomonas* synthesised ABA.

On the glucose-mineral medium, only three strains of endophytic bacteria synthesised ABA: *Paenibacillus* sp. 1 – a very small amount of this phytohormone, and *Brevibacillus* sp. 5 and *Pseudomonas* sp. 6 – quite large concentrations, 40.2 and 25.5 μg/g of absolute dry biomass.

On the other hand, on the modified peptone LB medium, an increase in the biosynthesis of extracellular ABA in soybean endophytes and the appearance of such an ability in the strain *Bacillus* sp. 4, which did not synthesise this phytohormone on the glucose-mineral medium, was noted. It was noted that in *Bacillus* sp. 4, the amount of ABA was 0.16 μg/g of absolute dry biomass. In *Brevibacillus* sp. 5 and *Pseudomonas* sp. 6, the amount of extracellular ABA on modified peptone LB medium significantly increased. An increase for phytohormone by 3.7 times was noted for the *Brevibacillus* sp. 5 strain. For the *Pseudomonas* sp. 6 strain, the ABA synthesis increased almost 2 times.

This correlation of the phytohormone ABA synthesis is probably due to the origin of these endophytes from soybean nodules. This plays a special role in the minimal synthesis of ABA by these bacteria. On the one hand, as studies show, this is one of the so-called stress hormones secreted in the plant in response to drought and other, mainly abiotic, factors. On the other hand, it is a hormone that affects seed germination and fruit ripening, and participates in the opening and closing of stomata. Accordingly, nodule microorganisms are quite distant from the main target organs of ABA and less related to them than even root endophytes, taking into account a certain specificity of the nodules' structure and the conditions of coexistence with diazotrophic bacteria.

WHOLE GENOME SEQUENCING AND ANTIMICROBIAL POTENTIAL OF *STREPTOMYCES YOUSSOUFIENSIS* Y15 ISOLATED FROM WAR IMPACTED SOIL

Mariia Loboda, Andrii Sylchuk, Olesia Havryliuk, Iryna Bida, Vladyslav Katrii

D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
mariialoboda@imv.org.ua

The increasing prevalence of antimicrobial resistance presents a significant global challenge, necessitating the identification of novel bioactive compounds with therapeutic potential. *Streptomyces* species, renowned for their capacity to synthesize a diverse array of antibiotics, remain at the forefront of microbial drug discovery. Notably, extreme environments, such as war-affected soils, may serve as reservoirs for unique microbial communities adapted to harsh conditions. These strains often exhibit distinct metabolic pathways and the potential to produce novel secondary metabolites, which may contribute to the discovery of innovative antimicrobial agents. The aim of this study was whole-genome sequencing, genome annotation, and the assessment of antimicrobial properties of *Streptomyces youssoufiensis* Y15.

The following list of test strains of microorganisms was used in biotests: *Fusarium solani* TR1, *Fusarium oxysporum* TR1, *Fusarium oxysporum* DSM 21731, *Fusarium culmorum* DSM 21713, *Fusarium graminearum* DSM 21727; *Pseudomonas syringae* IMV 8511, *Pseudomonas fluorescens* IMV 8573, *Pectobacterium carotovorum* IMV 8982, *Agrobacterium tumefaciens* IMV 8628 and reference strains. Evolutionary relationships were determined using MEGA11 and bootstrap method. Whole-genome shotgun sequencing of the strain was performed using an Illumina NovaSeq. The genome was assembled with SPAdes v4.0.0. Genome annotation was carried out using RAST Server. Biosynthetic gene clusters and secondary metabolites were predicted using the antiSMASH.

S. youssoufiensis Y15 was isolated from contaminated soil in Kryvyi Rih, Ukraine, an area affected by industrial pollution from Kryvorizhstal and missile impact, using soil suspension plating on nutrient agar (NA) containing chromium (Cr^{2+}) at 200 mg/L. The strain has both aerial and substrate mycelium on Gym, PGA media at pH 7.0–1.2. The genome size is 8,603,659 nucleotides with a GC content of 72%, the genome assembly consists of 389 contigs and 71 tRNA genes. Metabolic pathways responsible for the biosynthesis of auxins (phytohormones) and terpenoids are encoded, suggesting the strain's potential ability to synthesize cytokinins and exhibit growth-promoting properties in plants. In nitrogen metabolism, the genome encodes the ability to assimilate ammonium (NH_4^+), as well as to ammonify nitrates and nitrites, converting nitrite (NO_2^-) or nitrate (NO_3^-) into ammonium (NH_4^+) in the presence of ammonia (NH_3) as a nitrogen donor. the resistance to environmental stress factors, including osmotic, periplasmic, and oxidative stress, as well as heavy metals (copper, mercury, cobalt, zinc, cadmium, and chromium) and the resistance to antibiotics (fluoroquinolones, β-lactams, and tetracyclines) are also encoded. Several biosynthetic gene clusters (BGCs) are identified in the genome of *S. youssoufiensis* Y15 with high homology to known BGCs responsible for secondary metabolite production. It can potentially can synthesize piericidin A1 (a polyketide antibiotic) with antibacterial, antifungal, and anticancer properties. Additionally, BGCs of geosmin, ectoine, and echosides A, B, C, and D are also encoded. Ectoine is a cyclic amino acid critical for bacterial stress resistance, stabilizing proteins under high salinity, heat, and drought, while improving UV and oxidative stress tolerance. *The strain* demonstrated strong bioactivity against phytopathogenic fungi and *P. fluorescens* IMV 8573 (inhibition zone was 6 ± 0.056 mm). However, no inhibitory effects were observed against *P. syringae* IMV 8511. It exhibited strong activity against *S. aureus* ATCC 25923 – 17.5 ±0.707 mm and moderate acivity against *C. albicans* CECT 1392 – 3.95±0.071.

These findings highlight the adaptability of *S. youssoufiensis* Y15 to various environmental conditions and its valuable biosynthetic potential for applications across different fields. *This work is supported by the Grant of the NAS of Ukraine to research laboratories / groups of young scientists of the NAS of Ukraine for conducting research in priority areas of science and technology: "Development of the microbial phytosorbent as the basis of complex biotechnology for the purification and restoration of soils damaged by military actions".*

ENHANCING PLANT RESISTANCE THROUGH SOYBEAN-*BRADYRHIZOBIUM* INTERACTION UNDER WATER SCARCITY

Nyzhnyk T.P.

Institute of Plant Physiology and Genetics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine. e-mail: tp_nyzhnyk@ukr.net

A promising Nature-Based Solution for providing legume crops with ecological nitrogen and increasing drought resistance is based on the formation of rhizobial symbiosis. At the same time, to resist drought in a warming climate, plants must adapt under stress and activate key systems for antioxidant protection. Therefore, it is important to understand the role played by key components of drought-related antioxidant defense systems to clarify the adaptive responses demonstrated by soybean – *Bradyrhizobium japonicum* symbioses with different activities and virulences. Such information will be valuable for assessing the tolerance of the formed symbioses, as well as establishing the specificity of their adaptation potential in the face of climate change, while optimising the efficiency of atmospheric molecular nitrogen fixation.

To better understand the role played by the key components of stress-related antioxidant defense systems, and to clarify the adaptive responses demonstrated by symbioses between soybean and the nodula bacteria *Bradyrhizobium japonicum*, the present study compares the effect of water stress on symbiosis variants with different activities and virulences. The study material includes various strains of bacteria used to create soybean – *Bradyrhizobium* symbioses, together with some mutated forms. The results will provide a clearer insight into the development of stress-protective reactions that emploed by such symbioses during various growth phases during exposure to low levels of moisture. The study also compares symbioses formed by various active virulent strains of rhizobia with soybean plants.

The results yielded by such multidimensional studies have considerable potential application in agrotechnology faced by the ongoing challenge of soil moisture deficit. Also, by understanding the activity of effective symbiotic systems that maximize nitrogen-fixing potential and demonstrate high tolerance to water stress, it will be possible to identify the participation of key prooxidant and antioxidant systems in response to different degrees of water supply. Such information will be valuable for assessing the tolerance of the formed symbioses, as well as establishing their adaptation potential in the face of climate change, while optimising the efficiency of atmospheric molecular nitrogen fixation.

The aim of the present study is to explore the role of protective antioxidant systems in the drought resistance of soybean, depending on the effectiveness of forming a symbiotic interaction with nodula bacteria. The study was based on the following hypothesis: in symbioses formed by *Bradyrhizobium japonicum* with soybean, the formation of a protective response under water stress is accompanied by a synergic change in the activity of the key antioxidant enzymes superoxide dismutase and catalase, which regulate hydrogen peroxide level and reduce lipid peroxidation.

Results showed that the effective symbiotic systems are able to activate the key antioxidant enzymes superoxide dismutase and catalase under prolonged drought, thus maintaining the prooxidant-antioxidant balance of plants and the functioning of the symbiotic relationship under stress conditions. While less effective and ineffective symbiotic systems are unable to provide the soybean plants with antioxidant protection due to the significant development of drought-related oxidative processes, as evidenced by excessive production of hydrogen peroxide and intensification of lipid peroxidation. Both partners, i.e. the macro- and microsymbiont, to play important roles in the formation of soybean-rhizobial symbiosis, deriving from their combined ability to realize their nodulation potential and regulate redox homeostasis under the effects of drought. The presented approach in research proves that the use of active virulent *Bradyrhizobium strains* is important for increasing the implementation of protective and nitrogen-fixing properties in soybean under drought conditions.

EFFECT OF ERYTHRITOL ON SYNTHESIS OF BIOLOGICALLY ACTIVE GIBBERELLINS AND SURFACTANTS BY *NOCARDIA VACCINII* IMV B-7405

Pirog T.P.[1,2], Leonova N.O.[2], Shevchuk T.A.[2], Piatetska D.V.[1]

[1]*National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine*
[2] *D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of NASU, Kyiv, Ukraine*
e-mail: tapirog@nuft.edu.ua

A promising direction today is the creation of technologies for obtaining complex microbial preparations for crop production. The ability of *Nocardia vaccinii* IMV B-7405 to simultaneously synthesize surfactants with antimicrobial activity and stimulating phytohormones (auxins, cytokines, gibberellins) was previously established. However, the concentration of synthesized gibberellins was low. One of the approaches to the intensification of the target metabolites synthesis is the introduction of a precursor of their biosynthesis into the cultivation medium. Since in most bacteria gibberellins are formed in the methyl-erythritol-4-phosphate pathway, it was assumed that erythritol could be the precursor of the synthesis of these phytohormones. In addition, surfactants are secondary metabolites, the biological activity of which can vary depending on the cultivation conditions.

The aim of the work is to investigate the possibility of increasing the synthesis of gibberellic phytohormones by the surfactant producer *N. vaccinii* IMV B-7405 in the presence of exogenous erythritol in the culture medium and to determine the effect of erythritol on the biological properties of surfactants synthesized under such conditions.

Cultivation of *N. vaccinii* IMV B-7405 was carried out in a medium with refined or waste oil (2%, volume fraction) containing 100-500 mg/l erythritol. The concentration of gibberellins was determined by the method of high-performance liquid chromatography, surfactants by the weight method after extraction and modification with a mixture of chloroform and methanol. The antimicrobial activity of surfactants against phytopathogenic bacteria was analyzed by the indicator of the minimum inhibitory concentration, the degree of destruction of biofilms – by the spectrophotometric method.

It was established that the introduction of 300-400 mg/l erythritol into the culture medium of *N. vaccinii* IMV B-7405 was accompanied by 2-14 times increase in the concentration of biologically active gibberellins GA_3 and GA_4 compared to the indicators of synthesis in the medium without the precursor. Data on the formation of gibberellins by *N. vaccinii* IMV B-7405 were correlated with the activity of one of the key enzymes of their biosynthesis: in the presence of erythritol, the activity of 2-C-methyl-D-erythritol-4-phosphate-cytidyltransferase was 3-12 times higher than in cells of the IMV B-7405 strain grown without a precursor.

In the presence of erythritol, the formation of surfactants with high antimicrobial activity against phytopathogenic bacteria and the ability to destroy their biofilms was observed. The minimum inhibitory concentrations of surfactants synthesized by the addition of erythritol at the end of the exponential growth phase of the IMV B-7405 strain on waste oil for the pathogens of tomato bacteriosis were 0.8-25 μg/ml and were lower than the indicators established for surfactants formed without erythritol (3.13−100 μg/ml). Destruction of biofilms of phytopathogenic bacteria under the influence of surfactants obtained in the presence of erythritol in medium with waste oil was 8-34% higher compared to destruction under the action of surface-active substances synthesized without this precursor. It was established that the introduction of erythritol into the culture medium of *N. vaccinii* IMV B-7405 was accompanied by a two-fold increase in the activity of $NADP^+$-dependent glutamate dehydrogenase (the key enzyme in the biosynthesis of aminolipids responsible for the antimicrobial activity of the surfactant complex).

The obtained results are the basis for the development of a highly efficient integrated technology of biosynthesis of surface-active substances and phytohormones for crop production. The complex bacterial preparation can be used both to stimulate the growth of agricultural plants and to control the number of pathogens of their bacteriosis.

PREVALENCE OF PREDICTED METHYLENOMYCIN BIOSYNTHETIC CLUSTERS IN STREPTOMYCETE GENOMES

Polishchuk L.V.

D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine
e-mail: LVPolishchuk@ukr.net

The anticancer antibiotic lidamycin (LDM) is produced by the *S. globisporus* C- 1027 strain. The lidamycin biosynthesis cluster (LDM-cluster) includes 58 genes (72672 bp). As established, the LDM-cluster is localized on a plasmid SGLP1 (167754 bp, CP013739). Only detection of the LDM-cluster in the pTFSG1 plasmid *(S. globisporus* TFH56) was reported. The aim of the work is to identify strains of streptomycetes, in the genomes of which probable LDM-clusters present. The objects of the study were nucleotide sequences of chromosomes and plasmids of streptomycetes, which were deposited on publicly available Internet database on the National Center for Biotechnology Information (NCBI). The analysis of primary DNA structures was performed using Basic Local Alignment Search Tool (BLASTN: megablast). The sequence fragment (20150 bp – 92825 bp) of SGLP1 plasmid (*S. globisporus* C-1027) was used as a query in computerized analysis. These Internet databases contain information on the primary structures of hundreds of thousands of chromosomes and plasmids of streptomycetes, which are fully or partially determined. The BLASTN-analysis of the primary structures of DNAs in the Nucleotide Collection and the Whole-Genome Shotgun Contigs databeses revealed the presence of query- like sequences in thousand of streptomycete genomes. However, in most cases, these were small fragments of both plasmid and chromosomal DNA. In the Nucleotide Collection database, six streptomycete plasmids were identified that contained probable LDM-clusters. Plasmids are placed in the GenBank database under the numbers: CP108547, CP109060, CP029362, CP109147, CP108593, CP135078. The plasmids had molecular sizes ranging from 104367 bp to 294500 bp. The hosts of five of them were strains from the species *S. globisporus*. And one plasmid was contained in the cells of the strain *S. parvusus* F-G-2. The nucleotide sequences of 7 plasmids were only partially identical – they all contained sequences that were similar to the fragment 7747 bp – 112237 bp of SGLP1 (*S. globisporus* C-1027). 72 strains of streptomycetes whose DNA contains query-like sequences were identified in The Whole-Genome Shotgun Contigs database. Most of the strains (46 strains) belonged to the *S. globisporus* species. The 3 strains of *S. griseus* and *S. mediolani* species also belonged to the *S. griseus* group as well as the *S. globisporus* species. LDM-clusters have been found in the DNA of *S. badius, S. bauhiniae, S. capilispiralis* strains that are not related to the *S. griseus* group. Similarity levels of sequences of probable LDM-clusters oto the query sequence were significant – Qc (query coverege)>93%, I (identity)>92,5%. In total, the presence of 78 streptomycetes was established, in the genomes of which LDM-clusters were revealed. The sequences of these streptomycetes were determined to varying degrees (complete genome, set of contigs). Six streptomycete plasmids (including and pTFSG1) that contained probable LDM-clusters were identified in Nucleotide Collection database. 72 strains of streptomycetes whose DNA contains query-like sequences were identified in the Whole-Genome Shotgun Contigs database. Most of the strains (51 strains) belonged to the *S. globisporus* species. Most of the sequences of probable LDM-clusters were remarkably similar to the sequence of the LDM-cluster of *S. globisporus* C-1027 (Qc>93%, I>92,5%).

ANALYSIS OF THE METABOLIC PROFILE OF THE PROBIOTIC STRAIN *BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS* SSP. *PLANTARUM* IMV B-7142

Skorochod I.O., Roy A.O., Safronova L.S.

D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine. e-mail: aphalina.77@gmail.com

Probiotics are living microorganisms that, when administered in appropriate quantities, confer health benefits to the host. The main mechanisms of the action of probiotics include the restoration of intestinal microbiota, and competition for nutrients and space with potentially pathogenic bacteria, preventing their colonization and growth. In probiotic research, considerable attention has been paid to lactic acid bacteria due to their favourable effects on human health and their status as 'generally accepted as safe'. However, members of the genus *Bacillus* (*B. amyloliquefaciens, B. subtilis, B. coagulans, B. pumilus, B. licheniformis and B. clausii*) also demonstrate significant probiotic potential due to their ability to synthesise a wide range of biologically active substances. However, the identification and characterisation of bioactive metabolites of probiotic bacteria of the genus *Bacillus* is rarely performed. This hinders progress in further enhancing bioactivity, which can be achieved by identifying interactions or synergistic effects between different compounds.

The bacterial strain *B. amyloliquefaciens* ssp. *plantarum* IMV B-7142 is part of the veterinary preparation Endosporyn. This medicine is used for the prevention and treatment of 'stress diseases' (endometritis, dysbiosis, intestinal infections, purulent wounds) in animals. Accordingly, in order to comprehend the probiotic properties of the bacillus strain under investigation, it was imperative to investigate its metabolic profile.

According to the results of GC-MS analysis in the ethyl acetate extract of the cell-free supernatant of *B. amyloliquefaciens* ssp. *plantarum* IMV B-7142 ethyl acetate extract was identified as 21 compounds. These metabolites belonged to different classes of bioorganic compounds, such as alcohols, ketones, fatty acids, and aromatic compounds, in addition to esters and ethers. These are, in particular, the following acetic acid (antibacterial and antifungal, anticancer activity), pyrimidine (antitubercular, antibacterial, antifungal, antiviral, anti-inflammatory, antimalarial, anticancer activity), purine (antimicrobial, antifungal, antitumour, antiproliferative, antiviral activity), benzeneacetic acid (antimicrobial activity), tetradecanoic acid (biological actions against fungi, viruses, cancerous cells, and parasitic microbes), hexadecanoic acid (anti-inflammatory, antibacterial, anticancer activity), heptadecanoic acid (anticancer activity), oleic acid (inhibits cancer cell growth and survival in low metastatic carcinoma cells, such as gastric carcinoma SGC7901 and breast carcinoma MCF-7 cell lines), octadecanoic acid (anticancer activity). Two unique compounds were identified among the components of the metabolic profile of *B. amyloliquefaciens* ssp. *plantarum* IMV B-7142. Propanoic acid, 2-[(trimethylsilyl)oxy], trimethylsilyl ester, is a derivate of lactic acid. Lactic acid is mainly found in fermented dairy products as the primary metabolite of microorganisms. Lactic acid exhibits some antimicrobial properties against pathogens through physiological and morphological alteration of pathogens by disrupting the structure of their cell membranes. Squalene, a typical triterpenoid compound containing six isoprene units. Due to its six non-conjugated double bonds in structure, squalene enhances immune function, and has hypolipidemic, antioxidant, antitumor, antibacterial, and detoxification effects.

Thus, *B. amyloliquefaciens* ssp. *plantarum* IMV B-7142 synthesises volatile organic compounds that differ in their chemical structure and affect the probiotic potential of this bacteria. The significant metabolic activity makes this strain valuable for biotechnological applications. In-depth studies of the metabolic profiles of probiotic bacteria hold great promise for opening up new microbiological possibilities and identifying previously unknown substances or metabolites with high potential.

CYTOTOXIC EFFECT OF THE *BACILLUS SUBTILIS* STRAIN 5007 METABOLOME COMPLEX ON HUMAN BREAST CANCER CELLS *IN VITRO*

Skorochod I.O.[1], Lykhova O.O.[2], Safronova L.A.[1]

[1] *D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine. e-mail:* aphalina.77@gmail.com
[2]*R.E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine,*

Breast cancer (BC) ranks first in terms of morbidity and mortality among women in most countries of the world. The results of numerous *in vitro* and *in vivo* studies have proven that probiotics can be effective in controlling the growth of BC cells. The therapeutic mechanisms of probiotics are implemented through metabolic, immune and molecular pathways and lead to inhibition of proliferation and increased apoptosis of tumor cells. Of particular interest among probiotic bacteria with high anticancer potential are members of the *Bacillus* genus. One of the mechanisms of anticancer action of bacilli is the synthesis of a wide range of compounds that inhibit the proliferation and viability of malignant cells.

The work aimed to determine the chemical composition and evaluate the cytotoxic effect of the *Bacillus subtilis* UKM B-5007 metabolomic complex on human BC cells *in vitro*.

The objects of the study were human BC cells of different molecular subtypes MCF-7 (luminal) and MDA-MB-231 (basal), as well as bacteria of the *B. subtilis* UKM B-5007, which are a component of the probiotic Biosporin.

According to the results of gas chromatography analysis, several compounds with possible antitumor effects were identified in the *B. subtilis* UKM B-5007 metabolomic complex. In particular, these are: ethanimidic acid, caproic acid, acetic acid, butanoic acid, L-valine, 3.6-dihydro-2.5-bis-(trimethylsiloxy)-pyrazine, pyrimidine, L-methionine, L-phenylalanine, anthracene derivative, phthalic acid, pentadecanoic acid, L-tyrosine, octadecanoic acid.

The effect of the *B. subtilis* UKM B-5007 metabolomic complex on the viability of BC cells was determined by a standard colorimetric method by staining live cells with crystal violet. The cytotoxic effect of the metabolomic complex was assessed by the IC_{50} indicator for the studied cell cultures. IC_{50} was calculated by the method of nonlinear regression analysis. It was shown that the metabolites of *B. subtilis* UKM B-5007 inhibit the viability of MDA-MB-231 cells twice as effectively as MCF-7 cells. The obtained results indicate that the *B. subtilis* UKM B-5007 metabolomic complex, which includes carboxylic acids, amino acids and their derivatives, causes a different and selective cytotoxic effect on human BC cells of different molecular subtypes.

Секція 5. *Вірусологія*
Section 5. *Virology*

ПРОТИВІРУСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ВИТЯЖОК З ЧОРНОБРИВЦІВ

Артюх Л.О.[1], Повниця О.Ю. [1], Личак О.В.[1], Загородня С.Д. [1], Машковська С.П., Джуренко Н.І. [2]
[1]*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна.*
[2]*Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України, м. Київ, Україна.*
e-mail: bilyavskal@ukr.net, medbotanica@ukr.net

З'являються нові віруси, відомі раніше - мутують і набувають стійкості, тому пошук нових противірусних препаратів залишається актуальним. Істотним недоліком препаратів на основі хімічних сполук є їх значна токсичність. Тому поряд з пошуком нових ліків серед синтетичних сполук ведуться дослідження противірусних засобів природного походження. Рослинні засоби, які широко зарекомендували себе в народній медицині, завжди привертали велику увагу вчених. Це пов'язано з тим, що багато рослин містять значну кількість біологічно активних сполук. Крім того рослинні лікарські засоби, як правило, не виявляють побічної дії і можуть використовуватися у дитячій та геріатричній практиці. Одним з таких рослинних об'єктів є чорнобривці, які широко культивуються в Україні, характеризуються наявністю широкого спектру сполук з різними властивостями, а саме фенілпропаноїдів, каротиноїдів, флавоноїдів, тіофенів, терпенів та інших. Здавна водяні настої застосовуються в народній медицині, а ефірна олія з чорнобривців позбавляє від неврозів, циститів, уретриту, затримки сечовипускання, глистів. У народній медицині настій квіток чорнобривців застосовують при «курячій сліпоті», сечокам'яній хворобі. Відомо, що сполуки, які виробляють рослини, можуть змінюватись залежно від багатьох факторів, включаючи частину рослини, з якої їх екстрагують, період збору врожаю, стадії розвитку рослин і географічні джерела. Спектрофотометричне дослідження витяжок рослин чорнобривців виду *T. patula* L., зібраних на території України, на кількісний вміст біологічно активних сполук показало, що вони є перспективними для отримання високоактивних флавоноїдів та лікарських засобів на їх основі. Крім того, ідентифіковано до 22 сполук в ефірній олії суцвіть чорнобривців даного виду та показано її протимікробну та мікостатичну активність. Нами підготовлено витяжки з суцвіття та зеленої маси чорнобривців *Tagetes patula* L. в 70% етиловому спирті та досліджено їх цитотоксичну дію в клітинах лінії Hep-2 та Vero, віруліцидну і противірусну активність на моделях аденовірусу людини 2 серотипу (HAdV-2) та вірусу простого герпесу 1 типу (HSV-1/US). Виявлено, що токсичність витяжок значно залежала від частини рослини взятої для екстракції, так цитотоксичний ефект витяжки із зеленої маси був у 3,7 та 15 раз сильніший, відповідно в клітинах Hep-2 та Vero, у порівнянні із витяжкою отриманою із суцвіть. Відносно аденовірусу людини віруліцидна дія витяжок була несуттєва – зниження інфекційного титру вірусу при 60 хв контакті становило 1,2-1,5 $\log_{10}$ $ТЦД_{50}$/мл. Натомість витяжка із зеленої маси чорнобривців проявила виражену віруліцидну дію проти HSV-1/US, адже не залежно від часу експозиції з вірусом (5, 15 чи 60 хв) зниження його титру становило ≈3 $\log_{10}$ $ТЦД_{50}$/мл. Досліджували вплив витяжок на репродукцію вірусів при профілактичному (до інфікування) та терапевтичному (одразу після інфікування) внесенні. Показано зниження тиру HAdV-2 та HSV-1/US на 2,7 та 3,5 $\log_{10}$, відповідно, для витяжки з суцвіття при використанні її за профілактичної схеми експерименту. Виявлено високу та подібну протигерпетичну ефективність витяжки як із суцвіття, так і з зеленої маси, внесеної за лікувальної схеми, адже зниження інфекційного титру HSV-1/US було в межах 1,9 - 4,9 $\log_{10}$. Слід відмітити, що із зменшенням концентрації витяжок, спостерігали зниження їх противірусних властивостей. Таким чином, нами показано високий противірусний потенціал спиртових екстрактів чорнобривців у не токсичних концентраціях проти простих та складних ДНК-вмісних вірусів.

ЦИТОТОКСИЧНІСТЬ ТА АНТИВІРУСНА АКТИВНІСТЬ НАНОЧАСТОК ЦЕРІЮ, ДОПОВАНОГО РУТЕНІЄМ

Дубова І.В[1]., Кулік Д.В.[2], Щербаков О.Б.[1], Жолобак Н.М.[1]

[1]Інститут мікробіології і вірусології ім.Д.К.Заболотного НАН України, м. Київ, Україна. e-mail: irynavdubova@gmail.com
[2] ННЦ «Біології та медицини» КНУ ім.Т.Шевченка, м. Київ, Україна

Відомо, що наночастки діоксиду церію (НДЦ) є перспективними об'єктами для біомедичного застосування. Нашими дослідженнями показано антивірусну активність цитрат-стабілізованих НДЦ та що доповані платиною НДЦ мають вищу прооксидантну дію в умовах *in vitro*. Серед металів платинової групи особливо перспективними є сполуки рутенію через їх кращу біосумісність та нижчу вартість. Тому метою нашого дослідження було вивчення цитотоксичності та антивірусної активності допованих рутенієм НДЦ.

Синтез допованих рутенієм НДЦ було проведено за методом, описаним (DOI: 10.1039/d4na00857j). Було отримано дві лінійки (нестабілізовані та стабілізовані гістидином) зразків з різними концентраціями допанта. Цитотоксичність зразків вивчали на культурі клітин нирки мавпи МА-104 із застосуванням ряду тестів: тест з виключенням трипанового синього (життєздатність клітин), аналіз із використанням кристалічного фіолетового, визначення метаболічної активності клітин (МТТ-тест), визначення лізосомної активності за допомогою нейтрального червоного та проліферативної активності (тест із сульфородаміном В). Антивірусну активність зразків визначали за пригніченням реалізації цитопатичної дії вірусу везикулярного стоматиту (ВВС, *Rhabdoviridae)* за профілактичної (контакт клітин зі зразками 24 год до їх інфікування) та лікувальної (внесення зразків до вірус-інфікованих клітин через 1 год після ВВС) схеми.

Встановлено, що зразки в максимальній дослідженій концентрації 4 мМ проявляють мінімальну цитотоксичність, тому IC_{50} не визначено. Слід зазначити, що у мікромолярних концентраціях зразки підвищують метаболічну активність клітин, посилюють функціональність лізосом, стимулюють проліферацію клітин МА-104. Гістидин-стабілізовані зразки ефективніше підвищували вище названі показники життєдіяльності клітин в ширшому діапазоні концентрацій. Лізосомальна активність найвища у зразках, допованих 0,5% рутенію, натомість проліферативна – 4%. Антивірусна активність допованих рутенієм нестабілізованих та стабілізованих гістидином зразків НДЦ проти ВВС за профілактичної схеми вища у гістидин-стабілізованих зразків зі збільшеною кількістю Ru: 2-8%. Мінімальна антивірусна активність показана для недопованих НДЦ. Як і за профілактичної схеми, стабілізовані гістидином зразки за лікувальної схеми демонстрували вищу антивірусну активність, яка була показовою за мінімальної кількості Ru як допанту: 0,25-1%. Антивірусний ефект спостерігався для цих зразків у розбавленнях 10^{-4}-10^{-5} від стокової концентрації. Наші дослідження цитотоксичності та антивірусної активності лінійки нестабілізованих та стабілізованих гістидином зразків НДЦ, допованих рутенієм, дозволяють зробити висновки щодо їх низької цитотоксичності, впливу на клітини через активацію лізосомальної та метаболічної активності, прояв якої залежить від збільшення концентрації допанта у складі наночасток, а також наявності стабілізатора. Гістидин-стабілізовані НДЦ, доповані мінімальною кількістю рутенію (0,25-0,5% у складі наночастки), характеризуються вищою антивірусною активністю, яка корелює із зростанням лізосомальної активності інтактних клітин. Отримані результати свідчать про необхідність поглибленого вивчення цитотоксичності синтезованої лінійки зразків на трансформованих культурах клітин та їх антивірусної активності на інших модельних вірусах.

СУЧАСНІ СТРАТЕГІЇ ПРОТИВІРУСНОГО ЗАХИСТУ

Загородня С.Д., Артюх Л.О., Повниця О.Ю., Баранова Г.В., Заремба П.Ю., Заремба А.А.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна. e-mail:svetazagorodnya@ukr.net

Вірусні інфекційні захворювання завжди становили загрозу для виживання та якості життя людини, що перешкоджає стабільності людського суспільства. Зокрема, глобальна пандемія SARS-CoV-2 вказала на глобальні прогалини в системі охорони здоров'я, спричинивши серйозні соціально-економічні наслідки в усьому світі. Вірусасоційовані захворювання, що обумовлені епідемічно небезпечними вірусами мають мало ефективних ліків, і, крім того, їх здатність до швидкої мутації та резистентність до ліків вимагають інноваційних підходів до розробки нових противірусних препаратів та засобів здатних до забезпечення запобігання їх поширенню. При розробці противірусних терапевтичних препаратів головною умовою є досягнення оптимального балансу між ефективністю та безпекою. Пріоритет надається сполукам, що демонструють стійку противірусну активність із мінімальними побічними ефектами. Моноспецифічні противірусні засоби, спрямовані на конкретні віруси, знижують ризик токсичності, тоді як препарати широкого спектру дії впливають на різні вірусні патогени, що підвищує їх клінічну прийнятність. Дослідницький підхід повинен охоплювати як універсальні противірусні агенти, так і цільову терапію для конкретних вірусів, забезпечуючи комплексний підхід до боротьби з вірусними інфекціями.

Інноваційні стратегії розробки сучасних противірусних засобів включають в себе наноматеріали як з безпосередньою противірусною дією, так і системи доставки на їх основі; хімічні речовини з застосуванням підходів прогнозування ефективності та оптимізації їх структури; новітні антивірусні стратегії, націлені на взаємодію між вірусами та факторами господаря, що дозволяє ефективно запобігти їх розмноженню в клітинах та поширенню в організмі; розробка препаратів, що стимулюють імунну систему для профілактики захворювань. Окрім цього пошук противірусних сполук, спрямованих на віруси, що належать до двох або більше вірусних родин, що може забезпечити додатковий захист населення від нових і повторних вірусних захворювань, розширюючи арсенал наявних противірусних засобів.

Встановлена дія нових вітчизняних матеріалів та речовин на різні етапи репродукції вірусів, проведений детальний аналіз ролі наночастинок від індивідуальної противірусної дії до їх включення в композити та матеріали. Визначені речовини з поліфункціональною противірусною дією проти ДНК- та РНК-вмісних вірусів, що дозволяє стверджувати про перспективність підходів впровадження інноваційних технологій, а саме наночастинок та матеріалів з них в практику охорони здоров'я. Окрім цього технології, що використовують наночастинки та нові матеріали, можуть бути застосовані не тільки в медицині, а й для санітарної обробки приміщень та очищення навколишнього середовища. Впровадження новітніх препаратів може суттєво змінити підхід до боротьби з вірусними інфекціями, підвищуючи ефективність лікування та запобігаючи поширенню нових загроз. Це відкриває перспективи для більш стійкої та надійної системи охорони здоров'я.

ОСОБЛИВОСТІ АДСОРБЦІЇ TNF-α НАНОПЛАСТИНКАМИ ЗОЛОТА

Заремба А.А., Загородня С.Д.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, Київ, Україна. e-mail: vstyp17@gmail.com

Фактор некрозу пухлини-α є плейотропним цитокіном основним прикладним ефектом якого є потужна проапоптична активність. Найбільш чутливими до дії TNF-α, при цьому, є перероджені клітини. Однак, очевидні спроби використати цей фактор під час антиракової терапії здебільшого зазнали невдачі через значну системну токсичність. Єдиним способом використати антиракову активність TNF-α і уникнути його токсичності, який нині розглядається, є точна доставка в пухлину. Наночастинки золота, через їх низьку токсичність, високу стабільність і відносну простоту синтезу, часто використовуються як основа для збірки нанорозмірної системи прицільної доставки ліків. Розуміння механістичних особливостей взаємодії TNF-α із поверхнею носія є важливою складовою збереження біологічної активності діючого фактору під час процесу нанозбірки.

В цій роботі ми, використовуючи симуляційні підходи, визначили молекулярні особливості взаємодії двох тримерів TNF-α з нанопластинкою золота.

Вихідні дані були отримані з RCSB PDB (TNF-α, PDB ID: 6X86). Молекулярна система була побудована за допомогою онлайн ресурсу CHARMM-GUI та передбачала створення прямокутного боксу (20,9*20,9*20,9 нм) з періодичними граничними умовами, який містив золоту пластинку розміром 13,8*13,8*1,0 нм, два не взаємодіючих з пластинкою тримери TNF-α, воду в ролі розчинника (модель TIP3P) та іони K+ і CL- у фізіологічній концентрації (0,15 М). Температура системи дорівнювала 303,15 К. Еквілібрація та молекулярне моделювання (200нс) виконувалось в GROMACS 2020.6 з використанням GPU в ролі прискорювача. Аналіз траєкторії проводився з використанням PyMol 1.8 та вбудованого функціоналу GROMACS.

Перший з тримерів TNF-α сформував взаємодію з поверхнею золота вже через 14 нс симуляції, другий — лише через 120 нс. В обох випадках першими амінокислотами, що стабільно нековалентно зв’язались з металом були залишки глутамінової кислоти — E105/E108 і E105/E111 відповідно. При чому у другому випадку глутамати E105 і E111 відносились до різних мономерів. Інтерфейс взаємодії першого TNF-α з плином моделювання швидко збільшувався. Через 108 нс він включав R32, R33, N35, L37, Q68, E111, K113, Y116, D144, E147 та S148, які входили до складу одного мономеру і Y88, R104 та Q126, які входили до складу іншого. Після стабілізації спектр взаємодій зберігався до кінця симуляції. Взаємодія другого тримеру TNF-α з поверхнею золота натомість була більш рівномірною і, окрім початкових E105 і E108, включала T73, H74 і Q103, які входили до складу третього мономеру. Спектр взаємодій тут також зберігався незмінним до кінця симуляції.

TNF-α володіє спорідненістю до поверхні золота, яка на найперших етапах взаємодії є опосередкованою амінокислотами з негативним зарядом. В подальшому комплекс може стабілізуватись широким рядом додаткових контактів, які здебільшого включають амінокислоти із масивною спряженою π-електронною хмарою. При цьому не спостерігається ознак дестабілізації функціонально активної тримерної форми TNF-α.

ІНАКТИВУЮЧА ДІЯ ПОЛІГІДРАТОВАНИХ ФУЛЕРЕНІВ НА ЛІПІДНУ ОБОЛОНКУ ВІРУСІВ

Заремба П.Ю.[1], Ниженець А.П.[1,2], Заремба А.А.[1], Загородня С.Д.[1]

[1]Інститут мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна. email: p.zaremba@imv.org.ua
[2]Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Київ, Україна

Ліпідна оболонка або суперкапсид є важливим компонентом вірусної частки, адже у ній містяться всі необхідні для взаємодії і проникнення у клітину фактори. Стан мембрани є важливим для виконання функції останніми, тому суперкапсид вірусів може розглядатись як ціль для розробки і пошуку нових антивірусних засобів. Наноструктури карбону демонструють широкий спектр біологічних властивостей, включаючи антивірусний, антибактеріальний та протигрибковий ефекти відносно багатьох мікроорганізмів. Серед них полігідратовані фулерени $C_n(OH)_n$ виділяються своєю низькою цитотоксичністю та здатністю до взаємодії із зовнішніми оболонками патогенів.

У даній роботі було досліджено вплив полігідратованих фулеренів (або фулеренолів) на віріони вірусів грипу (IAV) та везикулярного стоматиту (VSV). Для досліджень було використано IAV H1N1 штам A/FM/1/47, VSV штам Нью-Джерсі, культури клітин MDCK, Wish та препарат К400 торгової марки YMFNANO® (Україна), який є водним колоїдним розчином суміші фулеренолів із масовим співвідношенням 78,1% C_{60}/C_{70} та 21,9% $C_{76}/C_{78}/C_{84}$. Вплив на позаклітинні віріони визначали шляхом інкубації вірусів з препаратом протягом 15, 30 і 60 хв та подальшим визначенням інфекційного титру ($TCID_{50}$/мл). Для дослідження взаємодії *in silico* за допомогою онлайн ресурсу CHARMM-GUI була побудована молекулярна система, яка містила фулеренол $C_{60}(OH)_{40}$ і ліпідний бішар вірусу грипу. Еквілібрація та молекулярне моделювання системи (200нс) виконувалось в GROMACS 2020.6, а розрахунок MM/PBSA здійснювався на основі траєкторії за допомогою gmx_MMPBSA 1.6.3.

Попередньо було визначено цитотоксичність препарату (CC_{50}) для MDCK та Wish, яка становить 2,89 та 2,25 мг/мл, відповідно. Суміш фулеренолів проявила віруліцидну активність відносно обох вірусів. У випадку IAV повна інактивація вірусу відбувалася за концентрацій 0,5-2 мкг/мл за усіх часових точок. Для VSV спостерігали залежність від часу контакту з препаратом: після інкубації протягом 60 хв повна інактивація відбувалася за концентрацій 0,1-2 мг/мл, протягом 30 хв – за 0,5-2 мг/мл і протягом 15 хв тільки в концентрації 2 мг/мл. Різниця у впливі на віруси ймовірно пов’язана з розміром та структурними особливостями віріонів. Зважаючи на продемонстровані ефекти, методами *in silico* було досліджено можливість прямої взаємодії фулеренів з суперкапсидом вірусу грипу. Симуляція продемонструвала, що після 15 нс $C_{60}(OH)_{40}$ стабільно зв’язався з ліпідним бішаром. Взаємодія супроводжувалась деформацією мембрани. Розраховане ΔG становить -30.49 kcal/mol.

Таким чином, було визначено, що полігідратовані фулерени демонструють інактивуючу дію на позаклітинні віріони. Це може бути обумовлено взаємодією із суперкапсидом, оскільки розрахована вільна енергія зв’язування вказує на високий рівень спорідненості $C_{60}(OH)_{40}$ до ліпідної оболонки вірусу грипу типу А (H1N1).

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ПОВЕРХНЕВОГО ПЛАЗМОННОГО РЕЗОНАНСУ (ППР) ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ЗВ'ЯЗУВАННЯ ВІРУСНОЇ ДНК З ПОТЕНЦІЙНИМИ ПРОТИВІРУСНИМИ СПОЛУКАМИ

Затовська Т.В., Баранова Г.В., Загородня С.Д.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м.Київ, Україна.

e-mail: tzatovska@ukr.net

Боротьба з небезпечними вірусними інфекціями на сьогоднішній день залишається однією з найактуальніших проблем людства. Сучасна екологічна ситуація сприяє швидкій появі нових вірусних мутантів, у зв'язку з чим зростає необхідність винайдення дієвих противірусних агентів. Сучасні підходи до їх розробки потребують швидких інноваційних рішень для їх тестування, особливо на молекулярному рівні при пошуку мішеней їхньої дії. Метод поверхневого плазмонного резонансу (ППР) є одним з сучасних зручних підходів у дослідженні взаємодії нуклеїнових кислот вірусів з потенційними противірусними препаратами, який дозволяє оцінити кінетику зв'язування речовин за короткий проміжок часу без використання будь-яких міток.

Метою роботи було дослідити можливість застосування лабораторного двоканального спектрометру "Плазмон-6", розробленого на основі явища ППР в Інституті фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, для оцінки взаємодії ДНК вірусу простого герпесу 1 типу з низькомолекулярними лігандами – інтеркаляторами ДНК. На сенсорний чип, що являє собою скляну пластинку з тонким шаром золота, в один з каналів приладу вводили ДНК вірусу простого герпесу 1 типу, виділену за допомогою стандартних наборів. Для іммобілізації ДНК на поверхні чипу застосовували 0,5 М розчин KH_2PO_4. У другий канал, що слугував контрольним, вводили розчин KH_2PO_4 без ДНК. Для блокування вільних місць на поверхні сенсора застосовували розчин 6-меркапто-1-гексанолу. Дослідження зв'язування сполук з ДНК проводили у робочому буферному розчині (10 mM трис-HCl, pH 8; 1 mM ЕДТА). Процеси зв'язування речовин на сенсорі оцінювали по зміні сигналу кута відхилення; отримані в режимі реального часу результати обробляли за допомогою програми Origin 7.0 і одержували графічне зображення. Було показано, що введення 1,2 мкг ДНК на поверхню чипу (30 мкл розчину ДНК з концентрацією 40 нг/мкл) спричиняло стійкі зміни кутового сигналу і було стабільним, відгук ППР становив близько 300 к.с. Досліджували зв'язування іммобілізованої вірусної ДНК з інтеркаляторами ДНК - акридиновим оранжевим, бромідом етидію, а також з генціаном фіолетовим та аміксином. На основі одержаних сенсограм встановлено, що найвищу спорідненість до ДНК з досліджуваних речовин має бромистий етидій, найнижчу – аміксин. Резонансний відгук на зв'язування з ДНК 0,05 mM розчином бромистого етидію становив 800 к.с., 0,05mM акридиновим оранжевим – 350 к.с., 0,1 mM генціановим фіолетовим – 140 к.с. Введення 4 mM розчину аміксину давало резонансний відгук 210 к.с. У випадку застосування ПЛР-фрагментів ДНК ВПГ1 розміром 190 пн зміни кутового сигналу були нижчими, що свідчило про нижчу здатність до зв'язування з ДНК досліджуваних сполук. Можна припустити, що це пов'язано з особливостями сорбції ПЛР-фрагментів ДНК на поверхні чипу та зменшенням кількості сайтів зв'язування ДНК з вибраними сполуками. Таким чином, показано здатність сорбованої дволанцюгової вірусної ДНК зв'язуватися з інтеркаляраторами ДНК як основи для відбору сполук з потенційними противірусними властивостями. Встановлено залежність резонансного відгуку на зв'язування ДНК з низькомолекулярними лігандами від кількості нанесеної ДНК, природи цих сполук та їх концентрації. Оптимізація процесу та компонентів реакції дозволить створити дієвий інструмент скринінгу противірусних агентів, інгібіторів нуклеїнових кислот.

МОРФОЛОГІЧНИЙ І МОЛЕКУЛЯРНИЙ АНАЛІЗ ЦІАНОФАГІВ ІЗОЛЬОВАНИХ З ПРІСНОВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ М.КИЄВА

Карпенко О.О., Пожилов І.М, Шевченко Т.П,

ННЦ «Інститут біології та медицини», Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м.Київ, Україна. e-mail: karpenko.virology@gmail.com

Ціанофаги є ключовими природними регуляторами популяцій ціанобактерій, однак їх властивості та різноманіття у прісних водоймах України вивчені недостатньо. Метою роботи було дослідження морфологічних і молекулярних характеристик ціанофагів виділених з прісноводних екосистем м.Києва з липня по вересень 2024 р.

Проби води збагачували (1:1 з середовищем BG-11), після чого концентрували методами ультрацентрифугування та адсорбції-елюції. Для підтвердження наявності фагоподібних частинок та вивчення їх морфології застосовували трансмісійну електронну мікроскопію з негативним контрастуванням 2% водним розчином ФВК. Вірусну ДНК виділяли за допомогою DNeasy Kit (Qiagen) за стандартним протоколом виробника. Для молекулярної ідентифікації ізолятів проводили ПЛР-ампліфікацію фрагменту гену *gp20*, використовуючи праймери CPS1 (F, 5′-GTAG[T/A]ATTTTCTACATTGA[C/T]GTTGG-3′) та CPS4 (R, 5′-CAT(A/T)TC(A/T)TCCCA(A/T/C)TCTTC-3′). Амплікони візуалізували в 1.4% агарозному гелі. Очищення цільового фрагменту ДНК з гелю проводили за допомогою комерційного набору GeneJET Gel Extraction and DNA Cleanup Micro Kit (Thermo Scientific) згідно з інструкцією виробника. Очищений ПЛР-продукт секвенували за методом Сенгера.

За результатами ТЕМ було встановлено, що виділені віріони належать до класу *Caudoviricetes*. Вони мають ікосаедричний капсид діаметром 70-90 нм та хвостовий відросток довжиною 90-100 нм, що є характерним для міоподібних вірусів. Спостерігалася певна варіабельність у розмірах віріонів між різними зразками. Пошук гомологічних послідовностей до секвенованого амплікону у базі даних NCBI GenBank за допомогою алгоритму BLASTn виявив найвищу подібність (80.48% та 80.14% ідентичності) отриманої послідовності з фрагментами гену *gp20* некультивованих ціанофагів. Номери доступу: KY082133.1 та MT596572.1

Таким чином, у результаті дослідження було виділено вірусні ізоляти, морфологічний аналіз яких методом ТЕМ підтвердив наявність фагів класу *Caudoviricetes* з морфологією характерною для міоподібних фагів. Молекулярний аналіз шляхом секвенування амплікона фрагменту гену *gp20* показав високий відсоток ідентичності виділених ізолятів з некультивованими прісноводними ціанофагами, що підтверджує присутність унікальних Т4-подібних ціанофагів у водоймах України. Отримані дані розширюють знання про морфологічне різноманіття та молекулярні характеристики прісноводних ціанофагів та є підґрунтям для подальших досліджень, спрямованих на глибше вивчення екології цих вірусів та оцінку перспектив їх практичного використання для боротьби з цвітінням водойм.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ГЕНОМНИХСИКВЕНСІВ ТОБАМОВІРУСІВ

Кириченко А.М., Щербатенко І.С.
Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна.
e-mail:kirangel.07@meta.ua

Геноми переважної більшості вірусів рослин мають одноланцюгові смислові РНК (4-12 тис. нуклеотидів), які забезпечують функціонування, еволюцію і виживання вірусів не менш ефективно, ніж великі ДНК-геноми евкаріотів, що містять до 80% регуляторних (некодувальних) нуклеотидів, якідовгий час вважались непотрібним баластом (брухтом).Завдяки здатності малих РНК-геномних вірусів використовувати ресурсивеликогеномного евкаріотичного хазяїна, ці віруси вбачаються важливими модельними об'єктами для вивчення регуляторних механізмів біологічної еволюції. Тому, метою даної роботи було проведення порівняльного комп'ютерного аналізу геномних сиквенсів 39 видів тобамовірусів.

Модельні сиквенси 28 штамів вірусу тютюнової мозаїки (ВТМ) і 35 штамів інших видів тобамовірусів завантажували з ГенБанку (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/).Комп'ютерний пошук відкритих рамок зчитування (ВРЗ) з мінімальною кодувальною здатністю (МКЗ) 150, 60, 40, 20 та 10 амінокислот проводили за власним алгоритмом.Порядкові номери ВРЗ (1, 2 чи 3(0)) визначали за новим показником,названим нами відносним номером рамки: залишком від ділення позиції рамки на 3.

За нашим алгоритмом пошуку ВРЗ у геномних сиквенсах досліджених штамів тобамовірусів виявлено всі відомі (анотовані) рамкиз МКЗ 150, включаючигени репліказного комплексу (близько 183, 126, 54 kDa), транспортного (≈30 kDa) та капсидного білків (≈17,6 kDa). Всі 5 наведених ВРЗ знайдено також у неанотованих сиквенсах трьох штамів ВТМ (VARIANT 1, OB, KC). Зазвичай знайдені нами ВРЗ збігаються з анотованими за винятком меншої величини початкових позицій і більшої довжини рамок генів капсидногобілка у п'яти видів тобамовірусів. Наведені дані свідчать про можливістьтрансляції капсидного білка цих вірусів не з першої позиції ВРЗ.

Пошук ВРЗ за різними МКЗ показавзначне варіювання додаткових рамоку генахрізних видів і штамів залежно від розміру і позиції локалізації генів у геномах і ВРЗ у генах. Поряд з мінливістю додаткових рамок, у тобамовірусів часто зустрічаються групи штамів з подібними стабільними властивостями. Зокрема, однакову позицію першої рамки трансляції геномних РНК (69) мають 30 із 66 досліджених нами штамів, позицію 78 –7 штамів, 68 – 4 штами, 61 і 57 – по 3 штами. У позиціях 1102 та 1115 локалізовані гени реплікази двох груп тобамовірусів, які містять по 8 штамів. ВРЗ 32, 7 та 4 штамів кодують 1116, 1103та 1106амінокислотвідповідно.Групи вірусів з подібними чи однаковими властивостями часто містять штами різних видів, виділені у різні рокив різних регіонах планети з контрастними умовами довкілля. Тому, групи вірусів з подібними властивостямиз більшою ймовірністю можуть бути не наслідком природнього добору певних генетичних варіантів у подібних умовах довкілля, а результатом паралельної мінливості, відкритої у рослин М.І. Вавіловим на початку XX століття. Пізніше паралельну мінливість було знайдено у кількох видів евкаріотів, але у вірусів вона вперше досліджена нами.За нашими даними у вірусів порівняно з евкаріотами паралельна мінливість зустрічається набагато частіше.Найбільш стабільною властивістю всіх додаткових ВРЗє їхня переважна локалізація в одній із двох некодувальних рамок, порядковий номер якої на одиницю більший за номер кодувальної ВРЗ. З цієї причини кодувальні рамки трьох штамів ВТМ (V, L та PET)з порядковим номером 1 містять 29-33 термінальні кодони трансляції, із номером 2 – 108-126, а з номером 3 – 153-165. Причини дуже великої кількості термінальних кодонів, знайдених нами у кодувальних рамках залишаються не з'ясованими.

МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ ВІРУСУ СКРУЧУВАННЯ ЛИСТЯ ВИНОГРАДУ – *"GRAPEVINE LEAF ROLL-ASSOCIATED"* І ОЗДОРОВЛЕННЯ ВИНОГРАДНОЇ ЛОЗИ ВІД ЦЬОГО ЗБУДНИКА

Конуп Л.О., Рябий М.І.

Національний науковий центр «Інститут виноградарства і виноробства імені В.Є. Таїрова» НААН України, м. Одеса, Україна, e-mail: lkmicrobiol@ukr.net

Вірусні хвороби виноградної лози поширені у всіх країнах, які займаються виноградарством. Кількість їх з кожним роком збільшується, з'являються нові форми вірусів. Вони призводять до значних збитків у виноградарстві, а саме: впливають на довговічність рослин, погіршення якості продукції винограду. Найбільш шкідливим є вірус хвороби скручування листя - *Grapevine leafroll-associated viruses* (GLRaV) (leafroll disease - GLD). Вона вважається однією з найпоширеніших вірусних хвороб виноградної лози. На сьогоднішній день відомі шість вірусів, пов'язаних із скручуванням листя винограду, але віруси GLRaV-1 і -3 мають найсильніші симптоми, такі як: згортання по краю листя до низу, змінюють забарвлення, підвищується кислотність ягід. Для запобігання поширення збудників вірусних хвороб необхідно проводити своєчасний контроль садивного матеріалу через використання сучасних методів діагностики. Для ідентифікації вірусу GLRaV-3 було проведено лабораторне тестування виноградних рослин, які мали характерні симптоми методом імуноферментного аналізу (ELISA) та методом полімеразної ланцюгової реакції зі зворотною транскрипцією у режимі реального часу (ЗТ-ПЛР-РЧ) з гібридизаційно-флуоресцентною детекцією. Для постановки ЗТ-ПЛР-РЧ проводили пробопідготовку, виділення РНК, використання прямого - GLRaV-3 56 f і зворотного - GLRaV-3 285 r праймерів, флуоресцентного міченого ДНК-зонду - GLRaV-3 181p і реакційну суміш, в кількості 20 мкл. Зворотна транскрипція і ампліфікація включала наступні цикли: при 50 °С протягом 2 хв., 95 °С протягом 2 хв. і 40 циклів 95 °С протягом 15 с. і 60° С - 1 хв. Ампліфікацію проводили в програмованому ампліфікаторі Rotor-Gene 6000 (*Corbett Research Pty Ltd.*, Австралія), який має роторний формат реакційного блоку. Облік результатів аналізу, розрахунок порогових циклів проводили за допомогою програмного забезпечення програми *Rotor-Gene* 6000 Series Software 1.7. Використання двох цих методів показало однакові результати тестування. Проте ЗТ-ПЛР-РЧ виявився більше ефективним за часом проведення випробування. Для оздоровлення цінних сортів і клонів виноградних рослин, уражених GLRaV використовували метод культури тканин. Ініціальні експланти винограду вводили у культуру тканин і органів *in vitro* з метою подальшого оздоровлення шляхом методів: апікальної меристеми і термотерапії. Для цього визначали оптимальні поживні середовища та розміри ініціальних експлантів для отримання життєздатних рослин регенерантів. В результаті проведених експериментів вдалося отримати рослини вільні від цього вірусу. Використання в комплексі сучасних методів діагностики, розробки і використання методів оздоровлення уражених вірусами цінних сортів і клонів винограду збереже вітчизняний генофонд рослин.

МОЛЕКУЛЯРНИЙ ТА УЛЬТРАСТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ Х ВІРУСУ ОПУНЦІЇ У РОСЛИНАХ РОДУ *SCHLUMBERGERA*

Коротєєва Г.В., Андрійчук О.М., Пожилов І.М , Будзанівська І.Г.

ННЦ «Інститут біології та медицини» Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна, e-mail: hanna.korotieieva@knu.ua

Рослини роду *Schlumbergera*, відомі під назвами «декабрист» або «різдвяний кактус», є популярними представниками декоративних сукулентів, які широко культивуються як у приватних колекціях, так і в ботанічних садах України. Завдяки ефектному цвітінню в осінньо-зимовий період та невибагливості до умов утримання, ці рослини займають важливе місце в колекційному фонді ботанічних садів та квітникарських господарств. Проте, попри стійкість до несприятливих умов, ці рослини є вразливими до низки вірусних інфекцій, які можуть істотно знижувати їх декоративну цінність, уповільнювати ріст, спричиняти деформацію та зміни забарвлення стебел. До того ж, вірусна інфекція часто має латентний перебіг або супроводжується неспецифічними симптомами, що ускладнює своєчасну діагностику. Важливо також зазначити, що вірусне ураження знижує загальну стійкість рослин до інших патогенів, зокрема до збудників грибкових хвороб, таких як *Fusarium spp.* В умовах активної інтродукції та масового вегетативного розмноження рослин роду *Schlumbergera* ризики вірусного ураження значно зростають. Саме тому метою роботи було дослідження колекцій рослин роду *Schlumbergera* на наявність збудників вірусної етіології та визначення їх штамової приналежності. Ідентифікацію вірусів проводили за допомогою методів біологічного тестування, електронної мікроскопії, імуноферментного аналізу в модифікації DAS-ELISA та непрямий з використанням сироваток до CMV, PVX, PVS, PVM, PVY, TMV. При обстеженні колекцій рослин роду *Schlumbergera* були виявлені симптоми мозаїки, плямистості, хлоротичного забарвлення стебел, некрозів, зморшкуватість та відмирання пагонів. Методом електронної мікроскопії в соці рослини були виявлені ниткоподібні та паличкоподібні вірусні частки, розмірами 650x12 ± 2 нм та 517x22 ± 2 нм. За серологічними, біологічними та морфологічними властивостями виявлені віруси, подібні до CV2 та OpVX. Надалі було ампліфіковано та секвеновано кДНК, які відповідають ділянкам гену капсидного білка OpVX. Їх біоінформатичний аналіз у поєднанні з вивченням біологічних, серологічних та морфологічних властивостей підтвердив, що виявлений патоген є Х вірусом опунції. За результатами філогенетичного аналізу встановлено, що ізолят OpVX є найбільш подібним до ізолятів, ідентифікованих у кактусів з Мексики. Це може свідчити про їх ймовірне спільне походження.

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ALPHAFOLD 3 ПІДТВЕРДЖУЄ G-КВАДРУПЛЕКС У АНТИСЕНСОВІЙ РНК ВІРУСУ ГЕПАТИТУ Е ТРЕТЬОГО ГЕНОТИПУ

Лиманська О.Ю.[1], Балак О.К.[2], Лиманський О.П.[3]

[1]Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», м. Харків, Україна. e-mail: olgaliman@ukr.net
[2]Харківський національний медичний університет, м. Харків, Україна. e-mail: ok.balak@knmu.edu.ua
[3]Інститут фізіологічно активних сполук, м. Харків, Україна. e-mail: apliman@ukr.net

G-квадруплекси (G4s) – це вторинні неканонічні структури, які утворено G-збагаченими послідовностями молекул РНК або ДНК. G4s стабілізовано стекінг-взаємодією плоских G-тетрад та додатково іонами фізіологічно значущих одновалентних та двовалентних металів. G4s відіграють істотну регуляторну роль у ключових етапах життєвого циклу вірусів та можуть бути асоційованими з низкою захворювань, що дозволяє розглядати ці неканонічні структури як перспективні терапевтичні мішені та не виключає їх використання у молекулярній діагностиці.

Вірус гепатиту Е (ВГЕ) є причиною виникнення гострого гепатиту – небезпечного захворювання печінки з рівнем смертності близько 1 %, що є значною проблемою охорони здоров'я в усьому світі. Серед встановлених восьми генотипів ВГЕ особливе місце внаслідок зоонозного потенціалу займає ВГЕ генотипів 3 та 4, для яких природним резервуаром є популяції свиней та диких кабанів. Стосовно утворення G4s у геномі ВГЕ-3 дикого кабана інформація у літературі на цей час є відсутньою.

Метою даного дослідження було визначення потенційних G4s у геномній РНК ВГЕ-3 дикого кабана та їх підтвердження шляхом побудови 3D моделей цих структур.

Нуклеотидні послідовності 14 ізолятів ВГЕ генотипу 3 дикого кабана з повним геномом отримано через пошук таксономічного ідентифікатора 291484 в GenBank. Для пошуку внутрішньомолекулярних G4s у геномі ВГЕ-3, визначення G-рахунка (Gp, який характеризує стабільність G4 у відносних одиницях) використано програму для аналізу та ідентифікації квадруплексів QGRS Mapper. Пошук мотивів з потенціалом утворення G4s проведено за допомогою програми MEGA12. Для контролю коректності пошуку G4-мотивів використовували послідовності, що утворюють G4s, які експериментально підтверджено для ВІЛ-1 та вірусу Ебола, з Gp ≥33. 3D моделі G4s побудовано за допомогою програми з використанням штучного інтелекту (ШІ) AlphaFold 3.

Геном ВГЕ-3 представлений одноланцюговою молекулою (+)-РНК. Беручи до уваги експериментальні дані щодо параметрів G4s, у даній роботі аналізували тільки фрагменти ВГЕ-3, які можуть утворювати G4s з Gp ≥30. Для (+)-РНК ізоляту LC406492 ВГЕ генотипу 3 дикого кабана визначено 61 послідовність з потенціалом утворення G4s, із яких 28 характеризувалися Gp ≥30. Проте структуру жодного з теоретично визначених G4s за допомогою ШІ AlphaFold 3 не підтверджено. Оскільки матрицею для синтезу ланцюгів (+)-РНК вірусного потомства є молекула антисенсової РНК, нами було проведено аналіз послідовності (–)-РНК ізоляту LC406492 ВГЕ-3 дикого кабана щодо можливості утворення G4s. Серед 45 теоретично визначених потенційних досконалих G4s з Gp від 29 до 65 для (–)-РНК даного ізоляту за допомогою ШІ AlphaFold 3 підтверджено структуру тільки одного досконалого G4. Даний G4 утворено двома G-тетрадами, характеризується Gp, який дорівнює 36, та локалізовано на 5'-кінці молекули (–)-РНК (позиція 576-595). На підставі множинного вирівнювання 14 ізолятів ВГЕ-3 дикого кабана з повним геномом визначено, що цей G4 є консервативним для всіх проаналізованих ізолятів, що вказує на значущість даної структури для функціонування ВГЕ-3. Застосування ШІ AlphaFold 3 для побудови 3D моделей теоретично знайдених досконалих потенційних G4s в геномі патогена дозволило надійно визначити потенційну неканонічну структуру в молекулі РНК.

КОНСЕРВАТИВНА 3WJ-СТРУКТУРА У ГЕНОМІ СПУМАВІРУСУ ВРХ, ЯКУ ПІДТВЕРДЖЕНО ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ALPHAFOLD 3

Лиманська О.Ю.[1], Балак О.К.[2], Лиманський О.П.[3]
[1]*Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», м. Харків, Україна. e-mail: olgaliman@ukr.net*
[2]*Харківський національний медичний університет, м. Харків, Україна. e-mail: ok.balak@knmu.edu.ua*
[3]*Інститут фізіологічно активних сполук, м. Харків, Україна. e-mail: apliman@ukr.net*

Мультиспіральні з'єднання є альтернативними лабільними елементами вторинної структури молекул нуклеїнових кислот, які утворено комплементарними фрагментами ланцюгів, містять різну кількість дуплексів, мають розгалужену структуру та відіграють вирішальну роль у багатьох біологічних процесах. Найменш складними серед них є 3WJs (three-way junction) – функціональні мотиви, що складаються з трьох з'єднаних у точці зв'язування дуплексів. Встановлено наявність 3WJs у послідовностях геномних РНК низки вірусів – патогенів людини та рослин.

Спумавіруси (СВ) є найбільш давніми серед відомих ретровірусів та зустрічаються у різних видів тварин, у тому числі великої рогатої худоби (ВРХ). СВ розглядають як кофактор у випадку змішаної інфекції ВРХ іншими ретровірусами. Відомі на цей час дані свідчать про можливий зоонозний потенціал СВ ВРХ. Інформація щодо можливості формування 3WJs у геномі даного вірусу на цей час є відсутньою.

Метою даної роботи було визначення потенційних 3WJs в мРНК СВ ВРХ та їх підтвердження через побудову 3D моделей цих альтернативних структур

Нуклеотидні послідовності 37 ізолятів спумавірусу ВРХ з повним геномом, представленим молекулою (+)-РНК довжиною близько 12,0 тис.н., отримано через пошук таксономічного ідентифікатора 207343 в геномній базі даних GenBank. Множинне вирівнювання послідовностей та пошук консервативних мотивів 3WJs проведено в програмі MEGA12. Для визначення 3WJs в мРНК СВ ВРХ використано програму Vfold2D. 3D моделі 3WJs побудовано за допомогою штучного інтелекту (ШІ) AlphaFold 3, який дозволяє отримати тривимірну структуру біополімерів з роздільною здатністю 5 Å, що вище такої для атомно-силової мікроскопії ДНК та є порівняною для кріоелектронної мікроскопії, рентгенівської кристалографії, ЯМР-спектроскопії. Як контролі коректності біоінформатичного пошуку та визначення потенційних 3WJs використано відомі експериментально підтверджені 3WJs в РНК бактеріофага phi29 *B. subtilis* та РНК ВІЛ-1.

На першому етапі роботи було знайдено 17 потенційних 3WJs, три 4WJs (з'єднання Холідея), дві 5WJs, шість k-з'єднань для послідовності мРНК ізоляту JX307861 СВ ВРХ (при аналізі фрагментів довжиною 145 н., на які було розрізано геном патогена).

На другому етапі серед ідентифікованих 3WJs для подальшого аналізу було вибрано 6 3WJs, для яких підтверджено структуру за допомогою AlphaFold 3 та які за параметрами відповідали 3WJ в РНК бактеріофага phi29 *B. subtilis*. Проте лише одна 3WJ-структура довжиною 73 н. (позиція 1388-1460 для ізоляту JX307861) виявилася висококонсервативною для набору з 37 ізолятів СВ ВРХ зі 100 %-им рівнем подібності, яку локалізовано між 5'-LTR (позиція 1-1312) та 5'-кінцем гена *gag* (позиція 1420-3054) і частково на 5'-кінці гена *gag*. Виконаний нами аналіз літературних даних щодо однонуклеотидних поліморфізмів, які виникли після проведення серії пасажів лінії клітин MDBK, інфікованих штамом Riems СВ ВРХ, показав, що знайдена 3WJ-структура зберігається, що вказує на її значущість для функціонування СВ ВРХ. 3D моделі для визначених 4WJs та 5WJs ШІ AlphaFold 3 не побудував, а замість 6-ти k-з'єднань підтвердив утворення 3-ох 3WJs.

За результатами досліджень продемонстровано високу ефективність ШІ AlphaFold 3 в частині визначення альтернативних структур в нуклеїнових кислотах.

ВИКОРИСТАННЯ ПЛР-МАРКЕРІВ У СКРИНІНГОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ РОСЛИН СОЇ НА НАЯВНІСТЬ ГЕНУ СТІЙКОСТІ ДО ВІРУСУ МОЗАЇКИ СОЇ

Міщенко Л.Т.[1], Дуніч А.А.[1], Молодченкова О.О.[2], Міщенко І.А.[3], Дащенко А.В.[3]

[1] ННЦ «Інститут біології та медицини», Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64/13, м. Київ, 01601, Україна.
e-mail: lmishchenko@ukr.net
[2]Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення, Овідіопольська дорога, 3, м. Одеса, 65036, Україна
[3]Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, 03040, Україна

Вірус мозаїки сої, ВМС (soybean mosaic virus) - вірус, що циркулює в усіх регіонах вирощування сої в Україні, спричинює суттєві економічні збитки, адже знижує як урожайність рослин, так і якість отриманої сировини. Одним із перспективних напрямків є вирощування сортів сої, які кодують гени стійкості (R-гени), так як залучені до захисних механізмів рослин проти вірусної інфекції. Нині відомі 4 незалежні локуси, асоційовані з стійкістю сої проти ВМС. Серед них *Rsv1* пов'язують зі стійкістю проти штамів ВМС G1, G2, G3 та G4-G6. Використання молекулярних маркерів стійкості рослин до вірусів у селекційних програмах набуває широкого використання у багатьох провідних країнах вирощування сої. З огляду на актуальність та ефективність цього напрямку, нами розпочато такі дослідження і в Україні. Метою роботи було визначити наявність ділянки локусу генів *Rsv1*, що відповідає за природну резистентність до ВМС, у низці сортів рослин сої, відібраних у польових умовах вирощування в декількох областях України.

Загалом протестовано 39 сортів сої із Одеської та Київської областей як української, так і зарубіжної селекції. У ході експерименту відбиралися рослини із візуальним симптомами, що є характерними для ВМС-інфекції, так і візуально здорові рослини, таким чином у експерименті всього було перевірено 52 зразки сої. Першим етапом дослідження було проведення індикації ВМС методами DAS-ELISA та ЗТ-ПЛР із застосуванням специфічних праймерів до ділянки гену капсидного білка вірусу. Результати показали наявність ВМС у 22-ох зразках та відсутність ураження у 30-ти з них. Наступним етапом був скринінг усіх 52-ох сортозразків рослин сої (як вірусінфікованих, так і вільних від патогена) на наявність гена *3gG2* у локусі *Rsv1*, який безпосередньо пов'язують зі стійкістю сої до ВМС з використанням праймерів Rsv1-f/ і Rsv1-r (Shi et al., 2008).

Результати ЗТ-ПЛР показали, що у 16-ти зразках сої неуражених ВМС був наявний продукт ампліфікації ДНК розміром 341 пн, що відповідає ділянці гена *3gG2*. З іншого боку, 7 зразків містили шуканий ген, однак були інфіковані ВМС. Такі результати можуть вказувати на користь гіпотези, що до стійкості проти деяких штамів ВМС залучені декілька локусів генів і у деяких випадках взаємодії ВМС і рослин сої наявності генів лише одного локусу *Rsv* може бути недостатнім для забезпечення стійкості хазяїна. Однак, тим не менш, проведені дослідження вказують, що використані у нашому дослідженні ПЛР-маркери для детекції фрагменту гена *3gG2* у локусі *Rsv1* є інформативними та можуть бути застосованими у селекційних програмах сої в Україні та на те, що підсумком їх є перелік сортів, які можуть бути рекомендовані як стійкі до ВМС для вирощування у певних агроценозах країни.

Фінансування: Дослідження виконано за фінансової підтримки в рамках проекту НФДУ № 2023.03/0244 «Механізми стійкості економічно важливих культур до вірусних хвороб в умовах воєнного стану та глобального потепління» за конкурсом «Передова наука в Україні».

ВИДІЛЕННЯ І ХАРАКТЕРИСТИКА БАКТЕРІОФАГІВ, СПЕЦИФІЧНИХ ДО КЛІНІЧНИХ ІЗОЛЯТІВ *KLEBSIELLA PNEUMONIAE*

Морміль О.Ю.[1], Корнієнко Н.О.[1], Бисов А.С.[2], Харіна А.В.[3]

[1]ТОВ «Неопробіокеар-Україна»
[2]Центр досліджень Сил підтримки Збройних Сил України
[3]Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна
e-mail: ol.mormil@knu.ua

Klebsiella pneumoniae є одним з найбільш поширених грамнегативних патогенів, що викликає широкий спектр інфекцій позалікарняного та лікарняного походження. За останні десятиліття кількість антибіотикорезистентних штамів цієї бактерії значно збільшилася. З огляду на це, інтерес до фаготерапії як потенційного рішення цієї проблеми стрімко зростає. Отже, мета нашої роботи полягала у виділенні та характеристиці ізолятів бактеріофагів, специфічних до *K. pneumoniae*.

Бактеріофаги виділяли зі стічних вод із Бортницької станції аерації методом подвійних агарових шарів. Для характеристики фагів визначали спектри літичної активності на 55 клінічних ізолятах *K. pneumoniae* методом краплинного тесту. Розмір і морфологію віріонів визначили за допомогою ТЕМ. Перевіряли стабільність досліджуваних бактеріофагів у синтетичній сечі та без дотримання холодового ланцюга.

У ході роботи виділили 19 ізолятів бактеріофагів, які відрізнялися за морфологією і розмірами негативних колоній, а також за наявністю чи відсутністю ореолів. Виділені бактеріофаги значно відрізняються за спектром літичної активності. Із 19 досліджених зразків 3 є вузькоспеціалізованими і здатні лізувати лише 2-3 ізоляти *K. pneumoniae*. Найвищу активність на рівні 36-41% показали 7 бактеріофагів, а 9 зразків лізували від 12 до 27% ізолятів. Варіація спектрів активності узгоджується з літературними даними.

Для подальших досліджень обрали 4 ізоляти бактеріофагів – Кр 11, Кр 15, Кр 19, Кр 29. При виборі орієнтувалися на відсоток активності фагів, зручність накопичення, а також на спектр чутливих бактерій-хазяїв.

Негативні колонії без ореолів утворює лише ізолят Кр 15, що може свідчити про низьку активність або відсутність деполімераз у бактеріофагів цього зразка. На користь того, що у бактеріофагів зі зразків Кр 11, Кр 19 і Кр 29 присутні деполімерази свідчить той факт, що ореол навколо колонії продовжує збільшуватися з часом.

За результатами ТЕМ ізоляти фагів Кр 11, Кр 15, Кр 19, Кр 29 належать до морфотипу C1 (подоподібні фаги). Досліджені віруси продемонстрували збереження інфекційних властивостей у штучній сечі. Відмічено певну різницю у стабільності досліджених ізолятів фагів в умовах без підтримання холодового ланцюга. Відсоток інактивації зразків Кр 11, Кр 15, Кр 19 і Кр 29 складає 29,3%, 87,5%, 14,3% і 11,8% відповідно.

Таким чином, ізольовані бактеріофаги демонструють морфологічну варіативність негативних колоній, відрізняються за спектром чутливих штамів-хазяїв та рівнем стабільності. Враховуючи наведені вище характеристики, ізоляти Кр 11, Кр 15, Кр 19 і Кр 29 розглядаються як потенційні засоби для боротьби з інфекціями, викликаними *Klebsiella pneumoniae*, зокрема у випадках ускладнень бойових поранень, де традиційна антибіотикотерапія може виявлятися малоефективною.

НОВИЙ ЛІТИЧНИЙ БАКТЕРІОФАГ *SERRATIA* SPP., ВИДІЛЕНИЙ З УРАЖЕНОГО ВИНОГРАДУ

Романюк Л.В.[1], Жумінська Г.І.[2], Горб Т.Ю.[1], Златогурська М.А.[1], Максименко Л.О.[1], Іваниця В.О.[2], Товкач Ф.І.[1]

[1]*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна*
[2]*Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна*
e-mail: lyuromanyuk@gmail.com

Бактеріофаги – є одними із найпоширеніших біологічних об'єктів на планеті, що відіграють глобальну роль в підтриманні екологічної рівноваги. Тому зміни в бактеріальній асоціації і поява літичних фагів свідчать про глобальні і значні зміни в екологічному довкіллі, які призводять до поступового розвитку бактеріальної патології рослин. Поява саме вірулентних фагів веде до дестабілізації псевдолізогенних взаємовідношень між фагами і їх бактеріальними хазяями.

Мета роботи – характеристика нового літичного фага, який з'явився внаслідок зміни псевдолізогенного стану ендофітної бактерії *Serratia* spp. в корончатих галах винограду.

Джерелом для виділення як бактеріальних, так і фагових ізолятів були корончаті гали, які утворювалися при бактеріальному ураженні винограду. Для підтвердження таксономічного положення отриманих бактерій визначали склад жирних кислот за допомогою газової хроматографії. Аналіз показав, що у складі ліпідів бактеріальних мембран фагочутливого штаму домінували п'ять жирних кислот: гексадеканова (C16:0) 24,99%, гексадеценова (C16:1) 19,44%, октадеценова (C18:1) 13,89%, тетрадеканова (C14:0) 6,48% і октадеканова (C17:0) 3,40%. Встановлений спектр жирних кислот поряд з іншими показниками корелює з таким типового штаму *S. marcescens* ATCC1388.

З пухлин винограду було отримано 15 фагових ізолятів, із яких п'ять (N5, N6, N9, Op3, Op4) проявляли літичну активність щодо *Serratia* spp. 77. Подальші експерименти показали, що тільки один із фагових ізолятів – Op4 був здатен до продуктивного розмноження на індикаторному штамі. Ізолят Op4 сім разів клонували на чутливому штамі *Serratia* spp. 77 для отримання чистої фагової лінії. Новий вірулентний бактеріофаг, названий FA1, утворював прозорі негативні колонії діаметром 1,5 – 2,0 мм з чітко сформованими краями. За допомогою електронної мікроскопії було досліджено морфолого-структурну організацію фага. Було встановлено, що віріон має ікосаедричний капсид розміром 90,9 ± 6,4 нм і хвостовий відросток довжиною 173,4 ± 10,3 нм. Середня довжина футляра скоротливого хвостового фагового відростка складає 80,2 ± 7,81 нм. Було визначено, що новий літичний бактеріофаг FA1 належить до порядку *Caudovirales*, морфотип A1.

За допомогою SDS–PAAG електрофорезу було охарактеризовано поліпептидний склад віріона і виявлено 8 основних структурних поліпептидів фага з молекулярними масами від 10 до 100 кДа. Мажорні структурні білки представлені трьома поліпептидами з молекулярними масами 50.0, 35.0, 30.0 кДа, які, імовірно, представляють основні структурні компоненти віріона (футляра, голови і стрижня).

Таким чином, внаслідок порушення ендофітного консорціуму в ураженій виноградній лозі і дестабілізації псевдолізогенного стану ендофітної бактерії *Serratia* spp. було виявлено новий літичний фаг FA1. Подальше вивчення екології, біології і молекулярно-генетичних особливостей бактеріофага FA1, а також особливостей його взаємодії з бактерією-хазяїном може надати додаткову інформацію щодо псевдолізогенії у бактерій роду *Serratia*.

ВІРУСИ В АКВАКУЛЬТУРІ: ПРИЧИНИ, НАСЛІДКИ ТА ШЛЯХИ ПРОТИДІЇ

Ю.П. Рудь, Л.П. Бучацький

Інститут рибного господарства НААН, м. Київ, Україна.
e-mail: rudziknew@ukr.net

Вірусні захворювання об'єктів аквакультури щорічно призводять до значних економічних збитків в галузі, які становлять майже 20% втрат серед поголів'я культивованих видів риб та ракоподібних (Бучацький та ін., 2020). Лікування вірусних захворювань в аквакультурі неможливе із-за відсутності економічно-доцільних механізмів та специфічних умов ведення рибогосподарської діяльності. Хоча у світовій аквакультурі активно використовується імунопрофілактика вірусних захворювань риб за рахунок новостворених сучасних та ефективних вакцин, в національній аквакультурі України чи не єдиним способом мінімізації ризиків виникнення епізоотій залишається постійний моніторинг популяцій риб на віруси.

Вірусні захворювання риб в Україні завдають значних економічних збитків при вирощуванні коропових, лососевих та осетрових риб. Найбільш небезпечна група вірусів риб належить до родини *Rhabdoviridae* (Бучацький та ін., 2024). Одразу три представника цієї родини вірусів включені до переліку особливо небезпечних захворювань риб згідно рекомендацій Всесвітньої організації охорони здоров'я тварин (WOAH) (OIE-listed diseases, 2025). Це вірус геморагічної септицемії (VHSV) і вірус інфекційного гематопоетичного некрозу (IHNV), які належать до роду *Novirhabdovirus* та уражують райдужну форель (*Oncorhynchus mykiss*), а також представник роду *Sprivivirus* – вірус весняної віремії коропа (SVCV), який окрім коропа звичайного (*Cyprinus carpio*) інфікує й інші промислові види коропових, такі як білий амур (*Ctenopharyngodon idella*) та товстолобик (*Hypophthalmichthys sp.*). До групи емерджентних вірусних інфекцій риб згідно рекомендацій WOAH належить вірус віспи коропа (CEV), родина *Poxviridae*. В Україні моніторинг цього вірусу проводиться з 2018 року. Вірус рідко призводить до гострої інфекції та високої смертності, але сильно впливає на імунітет риб, сприяючи його пригніченню та розвитку вторинних інфекцій (Rud et al., 2023). Не менш шкодочинними є віруси інфекційного панкреатичного некрозу (IPNV, рід *Aquabirnavirus*, родина *Birnavirirdae*) та ортореовірус третього типу (PRV-3, родина *Reoviridae*), які інфікують переважно молодь райдужної форелі, струмкової форелі (*Salmo trutta*) та палії (*Salvelinus sp.*). В аквакультурі осетрових найбільш небезпечним є іридовірус *Acipenser iridovirus European* (AcIV-E), який був виявлений у кількох видів осетрових у різних географічних зонах України. Найбільш чутливими видами до AcIV-E є сибірський та російський осетри, а також гібриди, наприклад бестер або роло.

З огляду на постійні спалахи вірусних захворювань коропових риб в Європі, потенційною загрозою для господарств України може бути поширення герпесвірусу коропа 3 типу (CyHV-3 або KHV) та параміксовіруса коропа (CCPV). Обидва віруси можуть бути завезені в Україну разом з імпортованим рибопосадковим матеріалом.

Таким чином вірусні захворювання риб швидко поширюються на рибогосподарських підприємствах України, про що свідчить велика кількість випадків ідентифікації небезпечних вірусних захворювань в останні роки, в тому числі тих захворювань, що включені до списку WOAH. Суворий контроль рибопосадкового матеріалу, його переміщення та карантинування сприятимуть покращенню епізоотичної ситуації у вітчизняній аквакультурі.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПІКОРНАВІРУСІВ У МЕДОНОСНОЇ БДЖОЛИ *APIS MELLIFERA* В УКРАЇНІ

Ю.П. Рудь, Л.П. Бучацький, Л.М. Лазаренко, Г.В. Односум, Т.М. Єфіменко, М.Я. Співак

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна.
e-mail: rudziknew@ukr.net

Україна є одним з основних експортерів меду у Світі, зокрема обсяги продажу меду в країни ЄС сягають майже 28% від загальної кількості імпорту цього продукту в Європі. Бджільництво відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки у світовому масштабі, адже окрім основного продукту – виробництво меду, бджоли забезпечують запилення сільськогосподарських культур. Не дивлячись на щорічний ріст виробництва меду, економічна та екологічна цінність медоносних бджіл в останні роки зазнала серйозної загрози, оскільки все частіше трапляються обвали бджолиних колоній у зокрема зв'язку з вірусною інфекцією. Вірусні захворювання бджіл є найбільш небезпечними, адже не лікуються. Переважна більшість відомих вірусів медоносної бджоли *Apis mellifera* є РНК-вмісними та належать до порядку *Picornavirales* (Бучацький, 2020). Серед найбільш шкодочинних вірусів бджоли *A. mellifera* особливе місце займають представники родини *Iflaviridae*, а саме вірус мішковидного розплоду бджіл (SBV) та вірус деформованих крил (DWV). До родини *Dicistroviridae* входить три представника роду *Aparavirus*: вірус гострого паралічу бджіл (ABPV), вірус ізраїльського паралічу бджіл (IAPV) та вірус бджіл Кашмір (KBV). Вірус хронічного паралічу бджіл (CPBV), що належить до групи некласифікованих кріпавірусів (рід *Cripavirus*) з родини *Dicistroviridae* широко поширений на пасіках Європи. Останнім часом в Європі також почастішали випадки виявлення вірусу чорної королеви або маток бджіл (BQCV), що належить до роду *Triatovirus*. Метою даної роботи було вивчення поширення пікорнавірусів медоносної бджоли *A. mellifera* у північно-східних регіонах України. Результати проведених досліджень показали, що у медоносної бджоли у північно-східних регіонах України було виявлено кілька вірусів, що належать до різних таксономічних груп. Серед відомих представників родини *Dicistroviridae*, було виявлено лише один вірус – IAPV. Цей вірус було виявлено як у Київській, так і в Житомирській областях. У цих регіонах також було виявлено CBPV. Два віруси, SBV та DWV, що належать до роду *Iflaviruses*, були виявлені у Київській, Житомирській та Чернігівській областях. Ці дані можуть свідчити про широке поширення вірусів медоносної бджоли у північно-східних регіонах України. Окрім цього, дуже часто медоносна бджола інфікована кліщем *Varroa destructor*, який є переносником декількох іфлавірусів. В результаті проведених досліджень зразків кліща *V. destructor* з різних пасік, нами було виявлено два іфлавіруси, а саме SBV та DWV. Тому вивчення ролі біологічних переносників в екології вірусів бджіл є дуже важливим завданням сьогодення. Пікорнавіруси медоносної бджоли *A. mellifera*, виявлені у північно-східних регіонах України, завдають значної економічної шкоди вітчизняному бджільництву. Всі чотири виявлені віруси можуть спричинити загибель бджолиних сімей. DWV завдає особливо великої шкоди бджолам. Він змінює розвиток крил під час стадії лялечки, скорочуючи тривалість життя дорослих бджіл і роблячи їх нездатними до польоту. Порівняно з вірусом DWV, CBPV менш вірулентний: при інфікуванні потрібно кілька днів, щоб вірус спричини загибель бджоли. SBV вражає бджіл на всіх стадіях життєвого циклу, але найбільш чутливий до 2-денного розплоду. Вірусна інфекція у дорослих бджіл варіюється і протікає без клінічних проявів, але скорочує тривалість життя особин. Моніторинг вірусів бджіл є важливим для галузі бджільництва, тому вивчення особливостей поширення пікорнавірусів бджіл на всій території України буде предметом наших подальших досліджень.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА ФІЛОГЕНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ УКРАЇНСЬКИХ ІЗОЛЯТІВ ВІРУСУ SHALLOT YELLOW STRIPE VIRUS

Тагер К.В.[1], Анопрієнко О.В.[2], Цвігун В.О.[3], Сеник І.І.[4], Андрусик Р.В.[5]

[1]ННЦ «Інститут біології та медицини», Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна. e-mail: kirilltager@knu.ua
[2]Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, м. Київ, Україна
[3]Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна
[4]Західноукраїнський національний університет, м. Тернопіль, Україна.
[5]Заліщицький фаховий коледж імені Є. Храпливого НУБіП України, м. Заліщики, Тернопільська область, Україна

Shallot yellow stripe virus (SYSV), вірус роду *Potyvirus*, становить серйозну загрозу для рослин роду *Allium*, зокрема шалоту, цибулі та часнику. Симптоми захворювання включають мозаїку, жовту смугастість на листках, деформації, затримку росту та некрози, що може значно знижувати урожайність та якість врожаю. Вірус переважно поширений у країнах Східної та Південно-Східної Азії, однак нещодавно був також вперше виявлений у Чехії.

У період з 2022 по 2024 рр. проведено серологічний (ELISA) та молекулярний (RT-PCR) скринінг 110 зразків рослин роду *Allium* з різних регіонів України. Вперше підтверджено наявність SYSV у шести зразках (5,5%). Особливу небезпеку представляє той факт, що у деяких зразках цибулі з Вінницької та Київської областей була виявлена моноінфекція, тобто SYSV був єдиним вірусом, що викликав виражені симптоми – жовту смугастість, мозаїчність та деформації. SYSV був також виявлений у змішаних інфекціях разом із SLV та LYSV у шалоті та цибулі з Полтавської, Черкаської та Київської областей.

Філогенетичний аналіз, виконаний на основі секвенованої послідовності гена капсидного білку (CP) шляхом побудови філогенетичного дерева методом maximum likelihood, підтвердив, що всі шість українських ізолятів формують окремий кластер, який є найбільш спорідненим із кластером китайських ізолятів. Це свідчить про походження виявлених ізолятів SYSV та потенційне занесення цього вірусу в Україну через імпорт інфікованого посадкового матеріалу з Китаю.

Таким чином, виявлені ізоляти вірусу здатні уражувати як шалот, так і звичайну цибулю, а також є патогенними, на що вказує індукція симптомів у моноінфекції. Наші дані є першими в Європі, що містять філогенетичний аналіз європейських ізолятів SYSV, і дозволяють визначити джерело поширення вірусу, підкреслюючи критичну необхідність посилення карантинних заходів та моніторингу для захисту посівів шалоту та цибулі в Україні та загалом у Європі.

КОНФОРМАЦІЙНА КОНЦЕПЦІЯ СТВОРЕННЯ НОВИХ ПРОТИВІРУСНИХ ПРЕПАРАТІВ

Ткачук З.Ю.

Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, м.Київ, Україна. E-mail: ztkachuk47@gmail.com

Сучасні противірусні препарати з доказаною ефективністю блокують репродукцію вірусів, однак, через високий рівень мутагенезу віруси розвивають до них резистентність. Нами запропонована нова концепція створення високоефективних противірусних ліків на основі протонованих нуклеотидів (ПН). Вона передбачає здатність ПН змінювати конформацію вірусних білків та рецепторів клітин, що забезпечує блокування проникнення вірусів в клітину і пригнічення їх реплікації. В основі механізму дії ПН лежить взаємодія і протон-іонний обмін між протонами (П) і білками та рецепторами. Вірусам, трудно виробити стійкість до таких препаратів. ПН мають вищу біодоступність та кращу спорідненість до рецепторів. Для більшості вірусів механізм зараження клітини передбачає утворення ендосоми, де протонні насоси (V-ATPase) закачують протони (H^+) в ендосому, знижуючи її pH до (~5.0–5.5). В кислому середовищі змінюються альфа і бета ділянки вірусних білків, надаючи їм конформацію, яка забезпечує злиття мембран та вивільнення РНК вірусу в цитоплазму. Це найбільш чутлива стадія проникнення вірусу в клітину і тому вплив на конформацію вірусних білків іншим чином є критичним. Ми показали, що ПН взаємодіють з вірусними білками, в тому числі з гемаглютеніном і S-білком в зоні середньої афінності 10^{-5}–10^{-8} М і суттєво змінюють конформацію цих білків в неструктурованих ділянках, не зачіпаючи альфа і бета структури. Це в свою чергу не дає можливість отримати цим білкам активної форми для злиття мембран клітини і вірусу та проникнення його в цитоплазму. Раніше ми показали, що комплекси кислих дріжджових РНК з D-манітом володіють широким спектром противірусної активності по відношенню до ДНК- і РНК-вмісних вірусів, що дало можливість створити комерційний препарат Нуклекс, зареєстрований в МОЗ України. Оскільки, такою активністю володіє тільки кисла дріжджова РНК, яка в організмі швидко гідролізується до ПН, то можна було припусти, що ПН будуть мати вищу протизапальну і противірусну активність ніж вихідний полімер РНК. Раніше ми показали, що ПН зв'язуються з білками сильніше, ніж їх солі. При взаємодії білків з ПН, реакція є екзотермічної та змінює конформаційну рухливість білків за рахунок збільшення вмісту неструктурованих ділянок. Сольова форма збільшує конформаційну жорсткість білків. Таким чином, ПН активніше взаємодіють та збільшують конформаційну рухливість білків, на більшій відносній відстані та з меншою енергією Гіббса порівняно з їх солями, що, ймовірно, призводить до додаткових біологічних властивостей ПН. Самі ПН проявляють властивості досить потужних противірусних АФІ в широкому спектрі концентрацій від мілі до нано М при відсутності токсичності і тератогенності. В дослідах в культурі клітин при зараженні ДНК вмісними вірусами ПН виявляють індекс ефективності (IS) більше 1000, а при використанні РНК вмісних вірусів зазначений IS виявляється більше 400. Потужна лікувальна противірусна дія жодо ДНК і РНК-вмісних вірусів підтверджена в експериментах на мишах. Солі нуклеотидів проявляють протилежну активність і навпаки стимулюють реплікацію вірусів. Такі властивості різних форм нуклеотидів в кінцевому відношенні, надають їм дуже важливі, інколи протилежні, біологічні властивості. Властивості ПН особливо цінні при створенні АФІ з підвищенною ефективністю їх терапевтичної і лікувальної дії, збільшенною їх фармакологічної активності, з запобіганням небажаної імунної відповіді, із скороченням і оптимізацією часу лікування, з відсутністю до них резистентності, а також здешевленням загальної вартості лікування.

ПРИЧИНИ ПОЯВИ ТА ПОШИРЕННЯ ЕМЕРДЖЕНТНИХ ВІРУСНИХ ІНФЕКЦІЙ РОСЛИН В УКРАЇНІ

Шевченко О.В.[1], Снігур Г.О.[1,2], Бисов А.С.[3], Шевченко Т.П.[1], Будзанівська І.Г.[1]
[1]ННЦ «Інститут біології та медицини», Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна. e-mail: alexshevchenko@knu.ua
[2]Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна.
[3]Відділ досліджень РХБ захисту Центру досліджень Сил підтримки Збройних Сил України, м. Київ, Україна.

Віруси є основною біоперешкодою, яка вимагає розробки ефективних підходів для управління ризиками, особливо з урахуванням зниження врожайності культурних рослин, змін клімату і повторного використання ресурсів. Світові втрати рослинної агропродукції від вірусних хвороб сягають 30 млрд дол. США/рік. Запровадження вірусологічного менеджменту дозволить зменшити такі втрати в осяжній перспективі на 10-15%, що сприяло б продовольчій безпеці України.

Протягом останніх років ми досліджували деякі віруси промислово важливих рослин і вперше охарактеризували нові небезпечні патогени для України: вірус карликовості пшениці, вірус мозаїки пшениці Високих рівнин, вірус мозаїки турнепсу, вірус жовтої мозаїки цукіні, вірус мозаїки кавуна-2, вірус жовтої карликовості цибулі, вірус жовтої смугастості цибулі-порею, вірус плямистості листя малини, вірус мозаїки цукрової тростини тощо.

Отримані результати свідчать про прогресуючу загрозу рентабельному вирощуванню існуючих та перспективних культур, неефективність впроваджених заходів боротьби та відсутність інформації про поточний перелік та фактичне поширення небезпечних вірусів культур, які є стратегічно важливими для безпеки нашої держави та є важливою статтею наповнення її бюджету.

У цій роботі розділі розглядаються різні фактори ризику, які є або можуть бути важливими для появи вірусних інфекцій рослин у новому середовищі/хазяї (-ях), а також їх подальшого поширення та/чи повторної появи в Україні. У цьому контексті обговорюються властивості вірусів, їх шляхи передачі, включаючи розповсюдження за допомогою векторів або насіння, спектр чутливих хазяїв, наявність дикорослих рослин-резерваторів і вплив антропогенних факторів (наприклад, важких металів і радіоактивності). Для цього були проаналізовані конкретні патогени рослин, які мають особливе значення для України, і виокремлені основні проблеми, які, вірогідно, сприяють появі або подальшому успішному поширенню вірусних захворювань важливих сільськогосподарських культур. Крім того, продемонстровано, що абіотичні стресори також можуть бути істотними рушійними силами поширення вірусів в екосистемах, а також більш високого рівня захворюваності рослин.

Узагальнено основні фактори ризику, що сприяють появі та поширенню вірусів в Україні, серед яких виділені наступні: відсутність регулярного скринінгу/моніторингу посівів на вірусні захворювання (в тому числі через відсутність законодавчих вимог); неконтрольований (або неперевірений) імпорт насіння/рослинного матеріалу; декілька способів передачі вірусу; висока адаптивна здатність вірусів рослин; циркуляція переносників на полях, де вирощуються зернові культури (сприятливі кліматичні умови, відсутність контрзаходів); широка сприйнятливість вирощуваних сортів рослин до певних вірусів або відсутність стійких сортів; недотримання агротехніки; антропогенне забруднення агроекосистем, що сприяє накопиченню та, імовірно, поширенню вірусів.

CRYO-EM STRUCTURE DETERMINATION OF MS2 PHAGE

Bondarenko O.O.[1], Budzanivska I.G.[1], Nerukh D.O.[2]

[1]*Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine;*
[2]*Aston University, Birmingham, United Kingdom*
Email bondar.vir@gmail.com

The MS2 phage is a small icosahedral virus, that has been an established model system for studying viral assembly, RNA-protein interactions, and phage biology. Cryo-electron microscopy (cryo-EM) is a powerful technique for determining the high-resolution structures of biological macromolecules and complexes. The aim of this work was to use cryo-EM to determine the MS2 phage's structure.

The MS2 phage sample was prepared and plunge-frozen using a Vitrobot and GM2. Three microliters (3 µl) of the sample was applied to Cu200 R 1.2/1.3; Cu200 R 0.6/1.0 grids. Grid preparation involved glow discharge at 20mA for 20 seconds per side, a blot time of 2 seconds, a wait time of 5 seconds, a drain time of 0 seconds, and a blot force of -10. The sample was applied to one or both sides of the grid. Cryo-EM data was acquired using a 300 kV JEM-ARM300F GRAND ARM electron microscope. The shooting conditions were: 60,000 magnification, 0.873 Å pixel size, 80 e-/Å2 electron exposure, 40 frames per movie, and a defocus range of 0.7-2.2 µm. The workflow for data processing included patch motion correction to obtain motion-free micrographs and patch CTF estimation to determine the contrast transfer function (CTF) for each micrograph. Curate exposures tool was used to select high-quality micrographs, and template picker was used to identify particles corresponding to MS2. The images of single particles were obtained by 2D classification, i.e., identification of similar particle projections, and then the particles were extracted from micrographs. Inspect picks were used for the identification of MS2 particles before the particles were subjected to further analysis. Ab-initio reconstruction with different types of symmetry was used to generate an initial 3D model of the MS2 complex, followed by additional refinements to obtain a structure with higher resolution. Non-uniform refinement was employed to obtain a 3D model with higher resolution, and 3D classification/3D variability analysis was used to resolve potential conformational heterogeneity within the MS2 RNA. The capsid and RNA were separated using Chimera (Colorzone Tool), and particle subtraction and refinement were used to obtain the RNA structure with higher resolution.

Using 43,273 particles, the capsid structure was resolved with D3 symmetry at a resolution of 2.32 Å. The reconstruction of the capsid with I symmetry was also obtained at 2.44 Å resolution, using 17,840 particles. These structures provide detailed information about MS2 protein shell structure. RNA was reconstructed using C1 symmetry, and the RNA structure was obtained using 9365 particles at a resolution of 9.53 Å. Despite having a lower resolution than the capsid, this structure allows to see the overall arrangement of the viral genome within the particle. The different symmetries employed in the capsid reconstructions (D3 and I) reflect different data processing strategies and also emphasize the structural features of the capsid.

Keywords: MS2 phage, cryo-EM, structure determination, capsid, RNA, image processing, 3D reconstruction

HEPATITIS D: RESEARCH, CHALLENGES, PROSPECTS

Dubinina N.V., Tishchenko I.Yu.

National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine.
e-mail: dubininanata13@gmail.com

Hepatitis D virus (HDV) is known as a "satellite virus" that can only infect people who are infected with hepatitis B virus (HBV). HDV infection affects approximately 12 to 72 million people worldwide. HDV damages liver cells with a direct cytopathic effect, in some cases immune cytolysis is observed, the progression of the disease leads to fibrosis, then cirrhosis of the liver and liver failure. HDV causes faster progression of cirrhosis and higher rates of hepatocellular carcinoma than HBV or hepatitis C virus. Two possible variants of infection exist: co-infection - in the case of simultaneous infection of HBV and HDV in the human body (according to statistics, more than 15 million people), as well as superinfection - in the case of HDV in people who have previously been infected with HBV, such as in the presence of chronic hepatitis B or HBsAg carriers. The introduction of new innovative experimental systems and methods allows studies at the molecular level, which allows for a clearer understanding of the complex network of virus-host interactions that are established during viral hepatitis infection and therapy. Superinfection occurs with the development of acute hepatitis D, which is severe up to the development of a fulminant form with hepatonecrosis or rapidly progressive cirrhosis. However, several retrospective patient studies have shown that HDV can suppress HBV in conditions of co- or superinfection, and HDV prevails over HCV in patients with triple infection. Currently, eight HDV genotypes (HDV1-8) have been identified with different geographical distributions and corresponding clinical features. HBV/HDV infection is associated with the worst clinical outcomes among people living with human immunodeficiency virus (HIV) leading to a higher incidence of cirrhosis, hepatocellular carcinoma, liver exacerbations, decompensation, and increased mortality. The results of the studies demonstrate the presence of unique HBV mutations among the HIV/HBV/HDV-positive cohort. In the case of co-infection, researchers suggest that HBV selectively enhances certain mutations. Clinical studies have shown that liver damage associated with chronic HDV infection and severe infection appears to be mainly immune-mediated. It is noted that adaptive immune responses in HDV infections are usually weak, with limited activation of immune cells, indicating that the effects of HDV are mostly localized to the liver, where the virus can mediate intracellular changes and initiate inflammatory processes. However, in cases of HBV/HDV co-infection, it provokes a significant and persistent increase in innate defense mechanisms in human hepatocytes compared with animals infected with HBV. In 2022, the drug Bulevirtide is approved by the European Medicines Agency for the treatment of HDV, while pegylated interferon alpha is the only available treatment in most countries. Consequently, hepatitis D virus infection, especially co-infection, affects millions of people worldwide and is a major public health problem in many regions of the world. The Global Health Sector Strategy on Viral Hepatitis has called for the elimination of hepatitis (-65% mortality and -90% morbidity) by 2030. Due to the availability of specific prophylaxis and screening of blood products, HDV infections are relatively rare in Europe, but remain a major problem in low-income, HBV-endemic countries with insufficient HBV vaccination coverage. In addition, the growing evidence of the oncogenic role of chronic HDV infection should be a reason for the implementation of screening policies worldwide. Thus, further studies are needed to understand the impact of specific virus-virus interactions during chronic infection, a better understanding of the complex HBV/HDV interaction may even help to identify new therapeutic strategies for the treatment of chronic HBV and HDV infections, and maximum vaccination coverage and direct-acting drug treatment will help in the implementation of the WHO Global Strategy.

BROAD-SPECTRUM ANTIVIRALS AND DRUG SYNERGY: A NOVEL ORAL COCKTAIL TARGETING ENTEROVIRUS INFECTIONS

Kamyshnyi Oleksandr

Horbachevsky Ternopil Medical University, Ternopil, e-mail: kamyshnyi_om@tdmu.edu.ua

The development of broad-spectrum antivirals (BSAs) represents a cornerstone in the fight against viral diseases, particularly for pathogens like enteroviruses, which belong to the Picornaviridae family and are responsible for a wide array of human illnesses. Despite their global prevalence and significant clinical impact—exemplified by recent outbreaks of echovirus 11 causing neonatal sepsis in Europe and Enterovirus A71 driving severe HFMD in Asia—no antiviral therapies have been approved to date. This therapeutic gap is exacerbated by challenges in drug development, such as insufficient coverage across enterovirus strains, the rapid emergence of drug-resistant mutants, and concerns over toxicity, particularly in pediatric populations, where these infections are often most severe. Traditional monotherapy approaches have struggled to overcome these hurdles, necessitating innovative strategies to address the unmet medical need.

One such strategy is the use of drug synergy, where multiple antiviral agents are combined to achieve a greater therapeutic effect than the sum of their individual contributions. This approach, successfully implemented in the management of HIV and hepatitis C virus (HCV) infections, enhances potency, reduces required doses, mitigates toxicity, and delays the onset of resistance by targeting different stages of the viral life cycle. Inspired by this precedent, our research, published focused on developing a synergistic, orally available, and safe-in-human drug cocktail to combat enterovirus infections. We identified a promising combination of three compounds—pleconaril, AG7404, and mindeudesivir—each targeting distinct viral mechanisms: pleconaril inhibits viral entry by binding to the VP1 protein, AG7404 blocks the 3C protease essential for polyprotein processing, and mindeudesivir disrupts RNA replication and transcription. This triple cocktail was tested across a variety of human cell lines (e.g., lung A549, cervical HeLa, skeletal RD, retinal RPE, pancreatic MP-2, and β-cells) and organoid cultures (pancreatic, heart, brain, lung, and retinal), demonstrating robust inhibition of enterovirus replication, including strains like CVA13, CVB5, CVB6, EV1, EV6, EV7, and EV11, at non-toxic concentrations.

This research positions the pleconaril-AG7404-mindeudesivir cocktail as a compelling candidate for further preclinical development and clinical trials, targeting the full spectrum of enterovirus-mediated diseases. It exemplifies a broader paradigm for antiviral development: leveraging synergy to enhance efficacy and safety, employing broad-spectrum agents to cover diverse viral threats, and utilizing advanced organoid systems to evaluate both antiviral activity and organ-specific impacts. By building on commercially available, safe-in-human compounds, this approach promises to accelerate translation from bench to bedside, offering a timely and cost-effective solution to emerging and re-emerging viral challenges. Future efforts will focus on in vivo validation, resistance profiling, and exploration of its efficacy against additional viral families, potentially revolutionizing the management of enterovirus infections and beyond.

LIPOSOMAL GLUCAN FROM *GANODERMA ADSPERSUM* [SCHULZER] DONK PROMOTES ELIMINATION OF TOBACCO MOSAIC VIRUS FROM *NICOTIANA TABACUM* CALLUS TISSUE *IN VITRO*

O. Kovalenko[1,2], A. Kyrychenko[1,2], Y. Shchukin[1]

[1]*D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
[2]*Institute of Biochemistry and Biophysics, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland*

Basidiomycete fungi are known to produce a range of biologically active metabolites capable of suppressing phytopathogenic viruses and inducing antiviral resistance in plants (Kovalenko et al., 2008, 2009; Kovalenko & Polishchuk, 2010). These fungi not only produce extracellular biologically active compounds but also retain such compounds within their mycelium as integral structural components. In our previous studies, antiviral constituents were isolated from the mycelium of *Ganoderma adspersum* [Schulzer] Donk using aqueous, acidic, and alkaline extraction methods. These components were found to include glucans with a range of molecular weights - from 48 to 70 kDa (Kovalenko et al., 2010). Among these, the aqueous extract rich in a 70 kDa glucan exhibited the highest antiviral activity against tobacco mosaic virus (TMV) and was used to formulate a liposomal preparation, termed in our routine laboratory practice *Glycaps-Glu* (Kovalenko et al., 2013, 2017). This formulation previously proved effective in eliminating bean common mosaic virus (BCMV) from bean (*Phaseolus vulgaris*) callus cultures (Kovalenko et al., 2019; 2021).

The aim of this work was to investigate the possibility of healing tobacco callus tissue from TMV infection under *in vitro* conditions. To achieve this goal, *Glycaps-Glu* was added to the Murashige-Skoog (MS) medium used for callus induction and cultivation. From TMV-infected tobacco mosaic leaves, thoroughly washed in a soapy solution and rinsed with water, explants were taken under aseptic conditions in a laminar flow hood, then sequentially treated for 2-15 min with solutions of $KMnO_4$, $AgNO_3$, and ethanol, followed by additional rinsing with a water solution of the commercial product "Domestos" (1:2), and finally with sterile distilled water. Sterile tobacco explants (length ~1 cm^2) were transferred to agarized MS nutrient medium containing 1 mg/L 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D), with the addition of the test preparation at final concentrations of 10 and 100 mg/L, or without it, for callus induction in darkness at 25°C. Subculture of callus was performed every 10 days. The presence and concentration of the virus in callus tissues were determined by reverse transcription PCR (RT-PCR) using primers specific to the coat protein gene region of TMV.

The RT-PCR results showed that under *in vitro* conditions, *Glycaps-Glu* inhibited TMV replication and gradually eliminated the virus from callus tissues. These data are consistent with the results previously obtained in the model system of bean callus - BCMV (Kovalenko et al., 2019; Kovalenko et al., 2021). Overall, our results indicate the promising use of a liposomal strategy for the healing and protection of plants against viral diseases (Kovalenko, 2023).

Acknowledgments: This work was supported by the National Academy of Sciences of Ukraine under R&D Projects (No. 0125U000536, 0125U000535) and the Polish Academy of Sciences through the Long-term program of support of the Ukrainian research teams (No.PAN.BFB.S.BWZ.407.022.2024).

CEREAL VIRUSES IN UKRAINE: FROM SEED TRANSMISSION TO PRODUCTIVITY IMPACTS

Snihur H.O.[1,2,4], Shevchenko T.P.[1,4], Pozhylov I.M.[1], Nyzhnyk T.P.[3,4], Kyrychenko A.M.[2,4]

[1] *Virology Department, ESC "Institute of Biology and Medicine", Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine; halyna.snihur@knu.ua*
[2] *Laboratory of Plant viruses, D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
[3] *Institute of Plant Physiology and Genetics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
[4] *Institute of Biochemistry and Biophysics, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland*

Seed transmission of cereal viruses significantly contributes to the persistence and spread of viral pathogens. Such viruses pose a considerable economic threat to cereal production in Ukraine, a key contributor to national food security and export capacity. Three seed-transmitted viruses are known to affect cereal crops in Ukraine: barley stripe mosaic virus (BSMV), wheat streak mosaic virus (WSMV), and High Plains wheat mosaic virus (HPWMoV). The efficiency of seed transmission varies with host species, virus strain, plant physiological state, developmental stage at inoculation, and environmental conditions. BSMV exhibits the highest seed transmission rate, reaching up to 90–100% in susceptible cultivars, occurring via direct embryo infection and indirectly through infected gametes. This study aimed to detect and characterize Ukrainian BSMV isolates as a potential threat to cereal production.

In 2020 and 2024, winter and spring wheat in the Kyiv region were surveyed for seed-transmissible viruses. Plants with characteristic symptoms, such as stripe and mottled mosaic patterns and growth retardation, were tested using DAS-ELISA (Loewe Biochemica, Germany; Agdia, USA), and transmission electron microscopy (TEM) (JEM-1400, JEOL Ltd., Japan). DAS-ELISA detected BSMV in winter wheat (2020) and volunteer wheat (autumn 2024), while WSMV was found annually across Kyiv region districts, with results confirmed by TEM. Given the potential risk of BSMV seed transmission, further analysis focused on the biological and molecular traits of the obtained isolates. RT-PCR with specific primers targeting the partial coat protein gene (Tao, 2012) amplified ~503-bp fragments for both isolates. BLAST analysis showed 99.57% and 100% identity for BSMV-UA-2020 and BSMV-UA-2024, respectively, with Polish isolates (KY615803, KY615805, KY615801). Phylogenetic analysis confirmed the close clustering of Ukrainian and Polish isolates, suggesting a shared evolutionary origin. The biological properties of the BSMV-UA-2020 isolate were further assessed using a range of indicator plant species. Biological tests on indicator plants revealed necrotic symptoms only on *Nicotiana rustica*, with no symptoms on *Nicotiana tabacum* cv. Samsun, *Nicotiana benthamiana*, *Datura stramonium*, or *Chenopodium album*; infection in *N. rustica* was confirmed by DAS-ELISA. Infected wheat cv. Zymoyarka exhibited a 2.2-fold reduction in thousand kernel weight, with decreases in spikelet number per spike (38.8%), spike length (31.5%), and seed germination energy/viability (90–94%).

These findings confirm the presence and spread of two Ukrainian BSMV isolates, highlighting their potential to reduce crop performance and their role as an emerging threat to cereal production in Ukraine.

Acknowledgments: HS, TS, TN, and AK thank the Polish Academy of Sciences and the U.S. National Academy of Sciences for their support through the Long-term Program of Support of the Ukrainian Research Teams, grant No.PAN.BFB.S.BWZ.407.022.2024.

Reference: Tao Y, Man J, Wu Y. Arch Virol. 2012. 157(7):1261-1267. doi: 10.1007/s00705-012-1294-y

CURRENT CHALLENGES IN INTERFERONOGENESIS AND THE REGULATORY ROLE OF NON-CODING RNAs

Zholobak N.[1], Gordiyuk V.[2]

[1] *Zabolotny Institute of Microbiology and Virology National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine.* n.zholobak2018@gmail.com
[2] *Institute of Molecular Biology and Genetics National Academy of Scienc Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine.*

Interferons (IFNs) are central antiviral cytokines coordinating early host immune responses. Interferonogenesis is the well-orchestrated process by which cells sense viral infection and produce type I (IFN-α/β) and type III (IFN-λ) interferons. These cytokines induce IFN-stimulated genes (ISGs), generating a robust antiviral state. Despite decades of research, essential aspects of this system remain insufficiently understood, especially concerning viral evasion and host-specific modulation.

One of the key challenges today lies in the complex regulation of the IFN signalling cascade. Recent advances have substantially expanded our knowledge of how IFN expression and function are finely regulated, particularly through non-coding genomic elements. Following viral recognition by pattern recognition receptors such as RIG-I, MDA5, and cGAS, downstream transcription factors IRF3, IRF7, and NF-κB are activated, initiating IFN gene expression. Post-translational modifications modulate these processes, including ubiquitination, phosphorylation, and SUMOylation. However, the dynamics and context-dependent integration of signals remain incompletely characterised.

Viruses, in turn, have evolved elaborate mechanisms to counteract IFN responses. For instance, SARS-CoV-2, herpesviruses, and flaviviruses produce viral proteins or/and miRNAs that interfere with IFN induction or signalling, often by manipulating host epigenetics or degradation of signalling intermediates. In this regulatory landscape, non-coding RNAs (ncRNAs) have emerged as potent modulators of the IFN system.

MicroRNAs (miRNAs) such as miR-155 enhance IFN and ISG expression, while miR-146a and miR-21 suppress key intermediates like IRAK1 and TRAF6. Viral-encoded miRNAs further facilitate immune evasion by downregulating host sensors. Long non-coding RNAs (lncRNAs) also play diverse roles: NEAT1 promotes transcriptional activation via paraspeckle formation, whereas NRIR functions as a negative regulator of ISG expression. In addition, lncRNAs may act as competing endogenous RNAs, indirectly affecting miRNA availability and gene expression. Due to their structural stability, circular RNAS (circRNAs) can sequester miRNAs or interact with innate immune sensors like RIG-I. Although this field is still developing, circRNAs are increasingly considered to influence the magnitude and duration of IFN responses.

In chronic viral infections such as HIV, HBV, and HCV, IFN signalling often becomes dysregulated – either through sustained hyperactivation, contributing to immune exhaustion, or via suppression that allows viral persistence. NcRNAs are pivotal in balancing these extremes, influencing cellular sensitivity to IFN and the infection trajectory.

In conclusion, understanding the multifaceted roles of non-coding RNAs in interferonogenesis is essential for both basic immunology and translational medicine. These regulatory molecules offer insight into the fine control of innate immunity and hold promise as diagnostic markers and therapeutic targets in infectious disease, autoimmunity, and even oncology. As we dissect the complex RNA-based immune regulation circuitry, we move closer to developing more precise and practical strategies to modulate IFN responses in clinical settings.

АКТУАЛЬНІСТЬ ВИВЧЕННЯ МІКРОБІОМУ ШКІРИ НИЖНІХ КІНЦІВОК У ПАЦІЄНТІВ З ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ ІІ ТИПУ

Климнюк С.І., Романюк Л.Б., Кравець Н.Я.

Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України м. Тернопіль, Україна e-mail: romanyuk@tdmu.edu.ua

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, цукровий діабет (ЦД) входить до десятки провідних причин смертності у світі: щороку 1,5 мільйона смертей безпосередньо пов’язані з цим захворюванням. Із приблизно 422 мільйонів людей, які страждають на ЦД, 95% мають діабет 2-го типу. В Україні понад 1,2 мільйона осіб мають встановлений діагноз цукрового діабету. За прогнозами, до 2045 року кількість хворих на ЦД у світі сягне 700 мільйонів.

В останні роки концепція OneHealth все більше акцентує увагу на взаємозв'язку між макро- і мікросвітом та ролі мікроорганізмів у житті людини. Одним із поширених ускладнень ЦД є діабетична виразка стопи (ДВС), що розвивається внаслідок нейропатії та призводить до формування хронічних ран. Основною причиною стійких, таких що не загоюються, виразок є інфекція, яка зумовлена імунною дисфункцією, особливостями ранового процесу та типом інфекційного збудника.

Численні дослідження вказують, що етіологія інфекцій у пацієнтів із ДВС пов’язана з тривалістю перебігу захворювання та попереднім застосуванням антибіотиків. На ранніх стадіях інфікування, як правило, ізольовується монокультура, тоді як з прогресуванням патологічного процесу у ранах частіше виявляються асоціації мікроорганізмів.

Деякі умовно-патогенні бактерії-представники нормального мікробіому людини, можуть ускладнювати інфекцію, сприяючи утворенню біоплівок, які не лише пригнічують дію антибіотиків, але і завдяки Quorumsensing можуть змінювати свої вірулентні властивості.

Зважаючи та те, що передумовами для виникнення ДВС є наявність нейро- та ангіопатії, які у осіб із ЦД порушують трофіку шкіри, функцію залоз, еластичність та місцеву резистентність тканин нижніх кінцівок, що і так, через анатомічне розташування мають схильність до застою кровотоку, ці всі причини впливають на склад шкірного мікробіому, порушуючи рівновагу між окремими його представниками.

S. aureus є одним із найпоширеніших етіологічних факторів інфікування ДВС. При цьому синдромі, крім *S. aureus*, вони спостерігали незначне переважання інших грампозитивних мікроорганізмів, а саме β-гемолітичних стрептококів, ентерококів та коагулазонегативних стафілококів. Але, на думку багатьох авторів, ДВС часто є полімікробними, з участю у мікробних асоціаціях як грампозитивних, так і грамнегативних аеробних бактерій та анаеробів.

Ще однією проблемою, що чатує на пацієнтів із ЦД є ефективність лікування стафілококових інфекцій, оскільки досить часто *S. aureus*, корий виділяється від таких хворих є резистентним до багатьох антимікробних препратів. Найважливішою антибіотикорезистентністю стафілококів є резистентність до метициліну, яка в клінічних термінах означає резистентність до всіх β-лактамних антибіотиків і часто супроводжується резистентністю до багатьох інших груп антимікробних агентів.

У дослідженні польських колег, загальна поширеність MRSA (резистентність до метициліну)серед інфекцій ДВС становила 15,4%, що відповідає середнім показникам за даними світової літератури (від 10% до 30%), із тенденцією до зростання. Одне з недавніх досліджень, яке включало 10 994 пацієнтів із ЦД, засвідчило рівень MRSA-інфікування на рівні 16,8%.

Таким чином, знання про локальний склад мікробіому шкіри нижніх кінцівок та чутливість збудників до антимікробних засобів має вирішальне значення для успішного лікування пацієнтів із ДВС та попередження хронізації інфекції.

МІКРОБІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ІНФЕКЦІЙ ДИХАЛЬНИХ ШЛЯХІВ

Юсько Л.С., Бойко Н. В.

ДВНЗ «Ужгородськийнаціональнийуніверситет»,
м. Ужгород, Україна, e-mail: lesya.yusko@uzhnu.edu.ua

Вступ. З огляду на зростаючу частоту інфекцій дихальних шляхів, зокрема у зв'язку з пандемією COVID-19 та сезонним грипом, вивчення мікробіоти респіраторного тракту набуває ключового значення. Її стан суттєво впливає на формування локального імунітету, зокрема у пацієнтів перед хірургічними втручаннями. Сучасна мікробіологія потребує розширення уявлень не лише про патогенні, але й умовно-патогенні компоненти мікробного профілю дихальних шляхів.

Мета дослідження. Дослідити видове різноманіття мікроорганізмів у мокротинні пацієнтів з інфекціями нижніх дихальних шляхів та проаналізувати їх поширеність серед представників різних вікових категорій.

Матеріали та методи дослідження. У дослідження включено 244 зразки мокротиння від пацієнтів віком від 19 до 90 років, госпіталізованих у різні відділення медичних закладів. Бактеріологічне дослідження проводили методом кількісного посіву на хромогенні та диференціально-діагностичні середовища («Hi Media», Індія; «BIO-RAD», Франція). Ідентифікація культур здійснювалась мікроскопічно після фарбування за Грамом. Обробку результатів виконано з використанням Microsoft Excel.

Результати дослідження. У 244 зразках ідентифіковано 358 ізолятів мікроорганізмів. Більшість збудників становили грамнегативні бактерії, серед яких 27% належали до родини *Enterobacteriaceae*. Грампозитивні коки були представлені *Streptococcus* spp. (25,4%), *Staphylococcus* spp. (9,7%) та *Enterococcus spp.* (2,7%). Серед неферментуючих грамнегативних бактерій найчастіше виділялися *Pseudomonas* spp. (23,1%) та *Acinetobacter* spp. (0,5%). У структурі грампозитивних паличок виявлено *Bacillus* spp. (1,3%) та *Listeria* spp. (0,2%). Крім того, в 9,4% випадків (n=34) було виявлено гриби роду *Candida*, що може свідчити про опортуністичну природу інфекцій у частини пацієнтів.

Висновки. Результати дослідження вказують на значне різноманіття мікробіоти дихальних шляхів у пацієнтів із респіраторними інфекціями, з переважанням грамнегативних патогенів. Дані підтверджують доцільність включення мікробіомного аналізу до алгоритмів ведення пацієнтів, зокрема при виборі антибіотикотерапії. Подальші дослідження мають бути спрямовані на оцінку ролі респіраторного мікробіому в патогенезі, прогнозуванні перебігу хвороб та адаптації терапевтичних стратегій.

МІКРОБІОМ ТА ПСИХІЧНЕ ЗДОРОВ'Я: ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МІКРОБНИХ БІОМАРКЕРІВ ТА ПІДХОДІВ ДО ПЕРСОНІФІКОВАНОЇ ДІАГНОСТИКИ І ЛІКУВАННЯ ПОСТТРАВМАТИЧНОГО СТРЕСОВОГО РОЗЛАДУ

Липей І.М.,Паллаг О.В., Юсько Л.С., Бурмей С.А., Бойко Н.В.
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»,
м. Ужгород, Україна, e-mail: ivan.lypey@uzhnu.edu.ua

Наукове обґрунтування. Вивчення кишкового мікробіому як важливого елементу в патогенезі та діагностиці посттравматичного стресового розладу (ПТСР) є актуальною задачею сьогодення. Зростає кількість досліджень, які засвідчують роль кишкової мікробіоти у регуляції нейроендокринної та імунної відповіді організму, що має практичне значення для контролю ПТСР.
Мета дослідження. Розробити та апробувати біотехнологічні підходи, спрямовані на виявлення мікробіом-асоційованих біомаркерів для покращення діагностики та індивідуалізації терапії ПТСР у постраждалих внаслідок воєнних дій.
Матеріали та методи. У дослідження залучено поранених військових, які проходили лікування в медичних установах Ужгорода та ВПО. Досліджено гематологічні, біохімічні, імунологічні, метаболічні та мікробіологічні параметри. Дослідження клітинного імунітету здійснювали у співпраці з Львівським національним медичним університетом імені Данила Галицького. Оцінку симптомів ПТСР проводили з використанням шкали PLC-5 із залученням клінічних психологів. Відбір учасників дослідження ґрунтувався на демографічних та клінічних характеристиках, включаючи бойовий та інший травматичний досвід, а також попередні діагнози.
Результати та інтерпретація. Встановлено достовірні розбіжності у фізіологічних та імунних показниках між учасниками з різними рівнями психоемоційної дезадаптації. Симптоми, що відповідали критеріям ПТСР, виявлено у 26% респондентів. У решти спостерігалися субклінічні прояви психічних порушень. На основі зібраних даних було ініційовано розробку прототипу препарату *DefendeX*™, спрямованого на покращення психофізіологічного стану через вплив на мікробіом. Для виявлення мікробіомних біомаркерів здійснювали секвенування зразків фекалій методом NGS, а також проводили їх пріоритизацію за допомогою математичних та інших in silico моделей. Отримані результати підтвердили перспективність використання мікробних біомаркерів для ранньої діагностики ПТСР, а персоніфікована корекція кишкового мікробіому є потенційним ефективним засобом мікробної терапії посттравматичних стресових розладів.
Висновки. Різниця у складі кишкової мікробіоти у пацієнтів з ПТСР свідчить про її потенціал як індикатора психічного стану. Розроблені стратегії сприяють формуванню нової моделі інтеграції мікробіомних даних у психіатричну практику. Заплановано впровадження онлайн-платформи для віддаленої діагностики та мікробіомної реабілітації в межах національного проєкту.
Подяка. Дослідження проведено в рамках проекту «Інноваційні підходи до аналізу і корекції мікробіому в діагностиці, профілактиці та лікуванні посттравматичних стресових розладів»,що реалізується за підтримки Рамкової програми Європейського Союзу з наукових досліджень та інновацій "Горизонт 2020".

ОСОБЛИВОСТІ СИНТЕЗУ РОСЛИНАМИ ПШЕНИЦІ ГІБЕРЕЛІНІВ ЗА ВЗАЄМОДІЇ З *AZOTOBACTER VINELANDII* ІМВ В-7076

Чоботарьова В.В., Васюк В.А., Чоботарьов А.Ю., Пархоменко Н.Й., Курдиш І.К.
Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України
e-mail: ivan.kurdish2016@gmail.com

Одним із найперспективніших шляхів для сталого та екологічного рослинництва є використання мікробних препаратів. Мікроорганізми є компонентами грунту і відіграють важливу роль в його родючості, відновленні агроекосистем. Близько 95% ґрунтових мікроорганізмів можуть синтезувати різні гормональні сполуки, впливати на фізіолого-біохімічні реакції в рослинах, в тому числі захищати їх від впливу стрес-факторів, стимулювати ріст, розвиток рослин та їх продуктивність. Застосування мікробних препаратів, призводить до посилення росту рослин шляхом прямого синтезу рослинних гормонів. Нами показано, що *A. vinelandii* ІМВ В-7076 здатний до біосинтезу та накопичення різних біологічно активних речовин. В той же час можливість цих бактерій впливати на вміст гіберелінів за взаємодії з рослинами не досліджена. Зважаючи на це, метою даної роботи було дослідження впливу взаємодії *A. vinelandii* ІМВ В-7076 з рослинами пшениці на накопичення гіберелінів у середовищі росту даних рослин. Досліди проводили на пшениці сорту Шестопалівка. Для цього насіння стерилізували протягом 1години в розчині 96% етанолу і 50% перекису водню, взятих у співідношенні 1:1. Стерилізоване насіння промивали п'ятикратно стерильною дистильованою водою, пророщували на поверхні картопляного агару до утворення корінців 1-2 см. Після цього неконтаміновані проростки бактеризували в суспензіях *A. vinelandii* ІМВ В-7076, що містили 10^6, 10^7, 10^8 кл/мл, а потім вносили по10 шт на стерильні сіточки з нержавіючої сталі в стерильні склянки об'ємом 1,5 л, що містили по 80 мл середовища Фареуса. Рослини вирощували в умовах фітотрону з освітленням 12000 люкс впродовж 16 год при температурі 21° С протягом 14 діб. Вільні форми гібереліноподібних речовин (ГПР) із стерильного кореневого ексудату екстрагували етилацетатом, з подальшим їх розділенням за допомогою тонкошарової хроматографії. Активність ГПР встановлювали методом біотесту, який базується на стимуляції гіберелінами росту гіпокотилів салату. Вміст ГПР виражали в еквівалентах до ГК 3. Встановлено, що бактеризація насіння пшениці *A. vinelandii* ІМВ В-7076 за подальшого вирощування в гідропонних умовах значно стимулює ріст цих рослин, спричиняє помітний вплив на накопичення в розчині гібереліноподібних речовин. Показано, що після вирощування рослин пшениці в гідропонних умовах без застосування даних бактерій гібереліни визначались лише в слідових кількостях. Спектр ГПР в кореневих ексудатах значно розширювався у рослин, насіння яких було бактеризоване суспензією азотобактера, що містила 10^6 кл/мл, хоч їх кількісний вміст залишався незначним. За більш високого вмісту бактерій в суспензії, що застосовувалось в процесі бактеризації насіння пшениці (10^7 кл/мл), активність ГПР з Rf 0,6 зростала, відносно контролю, на 30,8%. Найбільша активність ГПР виявлена за вирощування пшениці, насіння якої було бактеризоване суспензією *A. vinelandii* ІМВ В-7076, що містила 10^8 кл/мл. Найвищі показники визначені у речовині з Rf 0,2 (відповідає Rf гіберелової кислоти) та речовині з Rf 0,6. Їх активність, у порівнянні з контролем, зростала, відповідно, на 38,5 та 39,0%. Таким чином, бактерії *A. vinelandii* ІМВ В-7076 спричиняють помітний вплив на накопичення гіберелінів у середовищі вирощування рослин пшениці.

ВПЛИВ ВУГЛЕВОДЕНЬОКИСНЮВАЛЬНИХ БАКТЕРІЙ НА ПОЛІЕТЕРГУАНІДИН, МОДИФІКОВАНИЙ АЛКІЛЗАМІСНИМ ОЛІГОМЕРОМ

Коптєва Ж.П.[1], Іутинська Г.О.[1], Вортман М.Я.,[2]Коптєва Г.Є.,[1]Білявська Л.О[1]., Лемешко В.М.[2], Шевченко В.В.[2]

[1]Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, вул. Заболотного, м.Київ, Україна , e-mail:zhanna.kopteva38@gmail.com
[2]Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Харьківськешоссе, м.Київ, Україна

Досліджено лінійні гуанідинієві олігомери та полімери, які проявляли антимікробні властивості. Раніше було показано, що введення в ланцюг алкільних радикалів різної довжини приводить до посилення антибактеріальної дії отриманих сполук. Алкілзамісні олігомери на основі гуанідину можуть бути використані як дезінфектанти для обробки приміщень та як добавки в полімерні композиції для захисту їх від біопошкоджень. Пошук нових перспективних матеріалів, стійких до впливу мікроорганізмів, є актуальним і своєчасним. Метою даної роботи було отримання полімерних матеріалів, модифікованих алкілзамісними олігомерами та вивчення впливу вуглеводень-окиснювальних бактерій (ВОБ) на їх деструкцію,а також на хімічні і фізико-механічні властивості цих матеріалів.

В результаті проведених досліджень показано, що за 90 діб досліду кількість ВОБ зменшилась в залежності від штамів і матеріалів. У присутності поліетергуанідину кількість бактерій становила 10^5-10^6клітин/мл. За дії алкілзамісного олігомеру у складі поліетергуанідину титр бактерій знижувався на 2-3 порядки в порівнянні з поліетергуанідином. Синтезований олігомери (алкілзамісний гуанідинійбромід) поєднує як антибактеріальні, так і антикорозійні властивості, тобто, здатний гальмувати корозію сталі, спричинену сульфатвідновлювальними бактеріями.

Було визначено ферментативну активність ВОБ, щоб оцінити їх вплив на синтезовані матеріали. Каталазна активність *Pseudomonas pseudoalcaligenes* 109, *Rhodococcus erythropolis*102 і *Bacillus subtilis*138 у присутності досліджених матеріалів зменшилась в 1,8-3,7 рази щодо контролю. Ліполітична активність ВОБ також була пригнічена під дією алкіл замісного олігомеру в 1,7-2,1 рази. Одним з механізмів біодеградації полімерів є участь в цьому хімічному процесі ферментів. Синтез корозійно-активними бактеріями гідролаз, а саме ліпази, яка руйнує етерні зв'язки, може привести до розриву полімерних ланцюгів і зменшенню міцності матеріалу.

Вивчення фізико-механічних властивостей гуанідинвмісних полімерів після впливу ВОБ показало, що міцність до розриву зменшилась на 15,8-23,4%, відносне подовження в 1,2-1,4 рази від контролю. За присутності алкіл замісного олігомеру у складі поліетергуанідину міцність до розриву знизилась тільки на 5,0-14,0%, відносне подовження –в 1,2-2,3 рази.

Оцінка ступеню деструкції досліджуваних матеріалів за впливу ВОБ показала, що найбільшої деструкції зазнав поліетергуанідин-5,35-6,11%. У контрольному варіанті (матеріал в середовищі Таусона без бактерій) деструкція складала 3,3%. За присутності алкіл замісного гуанідинійброміду, що діяв як інгібітор корозії, показник деструкції був менший (2,6-3,6%), а в контролі – 1,9%. Результати дослідження ІЧ-спектроскопії показали, що під впливом бактерій хімічний склад полімерів, окиснювальні процеси і руйнування ланцюгів не відбуваються.

Таким чином, вивчення впливу вуглеводеньокиснювальних бактерій на поліетергуанідини трьохвимірної будови показало, що модифіковані алкіл замісним олігомером-інгібітором мікробної корозії, є перспективними для захисту матеріалів від біопошкоджень. Отримані мікробіологічні, хімічні та фізико-механічні дані можуть бути використані для розробки надійних захисних гуанідинійвмісних покриттів.

РОЛЬ В.Г. ДРОБОТЬКА ТА С.М. МОСКОВЦЯ В СТАНОВЛЕННІ І РОЗВИТКУ ВІРУСОЛОГІЇ В УКРАЇНІ

Коваленко О.Г.

Інститут мікробіології і вірусології і м. Д.К. Заболотного НАН України, вул. Заболотного, 154, 03143 Київ, Україна. E-mail: udajko@ukr.net

Питання про роль особистості в історії суспільства є риторичним і, певно, уже ні в кого не викликає сумніву. А як же в науці як найбільш інтелектуальній та індивідуалізованій сфері діяльності *Homo sapiens*? Беззаперечна відповідь – і поготів. Особливо, якщо обдарованій індивідуальності пощастило керувати великим творчим колективом однодумців і співворців у пошуку наукової істини. Такими непересічними особистостями були члени Академії наук УРСР В.Г, Дроботько (1885-1966) і С.М. Московець (1900-1971). Обидва мали схожі долі та тернистий шлях в науку. Перший – син сільського фельдшера, другий – заможного селянина-середняка боролися, хто як міг, з ненависними режимами царистської та більшовицької імперії, за що перший мав буцегарню та 2-річний домашній арешт, другий - «добровільне» багаторічне заслання до Азербайджану – периферійної та відсталої на той час республіка СРСР, зокрема в науковому сенсі. Після багаторічних поневірянь по світах і практичних нивах 1960 року вчені нарешті зустрілися в Інституті мікробіології ім. Д.К. Заболотного АН УРСР як керівники наукових підрозділів та директори (1944-1962 і 1962-1971 рр., відповідно) цієї наукової установи й внесли вагому лепту в становлення та розвиток вірусології в Україні. С.М.Московець разом з В.Г. Дроботьком не лише започаткували вірусологічні дослідження в Інституті, але й відновили та значною мірою розширили й поглибили вивчення вірусів рослин, тварин та бактеріофагів в Україні. Це послужило підґрунтям для перейменування 1963 року Інституту мікробіології АН УРСР в Інститут мікробіології і вірусології АН УРСР. Цей інститут як провідна наукова установа з мікробіології і вірусології в Україні досяг свого максимального розвитку саме за директорства С.М. Московця, який, окрім відділу вірусології, організував сектор вірусології (1963р.), який згодом (1968р.) був реорганізований в сектор молекулярної біології і генетики, що став потім основою для створення в системі АН УРСР нового інституту з тією ж назвою. Особистий внесок С.М. Московця в розвиток вірусологічної науки в Україні полягає в тому, що під його керівництвом і за його безпосередньої участі було отримано вагомі результати, які явились підґрунтям для відкриття американським вченим Теодором Дінером (1921-2023) нового класу патогеннів – віроїдів, відкрито нові вірус-специфічні структури - Х-тіла Х-вірусу картоплі; проведено тотальні дослідження вірусних хвороб основних с.-г. культур. Ці дані слугували підставою для створення оригінальної карти «Фітовірусологічна обстановка в Україні». Не мали аналогів і розроблені ним заходи боротьби з вірусними хворобами с.-г. культур. С.М. Московець вів активну педагогічну роботу, читаючи лекції з вірусології в Київському університеті ім. Тараса Шевченка та УСГА. Ним підготовлено 5 докторів та біля 50 кандидатів біологічних наук з вірусології, чим створив потужну вірусологічну школу, відому не лише в Україні, а й далеко за її межами. Цього року вірусологія і вірусологи ІМВ відзначають «трійцю» визначних дат, пов’язаних з цією наукою, а саме: 140 років від дня народження В.Г. Дроботька, 125 років від дня народження С.М. Московця, а також 65-річчя дітища цих видатних вчених – відділу вірусології (з 1963 року – відділу вірусів рослин). В ознаменування цих визначних дат і з метою збереження науково-культурної спадщини в Україні бажаними були б, на нашу думку, проведення заходів культурно-меморіального характеру, зокрема: підняти питання перед Президією НАН України про присвоєння лабораторії вірусів рослин Інституту імені С.М.Московця, а також про запровадження в кімнатті 320 ІМВ меморіального кабінету під назвою «Вірусологія в Україні». Крім того, Вірусологічній асоціації України варто було б присвоїти його ім’я. Все це сприяло б відновленню справедливості та патріотичному вихованню нашої молоді і студентства.

ГЛІКАПСИ – ПОТЕНЦІЙНІ ЗАСОБИОЗДОРОВЛЕННЯ І ЗАХИСТУ РОСЛИН ВІД ВІРУСНИХ ІНФЕКЦІЙ

КоваленкоО.Г.
Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, вул. Заболотного, 154, 03143 Київ, Україна. E-mail:udajko@ukr.net

Цивілізоване життя на планеті Земля стало можливим завдяки наявності на ній відповіднихприроднихресурсів та ґрунтово-кліматичнихумов, які дозволяють розвиватися рослинному світові і через сонячну енергію синтезувати органічні речовини, що стає кормом для тварин, харчами для людства і сировиною для промисловості. А природна та наукова селекція і агротехніка домоглася того, щоб культурне рослинництво було якомога продуктивнішим. Проте патогенні мікроорганізми і віруси є тими чинниками, які заважають отримувати високі та сталі врожаї с.-г. культур. Відтак втручання у взаємовідносини патогенів з рослинами-хазаями з метою підвищення рослинництва є конче необхідним.

Наші багаторічні дослідження показали, що серед речовин як противіруснихчинників найбільш перспективними для використання без суттєвого порушення природної рівноваги можуть бути нейтральні глікани, які продукуються грибами і дріжджами. Вони мають здатність індукувати системну і локальну стійкість рослин до вірусних інфекцій і невиявляють вираженої токсичної дії щодо останніх. Однак, недоліком цих речовин є те, що вони як біополімери не здатні активно проникати в рослини, а потребу-ють для цього порушення їхньої цілісності або спільного застосування поверхнево-активних речовин(ПАР) типу диметилсульфоксиду (ДМСО). Дійсно, у подальшихдослідженняхнами було показано, що сульфонові кислоти як синтетичні ПАР, додані до розчинів дріжджового манану, значно підсилювали його активність як інгібітору вірусної інфекції. Втім синтетичні ПАР,на відміну від біоПАР, зокрема рамноліпідів(РЛ) *Pseudomonas* spec. PS-17, в ефективнихконцентраціяхвиявились токсичними щодо рослин. Відтак у авторів виникла ідея використання саме РЛ псевдо монад як інгредієнтів ліпосом (ЛС) для формування комплексних противірусних препаратів на основі гліканів із дріжджів та вищих грибів *Basidiomycota*.Були підібрані концентрації складників та умови їхньої взаємодії *in vitro*, а також холестерин як необхідний допоміжний агент для блокування карбоксильних груп жирних кислот РЛ (Коваленко та ін., 2013). Як донора аміногруп, необхідних для нейтралізації карбоксильних груп РЛ, використовували і прості ефіри тіосульфонової кислоти, такі як метил- та етилтіосульфонати (Kovalenkoetal.,2023). За розробленою нами технологією було отримано близько 10 штучних надмолекулярних композитів– гліканів різного походження та складу, інкапсульованих в ліпосоми – **Глікапсів**. Кондиційні препарати глікапсів за своєю морфологією мали вигляд сфе-ричних «бульбашок» розміром близько 0,1-0,2 мкм. Гомогенність глікапсів забезпечувалась дотриманням розробленої технології. Спонтанному утворенню мультиліпосом (0.5-2,5 мкм), що може мати місце за зберігання препаратів в концентрованих емульсіях, можна запобігти завдяки обробці препаратів ультразвуком (22 кГц). Одначе, глікапси добре, без втрати потенційнихспроможностейпереносять ліофілізаціюта ультра-фільтраціюі можуть довго зберігатись у рідкому тасухому, горошкуватому стані. **Глікапсглю**, синтезованийна основі глюкану *Ganoderma adspersum*,було випро-бувано нами для оздоровлення калюсної тканини тютюну і квасолі *in vitro* від вірусу – тютнової мозаїки(TMV) та звичайної мозаїки квасолі (CBMV), відповідно. Позитивна дія глікапсів (10-100 мкг/мл)сприяла елімінації вірусу з уражених клітин. Багаторічні польові дослідження глікапсіврізного складу на бобових (сої та квасолі) показали, що вони можуть бути ефективними профілактичними засобами проти захворювань, спричинених вірусом мозаїки сої (SMV) і CBMV. Крім оздоровчого та захисного ефектів, випробувані глікапси зарекомендували себе як активні ефектори ризосферних мікроорганізмів.

PSEUDOMONAS AERUGINOSA ONU-301 ЯК ПРОДУЦЕНТ МЕТАБОЛІТІВ, НЕОБХІДНИХ ДЛЯ ОТРИМАННЯ КОМПЛЕКСНИХ БІОПРЕПАРАТІВ

[1]Коваленко О.Г., [2]Кириченко А.М., [1]Щукін Ю.С., [1]Бондаренко Т.А.
[1]Інститут мікробіології і вірусології ім.. Д.К. Заболотного НАН України
[2]Інститут біохімії і біофізики ПАН

Pseudomonas aeruginosa і є умовно-патогенним мікроорганізмом, який за певних обставин може викликати як гострі, так і хронічні інфекції у теплокровних та через широке розповсюдження в довкіллі являє собою загрозу для людей і тварин. Цей мікроорганізм продукує в навколишнє середовище метаболіти, серед яких найбільш відомі та вивчені рамноліпіди (РЛ) і полісахариди (ПС). В своїй роботі ми раніше використовували РЛ псевдомонад як інгредієнти ліпо-сомальних препаратів гліканів лікарських грибів *Basidiomycota* в якості потенційних антифітовірусних засобів. З огляду на те, що серед метаболітів *P. aurogenosa,* окрім РЛ, є полісахариди, які можуть мати антивірусні властивості, а відтак бути потенційними складниками комплексних препаратів, в цій роботі ми досліджували обидва типи біополімерів. В роботі досліджували штам ONU 301 *P. aeruginosa,* отриманий від проф. Т.О. Філіпової з Одеського національного університету. Бактерії накопичували в агаризованому середовищі різного складу за температури 28° С, а потім переносили в мінеральне середовище Гісса з 2%-ною глюкозою та культивували впродовж 24 год на мінеральному середовищі Гісса з 2%-глюкозою на ротаційній качалці за температури 37° С (180 об/хв). Мікробну біомасу з культуральної рідини видаляли центрифугуванням (8000 об/хв., 20 хв), а супернатант концентрували на ротаційному випарнику в вакуумі до 1\5 вихідного об'єму. Супутні ліпіди із концентрату екстрагували гексаном (1:10), а з решти концентрату, підкисленого до РН 3,0, отримували фракції: а) рамноліпідів (екстракцією сумішшю Фолча); б) полісахаридів, осадженням етанолом, 1:2). Отримані фракції та решту концентрату (супернатант після осадження ПС). Отримані фракції висушували ліофільно та зважували. З висушених препаратів готували водні розчини та випробовували їхню дію проти вірусу тютюнової мозаїки (ВТМ), очищеного методом дифе-ренційного центрифугування. Для цього водні розчини досліджуваних речовин (1, 10, 100 і 1000 мкг/мл) змішували *in vitro* із суспензією ВТМ (10 мкг/мл) та через 30 хв інокулювали половинки листя рослин дурману (*Datura stramonium* L). Протилежні контрольні половинки інокулювали вірусоом в тій же концентрації без додавання досліджуваної речовини. Антивірусну активність фракцій оцінювали за ступенем зниження кількості локальних уражень, що з'явились на лйсті через 7 діб після інокуляції. Досліди показали, що серед позаклітинних метаболітів *P. aeruginosa* ONU активнішою була фракція ПС. Пригнічення нею інфекційності ВТМ у випробуваній концентрації сягало 41,4-91,8 % порівняно з контролем. Фракція РЛ мала помірну активність щодо інгібування інфекційності вірусу – 19,4-42.2 %. У фракції низькомолекулярних сполук, що містилися в решті концентрату статистично достовірного пригнічення інфекційності ВТМ нами не виявлено. Тобто, отримані результати свідчать про те, що бактерії *P. aeruginosa* ONU 301 в процесі життєдіяльності синтезують речовини, які можуть бути корисними для формування комплексних антивірусних препаратів на ліпосомальній основі. У відповідності до нашої ідеї реалізації ліпосомальної стратегії оздоровлення і захисту рослин від вірусних інфекцій нас у першу чергу цікавили РЛ, продуковані цим мікроорганізмом, які можуть слугувати важливими складниками ліпосом як допоміжниих компонентів надмолекулярних структур. Полісахариди ж ми розглядаємо тут як потенційні наноматеріали для розроблення біонанокомпозитів нового покоління. Робота виконана за проектами: «Experimental evaluation of virus disease of cereals in Ukraine and liposomal bionanotechnology for crop stabilization» (2023-2025); «Бактерії Pseudomonas aeruginosa ONU 301 як продуценти антивірусно активних речовин та індуктори вірусостійкості рослин»

ПОРІВНЯЛЬНА АКТИВНІСТЬДВОХ ВИДІВ *GANODERMA SP.* ЯК ПРОДУЦЕНТІВ АНТИВІРУСНО АКТИВНИХ ПОЛІСАХАРИДІВ

[1]Коваленко О.Г.,. [2]Кириченко А.М, [1]Щукін Ю.С., [1]Бондаренко Т.А.
[1]Інститут мікробіології і вірусології і м. Д.К. Заболотного НАН України,
E-mail: udajko@ukr.net
[2]Інститут біохімії і біофізики ПАН

Відомо, що вищі гриби *Basidiomycota* в процесі життєдіяльності здатні продукувати біологічно актині речовини, які серед іншого можуть пригнічувати інфекційністьфіто- патогенних вірусів та індукувати стійкість рослин до вірусних інфекцій. Водночас було показано, що ці організми не лише продукують вторинні біологічно активні речовини, але й містять їх в міцелії як структурні елементи. За допомогою водної, кислотної та лужної екстракції нам вдалося з міцелію гриба*Ganoderma adspersum* [Schulzer]Donk. вилучити антивірусні компоненти, які в своєму складі містили глюкани молекулярної маси 48-70 кДа. Відтак метою наших подальших досліджень є вилучення та вивчення фізико-хімічний і біологічних властивостей полісахаридних компонентів із міцелію *G. Applalanatum* [Pirs.: Waller] Pat. Та *G. Lucidum*[Curt.:Fr]. Karst. Маточні культури грибів (штами 920 та 1900, відповідно) були надані нам проф.Н.А. Бісько з колекції Інституту ботаніки ім. М.Г.Холодного НАН України. Посівний матеріал грибів вирощували на агаризованому середовищі (МПА) за температури 28° С впродовж 7діб, після чого подрібнений міцелій стерильно переносили в рідке мінеральне середовище з 2,5%-ною глюкозою та культитували в колбах Ерлемейєра впродовж 48 год на ротаційній качалці (220 об/хв.) за температури 37 %. Міцелій грибів збирали фільтруванням під вакуумом, висушували ліофільно і зважували. Полісахаридні фракції з гомогенізованого міцелію вилучали послідовною екстракцією: **а**) водою (водна фракція); **б**) 0,1 н HC1 (кислотна фракція); **в**) 0,1 н NaOH (лужна фракція). Після видалення екстрагентів діалізом проти водогінної, а відтак дистильованої води отримані препарати висушували ліофільно та зважували. Результати досліджень показали, що обидва види грибів здатні накопичувати біомасу в рідкому поживному середовищі в кількостях, які дозволяють проводити маніпуляції з виділення біологічно активних речовин з міцелію. Одначе гриби виду *G.Lucidum* виявились у цьому відношенні активнішими за такі *G. applanatum*і накопичували біомасу в 2,8 рази активніше за останні. Перший вид виявився продуктивнішим і щодо синтезу речовини полісахаридної природи: відносна маса водної фракції сягала 18,3 % вихідного міцелію проти 8,7 % маси мацелію*G. applanatum.* В процесі роботи нами було встановлено, що частина міцелію під час культивування ставала дисперсною, а не наростала довкруж шматочків міцелію, що плавали в рідині і при зупиненні процесу механічного перемішування локалізувалась на поверхні рідини як така, що мала питому вагу, нижчу за густину середовища. Дисперсну фракцію міцелію ми виокремили від загальної маси його та аналізували на вміст в ній фракцій **а, б** і **в**. Виявилось, що дисперсний міцелій містить значно більше цільового продукту, ніж такий в конгломератах (фракція **а**, наприклад, за вагою складала 26,2 % вихідної сировини). Робота виконана за проектами:«Experimental evaluation of virusdisease of cerealsin Ukrainean liposomaln bionanotechnology for crop stabilization» (2024-2026) і «Розроблення науко-укових основ регуляції взаємодії вірусів з рослинами за дії біогенних чинників, безпечних для довкілля» (2025-2029).

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

XVI З'ЇЗДУ

ТОВАРИСТВА МІКРОБІОЛОГІВ УКРАЇНИ

ІМ. С.М. ВИНОГРАДСЬКОГО

2-6 червня 2025 рік, ТЕРНОПІЛЬ

Federation of European
Microbiological Societies