

Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна»
Інститут біомедичних технологій
Товариство мікробіологів України ім. С.М. Виноградського
Студентське наукове товариство

СУЧАСНІ НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ В БІОЛОГІЇ, ЕКОЛОГІЇ, МЕДИЦИНІ ТА ФАРМАЦІЇ

Тези доповідей студентської наукової конференції

30 січня 2026 року



Київ 2026

*Рекомендовано до друку
Науково-методичною радою
Інституту біомедичних технологій
(Протокол № 3 від 23 січня 2026 р.)*

Організаційний комітет конференції:

Мовчан В.О., директор Інституту біомедичних технологій, к.б.н., доцент кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій, екології та імунології;

Сергійчук Н.М., заступник директора Інституту біомедичних технологій, секретар конференції;

Тугай Т.І., д.б.н., завідувач кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій, екології та імунології;

Мележик О.В., к.б.н., доцент, доцент кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій, екології та імунології;

Ілюк Н.А., к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій, екології та імунології;

Зінчук Н.А., к.пед.н., доцент, доцент кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій, екології та імунології;

Шостак Л.Г., к.фарм.н. завідувач кафедри фармації, доцент кафедри фармації.

С-15 Сучасні наукові дослідження в біології, екології, медицині та фармації: збірник тез. — К.: Університет «Україна», 2026. — 100 с.

У збірнику подано тези доповідей наукової конференції здобувачів освіти і молодих вчених Інституту біомедичних технологій «Сучасні наукові дослідження в біології, екології, медицині та фармації», у яких відображено авторські наукові пошуки, інноваційні розробки та дослідження молодих науковців у сучасному науковому й освітньому середовищі.

ЗМІСТ

Секція БІОЛОГІЯ

Барановська А.В.

Вплив кліматичних зон на генетичне різноманіття
ізолятів вірусу огіркової мозаїки 6

Білявська О.О.

Інноваційні підходи до ремедіації забруднених
нафтопродуктами ґрунтів 10

Варуша І.О.

Вплив симбіотичних мультипробіотиків
з апіпродуктами на рівень здоров'я людини 18

Вергелес В.В.

Дослідження активності ферментів антиоксидантного
захисту у штамів *Trichoderma*, які проявляли виражену
антагоністичну активність до фітопатогенів 23

Гайовий В.В.

Вплив ґрунтових стрептоміцетів на бактеріальні
біоплівки 25

Грицяк А.В.

Особливості показників периферичної крові
при алергічному риніті 29

Дольна Т.В.

Рівень тригліцеридів при жировому гепатозі печінки ... 32

Єрмоленко Т.П.

Перспективи використання вторинних метаболітів
ґрунтових *Bacillus* spp. у терапії раку передміхурової
залози та боротьбі з бактеріальними патогенами 35

<i>Закусило К.А.</i> Дослідження відповіді <i>Saccharomyces cerevisiae</i> на різні типи стресів	40
<i>Іванченко А.В.</i> Дослідження фосфатмобілізувальних і антагоністичних властивостей <i>Bacillus velezensis</i>	43
<i>Кузьменко В.М.</i> Роль факторів гуморального імунітету в розвитку запальних захворювань глотки	46
<i>Мазін В.І.</i> Зміни рівня цитокінів при атеросклеротичних ураженнях коронарних судин	49
<i>Мякота І.А.</i> Контроль мікробіологічної чистоти та безпечності алкогольних напоїв	53
<i>Олійник Н.М.</i> Вплив антропогенних факторів на особливості мікробного складу ґрунтів різного походження	56
<i>Подольак І.Я.</i> Цитотоксична активність та механізми проапоптотичної дії метаболітів <i>Streptomyces</i> sp. Cr 14 на клітини колоноректального раку людини	59
<i>Попович Д.В.</i> Аналіз динаміки захворюваності на туберкульоз в різних регіонах України за впливу воєнних дій	63
<i>Пристапуна Б.О.</i> Антимікробний та антиоксидантний потенціал морських стрептоміцетів, асоційованих з макроводоростями Чорного моря	67

<i>Прохорова О.В., Тугай Т.І., Тугай А. В.</i> Вплив препарату КМД, отриманого шляхом вермибіоконверсії харчових відходів, на фізичні властивості ґрунту та функціональну організацію ґрунтової мікробіоти	71
--	----

<i>Сачко А.С.</i> Вплив сезонних факторів на хімічний склад та антимікробну активність продуктів бджільництва щодо резистентних штамів патогенів	74
---	----

Секція ЕКОЛОГІЯ

<i>Назаренко М.П.</i> Аналіз функціональних екосистемних послуг трав'яних покриттів урбоекосистеми	78
--	----

<i>Кузьменко В.А., Насер С.М., Завгородній М.П.</i> Вплив похідних s-гетерилкарбонових кислот на тривалість збереження декоративності зрізаних квітів роду Троянда (<i>Rosa L.</i>)	84
--	----

<i>Кобець О.В.</i> Проектні пропозиції щодо реконструкції зелених насаджень Університетського майдану у м. Запоріжжя	86
---	----

Секція ФАРМАЦІЯ

<i>Шилова А.М.</i> Вплив фармацевтичних забруднювачів на водні екосистеми	90
---	----

<i>Мазепа Д.О.</i> Сучасні біотехнологічні стратегії створення біосимілярів	95
--	----

Секція БІОЛОГІЯ

Барановська А.В.,
група ЗМБ-24-1м, ОП «Біологія та біохімія»
Інститут біомедичних технологій,
Відкритий міжнародний університет
розвитку людини «Україна», м. Київ

Науковий керівник: **Зелена Л.Б.,** к.б.н.,
доцент кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій,
екології та імунології Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»

ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ЗОН НА ГЕНЕТИЧНЕ РІЗНОМАНІТТЯ ІЗОЛЯТИВ ВІРУСУ ОГІРКОВОЇ МОЗАЇКИ

Вірусна інфекція є постійною проблемою для гарбузових культур, а спалахи хвороби призвели до значних втрат врожаю та якості [1]. Відомо, що гарбузові культури можуть бути уражені ~90 видами вірусів з різних родин, зокрема *Bromoviridae*, *Closteroviridae*, *Geminiviridae*, *Potyviridae*, *Solemoviridae*, *Tospoviridae* та *Virgaviridae* [2, 3]. Серед цих вірусів, потівіруси, вірус огіркової мозаїки (ВОМ), *Polerovirus* та *Begomovirus* часто асоціюються з гарбузовими культурами [2]. Найбільш поширеними на території європейських країн є чотири віруси: вірус огіркової мозаїки (ВОМ), вірус мозаїки кавуна, вірус жовтої мозаїки кабачків та вірус жовтої попелиці [4].

Хвороба, спричинена вірусом огіркової мозаїки (ВОМ), має величезний вплив на промислові масштаби виробництва різних сільськогосподарських культур. Вона також може спустошити фермерів, які займаються натуральним господарством та залежать від вирощування культур. Інфікування сільськогосподарських культур та поширення вірусу на значних площах призводить до складнощів з контролем вірусної інфекції

та зі знищенням захворюваності. Суттєві проблеми, пов'язані із поширенням вірусної інфекції, спостерігаються у районах, де вирощуються монокультури.

В Україні були виявлені ізоляти ВОРМ, що уражували гарбузові рослини та були віднесені до підгруп ІА та ІВ, згідно з сучасною класифікацією [5]. Повідомлялось також про наявність представників підгрупи ІІ, але така ідентифікація не була підтверджена за допомогою філогенетичного аналізу [6].

Додатково були виявлені унікальні для українських ізолятів заміни у амінокислотних послідовностях білка 2b, які не пов'язані з рослиною-хазяїном [7]. Ґрунтуючись на отриманих результатах було зроблено припущення, що ізоляти ВОРМ, які циркулюють в Україні, належать до найбільш розповсюджених філогенетичних груп, а виявлені специфічні амінокислотні заміни можуть свідчити про мікроеволюційні процеси українських ізолятів ВОРМ.

Зв'язок між кліматичними зонами та ізолятами вірусу огіркової мозаїки має еволюційний характер, оскільки із зміною умов оточуючого середовища вірус набуває нових адаптивних ознак. ВОРМ є одним із найпоширеніших рослинних вірусів у світі, але він поводить себе не так само в тропічному дощовому лісі, як у помірному поясі. Цей зв'язок визначається тим, як температура та вологість визначають, який ізолят вірусу найбільш пристосований до зараження сільськогосподарських культур.

Адаптація вірусу до оточуючого середовища відбувається і на генетичному рівні: ізоляти поділяються на 2 підгрупи. До першої відносять ізоляти, що виявляють у більш теплому кліматі. Вони зустрічаються переважно у тропічній та субтропічній кліматичній зоні. Ці представники адаптувалися (стабільні та ефективно розмножуються) до існування за високих температур. Ізоляти другої підгрупи частіше зустрічаються в помірних регіонах. Хоча вони можуть існувати в тепліших районах, їх часто витісняють представники першої підгрупи, коли температура підвищується.

Метою дослідження було вивчення генетичної мінливості нуклеотидної послідовності гену поверхневого білка ізолятів вірусу огіркової мозаїки, виділених на територіях з різними кліматичними умовами.

Дослідження проводили за допомогою методів біоінформатичного аналізу з використанням бази даних ГенБанк. Оброб-

ку цих послідовностей здійснювали за допомогою пакету програм *MEGA11* [8]. Нуклеотидні послідовності гена вирівнювали з використанням алгоритмів *CLUSTAL* та *MUSCLE*. Розрахунок варіабельності серед ізолятів здійснювали за [9].

Всього було проаналізовано гетерогенність нуклеотидної послідовності серед 55 ізолятів, виділених з 5 кліматичних зон. Отримані результати виявили високий відсоток варіабельності нуклеотидної послідовності гена поверхневого білка вірусу огіркової мозаїки серед ізолятів тропічної кліматичної зони, тоді як ізоляти з більш граничних зон характеризувалися низьким рівнем мінливості (табл. 1).

Таблиця 1

**Величина внутрішньогрупової мінливості ізолятів
різних кліматичних зон**

Кліматична зона	Величина внутрішньогрупової мінливості
Екваторіальна	0,076
Субполярна	0
Субтропічна	0,076
Помірна	0,22
Тропічна	0,65

Найбільш відмінними виявилися ізоляти тропічної і субполярної зон (табл. 2).

Таблиця 2

**Величина міжгрупової мінливості між ізолятами
з різних кліматичних зон**

Кліматична зона	Екваторіальна	Субполярна	Субтропічна	Помірна
Екваторіальна				
Субполярна	0,28			
Субтропічна	0,09	0,27		
Помірна	0,16	0,28	0,15	
Тропічна	0,45	0,55	0,46	0,47

Таким чином, у результаті проведеного дослідження встановлено, що величина мінливості нуклеотидної послідовності

гена поверхневого білка вірусу огіркової мозаїки залежить від кліматичних умов існування вірусу та є найбільшою у ізолятів тропічної зони. Дослідження вірусу огіркової мозаїки та з'ясування впливу кліматичних факторів, як чинників адаптації та розповсюдження вірусу, на генетичну організацію ВОМ може допомогти розробити засоби боротьби з цією вірусною інфекцією.

Список використаних джерел

1. Radouane N., Ezrari, S., Belabess Z., Tahiri A., Tahzima R. et al. Viruses of cucurbit crops: Current status in the Mediterranean Region. *Phytopathol. Mediterr.* 2021. Vol. 60. P. 493–519.
2. Lecoq H. Cucurbits. In *Virus and Virus-like Diseases of Major Crops in Developing Countries*, Loebenstein, G., Thottappilly, G., Eds., Springer: Dordrecht, The Netherlands, 2003, pp. 665–688.
3. Desbiez C. The never-ending story of cucurbits and viruses. *Acta Hortic.* 2020. Vol. 1294. P. 173–192.
4. Lecoq H., Desbiez C. Viruses of cucurbit crops in the Mediterranean region: An ever-changing picture. *Adv. Virus Res.* 2012. Vol. 84. P. 67–126.
5. Tymchyshyn O., Shevchenko T., Budzanivska I., Polishchuk V. Viruses infecting cucurbits in Ukraine and their phylogenetic analysis. 13th International Plant Virus Epidemiology Symposium. Abstracts. 2016, 148 p.
6. Zitikaitė I., Staniulis J., Urbanavičienė L., Žižytė M. Cucumber mosaic virus identification in pumpkin plants. *Agriculture*. 2011. Vol. 98, no. 4. P. 421–426.
7. Tsvigun V. O., Levishko A. S., Gumeniuk I. I., Mazur S. O. Monitoring of Viral Infections in Vegetable Crops in Agroecosystems of Ukraine. *Mikrobiolohichniy Zhurnal*. 2024. Vol. 86, no. 5. P. 87–101.
8. Tamura K., Stecher G., Kumar S. MEGA11: molecular evolutionary genetics analysis version 11. *Molecular biology and evolution*. 2021. Vol. 38, no. 7. P. 3022–3027.
9. Kimura M. A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution*. 1980. Vol. 16. P. 111–120.

Білявська О.О.

*МБ-24-1м, ОП «Біологія та біохімія»
Інститут біомедичних досліджень,
Відкритий міжнародний університет
розвитку людини «Україна», Київ*

*Науковий керівник: Мележик О.В., к.б.н., доцент,
доцент кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій,
екології та імунології Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»*

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО РЕМЕДІАЦІЇ ЗАБРУДНЕНИХ НАФТОПРОДУКТАМИ ҐРУНТІВ

Забруднення ґрунтів нафтою та нафтопродуктами є однією з найгостріших техногенних екологічних проблем сучасності, що призводить до глибокої деградації ґрунтових екосистем, загибелі рослинності, мікрофлори та мезофауни, повної втрати родючості земель на десятиліття [1, 4]. Враховуючи масштаби проблеми, розробка та впровадження ефективних, економічно доцільних та екологічно безпечних технологій рекультиваци ґрунтів є актуальним завданням.

Метою дослідження було проаналізувати та обґрунтувати ефективних екобіотехнологічні підходи до відновлення родючості ґрунтів, забруднених нафтопродуктами.

Об'єктом дослідження були процеси відновлення властивостей ґрунту після нафтового забруднення через дію екосорбентів. Предметом — ефективність застосування біологічних препаратів-деструкторів та мінеральних сорбентів для ремедіації нафтозабруднених ґрунтів.

Виконане дослідження систематизує наявні знання та демонструє експериментальні дані, що демонструють перспективність комплексних біотехнологій для вирішення проблеми нафтового забруднення ґрунтів.

Практична цінність роботи полягає у практичній демонстрації, що комплексна біоремедіація та фіторемедіація є ефективними, економічно доцільними та екологічно безпечними методами відновлення ґрунтів, забруднених нафтопродуктами.

Нафтозабруднення ґрунтів характеризується тривалою стійкістю та складністю природного самоочищення, оскільки вуглеводні нафти мають високу ліпофільність, низьку біодоступність і здатність міцно зв'язуватися з органічною речовиною ґрунту. Це спричиняє акумуляцію токсичних сполук, пригнічення ґрунтової мікробіоти, порушення процесів гумусоутворення та мінералізації органічних речовин. Унаслідок цього відновлення нафтозабруднених ґрунтів без цілеспрямованого втручання людини є надзвичайно повільним або практично неможливим, що зумовлює необхідність застосування спеціалізованих методів рекультивації [2, 5].

Ключовою характеристикою біологічних методів є їх поступовий, але глибокий характер дії. На відміну від фізичних і термічних методів, біологічна ремедіація не забезпечує миттєвого ефекту, проте дозволяє досягти довготривалого відновлення ґрунтових властивостей без різкого порушення природної структури та біоти. Біологічні методи є енергетично маловитратними, економічно доцільними та придатними для очищення великих площ з помірним рівнем забруднення [1, 3, 4].

Біологічні методи очищення є важливим компонентом сучасних систем рекультивації, орієнтованих на екологічну стійкість і відновлення природних функцій ґрунту. Їхні переваги полягають у природоорієнтованості, економічності та здатності забезпечувати довготривалий ефект [6].

Для дослідження було обрано два препарати з різними підходами до ремедіації: біологічний та сорбційний, та виконано порівняння їхньої ефективності методами фітотестування.

Біопрепарат «ENZIM Есо» (виробник завод «Ензим», м. Ладижин, Україна) — це комплексний сорбент-деструктор нового покоління. Його основу складає асоціація спеціально підібраних штамів мікроорганізмів, іммобілізованих на природному органічному сорбенті. Препарат призначений для ліквідації розливів нафти та нафтопродуктів як на твердих поверхнях, так і у водному середовищі.

Мінеральний сорбент «Глауконіт» є природним мінералом з групи гідролуд, які видобувають в Адомівському родовищі Хмельницької області. Він характеризується високими катіонообмінними та сорбційними властивостями завдяки розвиненій питомій поверхні.

Для оцінки ефективності біологічних методів було закладено лабораторний експеримент тривалістю 60 діб.

Було сформовано п'ять експериментальних дослідів для порівняння різних підходів до біоремедіації:

- варіант 1 (контроль): забруднений ґрунт без будь-якої обробки, що дозволило оцінити швидкість природного самоочищення;

- варіант 2 (біоаугментація): забруднений ґрунт обробляли біопрепаратом «ENZIM Есо» відповідно до рекомендацій та доз внесення від виробника;

- варіант 3 (біостимуляція структури): забруднений ґрунт, до якого вносили дощових черв'яків (*Lumbricus terrestris*). Ці представники мезофауни є природними аераторами ґрунту, які структурують його [10];

- варіант 4 (сорбційний підхід): у зразки забрудненого ґрунту додавали мінеральний сорбент «Глауконіт» для механічного чищення процесами сорбції;

- варіант 5 (комплексний підхід): забруднений ґрунт, оброблений препаратом «ENZIM Есо» з одночасним внесенням дощових черв'яків та мінерального сорбенту.

Для оцінки відновлення біологічних функцій ґрунту використовували метод біотестування. Як тест-культуру використовували насіння редису посівного (*Raphanus sativus*).

Дослідження деструкції нафтового забруднення дерново-підзолистого ґрунту наведено у таблиці 1.

Контрольний варіант характеризувався повною стабільністю показника на рівні 25 мкг/кг ґрунту, що свідчить про відсутність процесів природного самоочищення. Тобто без спрямованого втручання деградація забруднювача не відбувається, а ґрунт зберігає сталий рівень токсичності.

Застосування препарату «ENZIM Есо» демонструє чітко виражену тенденцію до поступового зниження показника забруднення вже з 10-ї доби дослідження. Зменшення з 25,0 до 12,6. Така динаміка свідчить про високу ефективність ферментативно-біологічного впливу.

Варіант із використанням дощових черв'яків характеризується значно повільнішою динамікою змін. До 60-ї доби показник знижується до 19,2, що підтверджує допоміжну, але не самодостатню роль цього чинника в процесах очищення.

Таблиця 1

**Біоре mediaція забрудненого ґрунту за різних варіантів досліджу
у дерново-підзолистому ґрунті (вміст нафти, мг/кг)**

Варіант досліджу	Доба дослідження					
	1-ша	10-та	20-та	30-та	40-а	60-та
Контроль	25	25	25	25	25	25
«ENZIM Есо»	25	22,3±0,1	18,7±0,1	16,1±0,1	15,8±0,1	12,6±0,1
Дощові черв'яки	25	24,1±0,1	23,9±0,1	23±0,2	22,8±0,1	19,2±0,1
«Глауконіт»	25	23,8±0,2	21,4±0,1	18,2±0,2	16,5±0,1	15,9±0,1
«ENZIM Есо» + «Глауконіт» + Дощові черв'яки	25	22,1±0,1	15,8±0,1	13,2±0,2	9,9±0,1	6,1±0,1

$P < 0,05$.

Застосування «Глауконіту» забезпечує більш виражений ефект порівняно з дощовими черв'яками. Уже на 20-ту добу показник зменшується до 21,4, а на 30-ту — до 18,2. Це свідчить про ефективну сорбційну дію мінералу, який зв'язує нафтові компоненти та знижує їхню рухомість і біодоступність. Подальше зменшення показника до 15,9 на 60-ту добу вказує на стабільний, але переважно фізико-хімічний механізм очищення, який сам по собі не забезпечує повної деструкції забруднювача, а лише зменшує його концентрацію та токсичність.

Найбільш показовими є результати комбінованого варіанта «ENZIM Есо» + «Глауконіт» + дощові черв'яки. Уже на 10-ту добу показник знижується до 22,1, що є нижчим, ніж у всіх інших дослідних варіантах на цьому етапі. Надалі спостерігається різке й прискорене зниження — до 15,8 на 20-ту добу та до 13,2 на 30-ту добу. Особливо суттєвий ефект проявляється між 30-ю і 60-ю добами, коли показник зменшується з 13,2 до 6,1, тобто більш ніж у чотири рази порівняно з початковим значенням. Це свідчить про виражений синергічний ефект поєднання біологічних і фізико-хімічних механізмів.

Загалом результати досліджу переконливо доводять, що найбільш ефективним підходом до очищення нафтозабруднених ґрунтів є комплексне застосування різних методів рекультиваци. Окремі фактори — біопрепарати, сорбенти або ґрунтова фауна — забезпечують лише часткове зниження рівня забруд-

нення, тоді як їх поєднання дозволяє досягти глибокого очищення. Отримані дані підтверджують доцільність інтегрованих систем біоремедіації як найбільш перспективного напрямку відновлення екологічних властивостей нафтозабруднених ґрунтів.

Проведені аналогічні дослідження у заразках супіщаного ґрунту показали загалом подібні результати, хоча і мали певні відмінності (табл. 2).

Таблиця 2

Біоремедіація забрудненого ґрунту за різних варіантів дослідіу у супіщаному ґрунті, (вміст нафти, мг/кг)*

Варіант дослідіу	Доба дослідіження					
	1-ша	10-та	20-та	30-та	40-а	60-та
Контроль	25	25	25	25	25	25
«ENZIM Есо»	25	22,0±0,1	17,9±0,1	15,4±0,1	14,2±0,1	11,6±0,1
Дощові черв'яки	25	23,9±0,1	23,4±0,1	22,6±0,2	21,9±0,1	18,7±0,1
«Глауконіт»	25	23,3±0,2	20,8±0,1	17,8±0,2	16,1±0,1	15,0±0,1
«ENZIM Есо» + «Глауко-ніт» + дощові черв'яки	25	21,5±0,1	14,9±0,1	12,1±0,2	9,0±0,1	5,4±0,1

* $P < 0,05$.

У контрольному варіанті вміст нафтопродуктів протягом усього періоду дослідіження залишався стабільним на рівні 25 мг/кг.

У варіанті із застосуванням біопрепарату «ENZIM Есо» вже на 10-ту добу спостерігалосі достовірне зниження вмісту нафтопродуктів — до 22,0±0,1 мг/кг, Процес очищення має поступальний характер: на 20-ту добу концентрація нафтопродуктів знизиласі до 17,9±0,1 мг/кг, а на 60-ту добу — до 11,6±0,1 мг/кг, що свідчить про зменшення загального вмісту забруднювача більш ніж удвічі. Така динаміка вказує на ефективну мікробіологічну деструкцію нафтових вуглеводнів під дією ферментативних комплексів препарату, а також на зниження фітотоксичності ґрунту.

Варіант із використанням дощових черв'яків характеризувався більш повільною, проте стабільною тенденцією до зниження вмісту нафтопродуктів.

Застосування глауконіту забезпечувало помірне, але більш виражене зниження вмісту нафтопродуктів порівняно з варіантом із дощовими черв'яками. Уже на 20-ту добу концентрація забруднювача зменшилася до $20,8 \pm 0,1$ мг/кг, а на 60-ту добу — до $15,0 \pm 0,1$ мг/кг.

Найбільш виражений та швидкий ефект зниження вмісту нафтопродуктів зафіксовано у варіанті комплексного застосування «ENZIM Есо», глауконіту та дощових черв'яків. Уже на 10-ту добу концентрація зменшилася до $21,5 \pm 0,1$ мг/кг, а на 20-ту добу — до $14,9 \pm 0,1$ мг/кг, що свідчить про інтенсивну активацію процесів ремедіації. На 60-ту добу вміст нафтопродуктів досяг мінімального значення — $5,4 \pm 0,1$ мг/кг, що відповідає зниженню більш ніж на 78 % від початкового рівня.

Таким чином, визначено, що комбінований варіант забезпечує найглибше очищення ґрунту (зменшення вмісту нафти більш ніж у 4,5 раза), що підтверджує виражений синергічний ефект біологічних і фізико-хімічних механізмів.

Кінцевою метою рекультивації є не лише зниження концентрації забруднювача, а й відновлення біопродуктивності ґрунту. Для оцінки цього показника було проведено біотестування з використанням насіння редису посівного (*Raphanus sativus* L.).

У контрольному варіанті фітотоксичність ґрунту протягом усього періоду дослідження залишалася на максимальному рівні.

Відсутність пропростанн насіння до 40-ї доби та незначне зростання показника до $1,3 \pm 1,1$ % на 60-ту добу перебуває в межах статистичної похибки й вказує на біологічно значущий вплив на ріст і розвиток рослин.

У варіанті з використанням дощових черв'яків фітотоксичність проявлялася до 20-ї доби. Починаючи з 30-ї доби, спостерігалось поступове проростанн насіння до $5,3 \pm 1,2$ %, а на 60-ту добу — до $9,6 \pm 0,9$ %.

Варіант із застосуванням глауконіту характеризувався зниженням фітотоксичності із 30-ї доби дослідження, коли показник досяг $12,1 \pm 0,6$ %. У подальшому фітотоксичність зменшувалася до $14,8 \pm 0,8$ % на 60-ту добу. Така динаміка може бути пов'язана зі здатністю глауконіту адсорбувати нафтопродукти та продукти їх трансформації.

У варіанті з використанням біопрепарату «ENZIM Есо» фітотоксичність почала знижуватися з 30-ї доби та досягла

18,2±0,6%, з подальшим підвищенням рівня проростання насіння до 21,6±0,8 % на 60-ту добу.

Найбільш контрастні результати показано у варіанті комплексного застосування «ENZIM Есо», глауконіту та дощових черв'яків. Уже на 20-ту добу фітотоксичність ґрунту знижувалася, проросло 23,2±1,1 % насіння, а на 60-ту добу спадала до 88,4±0,6 %, що свідчить про різко виражену реакцію тест-системи. Така динаміка може пояснюватися синергетичною дією біологічної деструкції, активної біотурбації та сорбційних процесів, які призводять до швидкого вивільнення та накопичення продуктів трансформації нафтопродуктів у біодоступній формі.

Дослідження впливу нафтового забруднення на довжину проростків тест-системи підтвердило отримані результати. Застосування біопрепарату «ENZIM Есо» призвело до суттєвого зростання довжини проростків до 19,4±1,3 мм. Порівняно з контрольним забрудненим ґрунтом цей показник збільшився більш ніж утричі, що свідчить про значне зниження токсичного навантаження та активізацію ростових процесів. Ймовірною причиною такого ефекту є мікробіологічна деструкція нафтопродуктів і зменшення їх біодоступності для рослин, що створює більш сприятливі умови для розвитку коренів редису.

Загальний аналіз результатів дослідження показує, що сорбційні та біологічні методи очищення ґрунтів не суперечать один одному, а ефективно доповнюють один одного. Використання глауконіту є доцільним на початковому етапі рекультивациі, оскільки він дозволяє швидко зв'язати нафтопродукти та обмежити їх подальше поширення у ґрунті. У свою чергу, застосування біопрепарату «ENZIM Есо» забезпечує глибше очищення ґрунту за рахунок біологічного розкладу нафтопродуктів і зниження їх токсичності. Поеднання сорбційного очищення з подальшою біоремедіацією дає змогу створити найбільш ефективний та екологічно безпечний підхід до повного відновлення родючості ґрунтів.

Це актуально для повоєнної відбудови України проблема деградованих і забруднених ґрунтів постає як критично важлива для відновлення аграрного потенціалу, продовольчої безпеки країни.

Список використаних джерел

1. Шевчук Л. З., Романюк О. І. та ін. Аналіз біологічних способів відновлення нафтозабруднених ґрунтів. *ScienceRise: Biological Science*. 2017. Т. 3, № 5. С. 36–45. <https://doi.org/10.15587/2519-8025.2017.94052>.
2. Бондар Т. О., Шестопапов О. В., Босюк А. С. та ін. Ефективність біоремедіації нафтозабруднених ґрунтів України. *Аграрні інновації*. 2025. № 33. С. 261–265.
3. Mekonnen B. A., Aragaw T. A., Genet M. B. Bioremediation of petroleum hydrocarbon contaminated soil: a review on principles, degradation mechanisms, and advancements. *Frontiers in Environmental Science*. 2024. Vol. 12. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1354422>
4. Elshafei A. M., Mansour R. Microbial bioremediation of soils contaminated with petroleum hydrocarbon. *Discover Soil*. 2024. Vol. 1. Article 9. <https://doi.org/10.1007/s44378-024-00004-5>
5. Mishra S., Sharma P., Kalra K. Robust bioremediation of petroleum hydrocarbon contaminated soil by microorganisms: a review. *Journal of Chemical Health Risks*. 2024. Vol. 14, No. 1. P. 1–15.
6. Oudah I. S. Bioremediation of soil contaminated with crude oil using some of bacteria. *European Journal of Medical and Health Research*. 2024. Vol. 2, No. 4. [https://doi.org/10.59324/ejmhr.2024.2\(4\).32](https://doi.org/10.59324/ejmhr.2024.2(4).32)

Варуша І.О.

*МБ-24-1м, ОП «Біологія та біохімія»
Інститут біомедичних досліджень,
Відкритий міжнародний університет
розвитку людини «Україна», Київ*

*Науковий керівник: Мележик О.В., к.б.н., доцент,
доцент кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій,
екології та імунології Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»*

ВПЛИВ СИМБІОТИЧНИХ МУЛЬТИПРОБІОТИКІВ З АПІПРОДУКТАМИ НА РІВЕНЬ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

Сьогодні порушення мікробіоценозу кишечника є глобальною проблемою через нераціональне харчування, стреси та неконтрольоване вживання антибіотиків. Це призводить до зниження імунітету та розвитку хронічних захворювань. Тому розробка та дослідження вітчизняних пробіотиків, посилених природними біостимуляторами-апипродуктами, є надзвичайно актуальним завданням для сучасної біотехнології та медицини.

Метою роботи було науково-практичне обґрунтування застосування інноваційного пробіотика «Апібакт» як засобу комплексної корекції здоров'я.

Об'єктом дослідження виступав процес відновлення мікрофлори, а предметом — специфічна біологічна активність поєднання лакто- та біфідобактерій з продуктами бджільництва.

Практичне значення роботи полягає у клінічному доведенні ефективності застосування мультикомпонентного пробіотичного препарату з апипродуктами на склад мікрофлори кишківника та загальний рівень здоров'я людини.

Інноваційний препарат «Апібакт» це не просто набір бактерій, а складна симбіотична система. Є інноваційним мультипробіотиком, який містить концентровану біомасу симбіозу пробіотичних мікроорганізмів і екстракт прополісу [1].

Така унікальна комбінація суттєво підвищує пробіотичну ефективність, зокрема антиінфекційну активність мультипробіотиків, і розширює сферу його використання. Мікробний склад включає 15 штамів.

Препарат «Апібакт» чинить пробіотичну дію, допомагає відновити мікрофлору кишківника, сприяє нормалізації балансу корисних бактерій та підтримує природні процеси травлення. Він ефективно відновлює кишкову мікрофлору після антибіотиків чи дисбіотичних станів, сприяє нормалізації травлення та випорожень, коригує та підтримує імунну систему через здорову мікрофлору, володіє протимікробними властивості завдяки дії прополісу.

У дослідженні взяли участь 60 добровольців віком від 20 до 45 років, з легкими функціональними порушеннями травлення, які на момент включення не мали гострих або хронічних захворювань у фазі загострення, не приймали антибіотики, пробіотики чи імуномодуючі засоби щонайменше за 4 тижні до початку дослідження.

Критеріями включення були наявність скарг на здуття живота, періодичні запори, нестабільний характер випорожнень, а також загальний задовільний стан здоров'я. Усі учасники надали інформовану згоду на участь у дослідженні.

Учасників було розподілено на дві групи: контрольна група (К) — 20 осіб, які протягом усього періоду спостереження не застосовували препарат «Апібакт» і вели звичний спосіб життя без корекції раціону або медикаментозного втручання, та експериментальна група (Е) — 40 осіб, які отримували препарат «Апібакт» у дозі 10 мл двічі на добу (вранці та ввечері) протягом 30 днів. Препарат застосовували перорально після прийому їжі, що відповідало рекомендаціям щодо оптимального засвоєння біологічно активних компонентів.

Стан шлунково-кишкового тракту є одним із ключових показників загального здоров'я організму, оскільки саме в ньому відбуваються процеси перетравлення, всмоктування поживних речовин та формування мікробіоценозу [2–6].

Наведені результати показують позитивний вплив препарату «Апібакт» на основні параметри травлення та функціональний стан шлунково-кишкового тракту в експериментальній групі порівняно з контрольною.

Аналіз показника частоти дефекацій свідчить про чітко виражений позитивний вплив «Апібакту» на моторику кишківника. У контрольній групі середня частота дефекацій становила 1,1 раз на добу, що відповідає нижній межі фізіологічної норми та може вказувати на тенденцію до уповільненого киш-

кового пасажу. В експериментальній групі цей показник зріс до 1,9 разу на добу. Така динаміка свідчить про нормалізацію перистальтики кишківника.

Особливо показовими є результати щодо частоти здуття живота, яка є важливим індикатором порушень травлення, надмірного газоутворення та дисбалансу кишкової мікрофлори. У контрольній групі частота здуття живота становила 4,5 рази на тиждень, що вказує на регулярний дискомфорт та недостатню ефективність процесів травлення. Натомість в експериментальній групі цей показник зменшився до 1,8 рази на тиждень. Таке зниження є клінічно значущим і свідчить про зменшення процесів бродіння та гниття в кишечнику, нормалізацію газоутворення та загальне покращення функціонального стану травної системи. Отже, застосування «Апібакту» сприяє комплексному покращенню параметрів травлення.

Імунна система відіграє провідну роль у забезпеченні резистентності організму до інфекційних агентів і підтриманні гомеостазу, а її функціональний стан тісно пов'язаний із мікробіотою та метаболічною активністю організму [4].

Зміна основних показників імунної системи показала, що у контрольній групі середній рівень лейкоцитів становив $6,4 \times 10^9/\text{л}$, що відповідає фізіологічній нормі для здорових осіб. В експериментальній групі до початку прийому препарату цей показник був практично ідентичним ($6,5 \times 10^9/\text{л}$), що свідчить про початкову однорідність груп і відсутність значущих імунних відхилень. Після завершення курсу лікування рівень лейкоцитів зріс до $7,3 \times 10^9/\text{л}$. Така динаміка вказує на активацію лейкопоезу та підвищення загальної імунної готовності організму без виходу за межі норми, що є характерним для фізіологічної імунної стимуляції, а не запальної реакції.

У контрольній групі частка лімфоцитів становила 30,2%, тоді як в експериментальній групі до початку прийому «Апібакту» — 30,0%, що знову підтверджує порівнянність груп. Після курсу застосування препарату спостерігалось зростання цього показника до 34,5%. Підвищення частки лімфоцитів свідчить про активацію клітинної ланки імунітету, зокрема Т- і В-лімфоцитів, що може забезпечувати більш ефективну імунну відповідь на антигенні стимули та підвищення імунологічної пам'яті.

У контрольній групі концентрація IgA становила 110 мг/л, а в експериментальній групі до початку лікування — 112 мг/л,

що відповідає середнім референтним значенням. Після курсу прийому «Апібакту» рівень IgA зріс до 140 мг/л, що є суттєвим підвищенням. Така динаміка свідчить про стимуляцію гуморальної імунної відповіді

Отже, «Апібакт» чинить комплексний позитивний вплив на імунну систему людини, сприяє помірній стимуляції імунітету, підвищуючи захисні фактори організму

При вивченні впливу препарату на загальний рівень здоров'я за суб'єктивними показниками враховували показники за шкалою 0–10 балів. У контрольній групі протягом усього періоду спостереження не зафіксовано істотної динаміки жодного з показників. Незначні коливання ($\pm 0,1$ – $0,2$ бала) перебувають у межах статистичної похибки та можуть бути зумовлені індивідуальними особливостями або зовнішніми чинниками. Така стабільність показників підтверджує відсутність спонтанного покращення самопочуття без цілеспрямованого втручання.

Натомість в експериментальній групі вже на 15-й день курсу застосування «Апібакту» спостерігається чітка позитивна динаміка за всіма оцінюваними параметрами. Зокрема, рівень фізичної активності та працездатності зріс у середньому на 1,4 бала, що свідчить про зменшення функціональної втоми та підвищення витривалості. Аналогічна тенденція відзначається щодо вираженості втоми й виснаження, де підвищення балів вказує на істотне зниження суб'єктивного відчуття перевтоми.

Найбільш узагальнюючим показником є загальне відчуття життєвого тону та комфорту, яке досягло 9,1 бала на 30-й день курсу. Таке зростання відображає сукупний позитивний вплив препарату на різні системи організму й підтверджує його загальнооздоровчий потенціал.

Загалом отримані результати переконливо демонструють, що застосування «Апібакту» асоціюється з істотним покращенням суб'єктивних параметрів самопочуття, тоді як у контрольній групі такі зміни відсутні. Така позитивна динаміка свідчить про ранній прояв загальнооздоровчого ефекту препарату, що може бути пов'язано зі зменшенням суб'єктивних скарг, підвищенням працездатності та покращенням загального фізичного і психоемоційного стану. Це дозволяє розглядати препарат як ефективний засіб комплексної підтримки функціонального стану організму та підвищення якості життя.

Отже, результати підтверджують, що комбіновані продукти на основі пробіотиків та бджолопродуктів ефективні для комплексного покращення травної та імунної функцій. Мультипробіотик з прополісом «Апібакт» є ефективним засобом для нормалізації роботи шлунково-кишкового тракту у здорових людей із легкими порушеннями травлення, чинить імуномодулюючу дію, підвищуючи рівень IgA та лімфоцитів. Регулярне застосування протягом 30 днів покращує загальне самопочуття та якість життя учасників.

Список використаних джерел

1. Мультипробіотики Апібакт. URL: <https://symbiter.ua/uk/multiprobiotics-apibact-ua>
2. Zulkiflee N. Propolis: Its Role and Efficacy in Human Health and Diseases. *Life (Basel)*. 2022. Vol. 12. Article 950.
3. Sarita B. A Comprehensive Review of Probiotics and Human Health. *J. Clin. Gastroenterol. Nutr.* 2025. Vol. 1. Article 11743475.
4. Pérez Guerra N. The Impact of Probiotics, Prebiotics, and Functional Foods on Immune and Health Outcomes. *Nutrients*. 2025. Vol. 17, No. 9. P. 1529. <https://doi.org/10.3390/nu17091529>
5. Сафронова Л. А., Пилипюк Ю. В., Скороход І. О., Польова З. М. Пробіотики та їхній потенціал у профілактиці та лікуванні інфекцій. *Мікробіологічний журнал*. 2023. Т. 86, № 6. С. 74–86. <https://doi.org/10.15407/microbiolj86.06.074>

Вергелес В.В.

група МБ-24-1-м, ОП «Біологія та біохімія»
Інститут біомедичних технологій Університету «Україна»

Науковий керівник: **Тугай А.В.**, к.б.н., доцент,
доцент кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій,
екології та імунології Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»

ДОСЛІДЖЕННЯ АКТИВНОСТІ ФЕРМЕНТІВ АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ У ШТАМІВ *Trichoderma*, ЯКІ ПОЯВЛЯЛИ ВИРАЖЕНУ АНТАГОНІСТИЧНУ АКТИВНІСТЬ ДО ФІТОПАТОГЕНІВ

Види роду *Trichoderma* убіквісти в ґрунті, здатні перетворювати різноманітні органічні матеріали як природного, так і ксенобіотичного походження.

Види *Trichoderma* добре відомі як агенти біоконтролю, які використовуються як біодобрива при вирощуванні сільськогосподарських культур для інгібування патогенних для рослин мікроорганізмів та підвищують імунітет рослин[1].

Відомо, що цей гриб також продукує різні молекули, включаючи ферменти та вторинні метаболіти з перспективною антиоксидантною, антибактеріальною, противірусною та протипухлинною активністю [2].

Встановлено, що при різних видах абіотичного стресу, зокрема, тепловому стресі, *Trichoderma koningii* відіграє життєво важливу роль у захисті рослин від надлишку активних форм кисню (АФК), що утворюються. Обробка насіння *T. koningii* виявилася дуже корисною для набуття рослинами томатів стійкості до теплового стресу, яка реалізується за рахунок покращеної модуляції антиоксидантів [3]. Це відбувається за рахунок посилення захисного потенціалу рослин, який проявляється у експресії генів, що призводить до підвищення активності їх антиоксидантних ферментів [3].

При дослідженні антагоністичної активності штамів *Trichoderma*, були виявлені штами, що проявляють найвищу

швидкість росту і тим пригнічують розвиток грибних та бактеріальних фітопатогенів. Було зроблено припущення, що такі штамі мають потужну антиоксидантну систему і при взаємодії з патогенами можуть бути стійкими і до надлишку АФК, що утворюють патогени.

Метою даного дослідження було визначення зовнішньоклітинної та внутрішньоклітинної каталазної, пероксидазної та поліфенолоксидазної активності у штамів *Trichoderma*, які появляли найбільш виражену антогоністичну активність по відношенню до грибних та бактеріальних патогенів.

Найвищий рівень каталазної активності серед досліджених штамів виявлено у штаму 1515. Рівень позаклітинної каталазної активності у цього штаму у тричі вищий за рівень внутрішньоклітинної активності.

У більшості (75%) досліджених штамів *Trichoderma*, рівень позаклітинної пероксидазної активності більш ніж у два рази вищий за рівень внутрішньоклітинної активності цього ферменту.

У штаму №2 виявлено найвищий рівень як зовнішньоклітинної так і внутрішньоклітинної поліфенооксидазної активності.

Список використаної літератури

1. Shi M. et al. Antimicrobial peptaibols from *Trichoderma pseudokoningii* induce programmed cell death in plant fungal pathogens. *Microbiology*. 2012. V. 158. P. 166–175. <https://doi.org/10.1099/mic.0.052670-0>
2. Saravanakumar K. et al. Isolation of polysaccharides from *Trichoderma harzianum* with antioxidant, anticancer, and enzyme inhibition properties. *Antioxidants*. 2021. V. 10. P. 1372. <https://doi.org/10.3390/antiox10091372>
3. Ruchi Tripathi, Chetan Keswani, Rashmi Tewari. *Trichoderma koningii* enhances tolerance against thermal stress by regulating ROS metabolism in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants. *Journal of Plant Interactions*. 2021. V. 16, no. 1. P. 116–126.

Гайовий В.В.

*група МБ-24-1-м, ОП «Біологія та біохімія»
Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»*

*Науковий керівник: Ілюк Н.А, к.с.-г.н., доцент,
доцент кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій,
екології та імунології Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»*

ВПЛИВ ҐРУНТОВИХ СТРЕПТОМІЦЕТІВ НА БАКТЕРІАЛЬНІ БІОПЛІВКИ

Вирішальним, але часто забутим фактором у розумінні проблем стійкості до антибіотиків є наявність бактеріальних біоплівок, які утворюються на поверхні клітин і тканин або медичних пристроях. Біоплівки надають бактеріям багато переваг, насамперед через міжклітинну комунікацію, підвищене відчуття щільності та виражену стійкість до високих доз антибіотиків у порівнянні з вільноживучими бактеріями. Інфекції, пов'язані з біоплівкою, відіграють роль у приблизно 70–80% інфекцій людини, згідно з даними Національного інституту здоров'я [1].

Патогени ESKAPE (це група патогенних, високо вірулентних та стійких до антибіотиків мікроорганізмів) використовують здатність утворювати біоплівки як механізм, щоб уникнути дії антимікробних препаратів. Поточна антимікробна терапія має знижену ефективність або є неактивною проти проблемної групи бактерій MDR (полірезистентні інфекції), що призводить до підвищення смертності серед пацієнтів. Очікується, що до кінця 2050 року стійкі до ліків патогени «витіснять» рак як основну причину смертності. Це підкреслює гостру потребу в нових антимікробних агентах [2, 3].

В останні роки багато нових підходів були під увагою до розробки протиінфекційних агентів для боротьби з MDR та інфекціями, пов'язаними з біоплівкою, одним із яких є відкриття нових антибактеріальних джерел з натуральних продуктів.

Слід відмітити, що різноманіття ґрунтових бактерій, включаючи ґрунтові актиноміцети, все ще є чудовим джерелом

нових терапевтичних сполук. Незважаючи на їх значний потенціал, роль метаболітів актиноміцетів в інгібуванні патогенної біоплівки систематично не оцінюється. Метою досліджень було виділити, охарактеризувати ґрунтові стрептоміцети та оцінити їх антибіоплівкову активність.

Об'єктами досліджень були штами виділених стрептоміцетів та патогенних бактерій. Загалом було зібрано 17 зразків ризосферного та неризосферного ґрунту із різних місць Одеської області. Зразки ґрунту були проаналізовані на фізико-хімічні та мікробіологічні характеристики. Виявлено, що за текстурою, це були піщані, суглинисті та глинисті ґрунти, з рН 7,1–8,3, вмістом органічного вуглецю 0,31–0,97%, вмістом вологи 0,49–0,74 мл/г ґрунту та різним складом мікроелементів. Ґрунт із фермерської місцини з рН 7,3 і органічним вуглецем 0,71%, був багатий мікробним різноманіттям, про що свідчить кількість життєздатних аеробних гетеротрофів (186×10^5), асимбіотичних фіксаторів азоту (154×10^3), актиноміцетів (85×10^3) і популяція грибів (48×10^4) на грам ґрунту. Подібні характеристики мали зразки відібрані у місцях вирощування нуту і сорго.

Із зібраних зразків було виділено загалом 110 штамів актиноміцетів. Для попередньої ідентифікації проводили морфологічну та біохімічну характеристику ізолятів. Морфологічні характеристики показали, що більшість штамів мали типові характеристики *Streptomyces* з розгалуженим міцелієм від слабкого до великого розгалуження та наявністю репродуктивних гіф, що містять спори.

Виявлено колонії з округлими, правильними або неправильними краями. Вони мали різне забарвлення під час споруляції — сіре, біле, жовте, помаранчеве, чорне, коричневе, кремове тощо. Текстура колоній також була різноманітна, від гладких, водянистих до шорстких, лише 21 ізолят утворював розчинний пігмент.

Біохімічний аналіз властивостей актиноміцетів, продемонстрував однакові ознаки серед усіх ізолятів, зі 100% позитивністю для ключових характеристик, таких як виробництво амонію, каталази, утилізація цитрату та зниження нітратів, а також відсутність виробництва індолу та змінних рівнів гідролітичної активності.

Отримані дані узгоджуються з висновками інших дослідників, які підтверджують уявлення про те, що актиноміцети ізольовані з різних місць метаболічно різноманітні. Виділені актиноміцети мають типові характеристики ізолятів *Streptomyces*.

Варто відзначити, що стрептоміцети були стійкі до багатьох антибактеріальних препаратів, максимальна резистентність була виявлена до ампіциліну 52,72%, потім до метициліну > нітрофурантоїну. Поведінка чутливості *Streptomyces* показала, що вони більш чутливі до антибіотиків, які пригнічують синтез білка, порівняно з препаратами, які пригнічують синтез клітинної стінки, як β -лактам. Загалом 23,66% досліджуваних ізолятів були стійкі до п'яти або більше препаратів.

Первинний скринінг ізольованих штамів стрептоміцетів проти досліджуваних патогенів (*S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa* і *K. pneumoniae*) проводився метод агарових шарів. Було виявлено, що 95 штамів (86,36%) мають помірну або сильну антимікробну активність проти однієї або кількох досліджуваних бактерій. Так, проти *S. aureus* були активні 69% ізолятів, проти *E. coli* — 56%, проти *P. aeruginosa* — 42% і проти *K. pneumoniae* — 53%. Проте скринінг за допомогою методу дифузії в лунках, виявив, що лише 29% ізолятів проявляють різного ступеня антибактеріальну активність і лише 5 ізолятів (13, 25, 43, 46 та 47) показали різні рівні антибактеріальної дії проти усіх чотирьох протестованих патогенів, зони затримки росту тест-патогенів були в межах 12–23 мм. Отримані дані вказують, що вони мають активність широкого спектру. Найбільшу активність показали ізоляти 46 і 47, адже вони пригнічували ріст усіх досліджених патогенних бактерій на 17–23 мм.

Використовували метод вторинного скринінгу для оцінки подальшої антибактеріальної активності етилацетатної фракції активних штамів стрептоміцетів (13, 25, 43, 46 та 47). Найвищу активність проявив екстракт ізоляту 46 проти всіх тест-штамів, з діаметром зони інгібування в діапазоні 23–29 мм.

Досліджено показник МІК етилацетатного екстракту всіх активних штамів стрептоміцетів проти стандартних штамів бактерій. МІК ізоляту 46 був найнижчим (64 мкг/мл) проти *S. aureus*, тоді як у грамнегативних бактерій він становив 128 мкг/мл. Найбільш активний штам стрептоміцетів — 46 було додатково використано для оцінки впливу на кінетику росту всіх досліджуваних штамів бактерій у дозах нижче МІК. Концентрація екстракту етилацетату 1/2МІК продемонструвала максимальне пригнічення росту до 40%.

Досить активно повідомляється, що види актиноміцетів виробляють антибіоплівкові сполуки проти грампозитивних

бактерій. Тим не менш, доступна обмежена інформація про інгібітори біоплівки для бактерій групи ESKAPE з актиноміцетів.

У цьому дослідженні штам стрептоміцетів 46 використано для оцінки його здатності пригнічувати утворення біоплівки патогенними штамми як кількісно та і за допомогою світлової мікроскопії. Екстракт ізоляту 46 показав антибіоплівковий ефект широкого спектру проти всіх досліджуваних бактерій у концентраціях 1/2 та 1/4 МІК, адже пригнічував її формування на 78–93% та 43–61%, відповідно. Максимальне інгібування біоплівкоутворення зафіксовано у *S. aureus*, адже за концентрації екстракту 1/2 та 1/4 МІК (32 та 16 мкг/мл, відповідно) спостерігали її пригнічення на 93% та 51%, відповідно.

Мікроскопічні дослідження підтвердили кількісні дані інгібування біоплівки патогенних бактерій (використовували екстракт у дозі 1/2 МІК). Необроблені клітини досліджуваних бактерій утворювали щільно упаковану матову структуру на поверхні планшета, як показано на мікрофотографіях. Натомість астановлено значні структурні зміни біоплівки усіх досліджуваних бактерій після обробки екстрактом: прикріплення клітин до поверхні пластику було значно знижене, також бактерії формували лише невеликі скупчення або поодинокі мікроколонії зі зменшеними біоплівками.

Отже, виділені стрептоміцети є важливим джерелом інгібіторів біоплівки та інших біоактивних сполук. Потрібні подальші дослідження, щоб зрозуміти точний механізм дії цих сполук для їх подальшого протиінфекційного застосування.

Список використаних джерел

1. Qais F.A., Khan M.S., Ahmad I. Broad-spectrum quorum sensing and biofilm inhibition by green tea against gram-negative pathogenic bacteria: deciphering the role of phytocompounds through molecular modelling. *Microb. Pathogen.* 2021. V. 126. P. 379–392.
2. Murugaiyan J., Kumar P.A., Rao G.S., Iskandar K., Hawser S., Hays J..P et al. Progress in alternative strategies to combat antimicrobial resistance: focus on antibiotics. *Antibiotics.* 2022. V. 11, no. 2. P. 200.
3. Pendleton J.N., Gorman S.P., Gilmore B.F. Clinical relevance of the ESKAPE pathogens. *Expert. Rev. Anti-infect. Ther.* 2013. V. 11, no. 3. P. 297–308.

Грицяк А.В.

*група МБ-24-1м-ibmt, ОП «Біологія та біохімія»
Інститут біомедичних технологій Університету «Україна»*

*Науковий керівник: Беспалова О.Я., к.б.н., доцент,
доцент кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій, екології та
імунології Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»*

ОСОБЛИВОСТІ ПОКАЗНИКІВ ПЕРИФЕРИЧНОЇ КРОВІ ПРИ АЛЕРГІЧНОМУ РИНИТІ

Розвиток алергічного процесу в організмі зумовлений порушенням імунних реакцій, у зв'язку з чим вивчення особливостей імунного гомеостазу становить значний науковий інтерес у галузі дитячої алергології. Важливе діагностичне та прогностичне значення для оцінки формування алергічних реакцій і ступеня тяжкості алергічних захворювань має дослідження гуморальної ланки імунітету за даної патології [1, 2].

На сьогодні встановлено, що вітамін D відіграє суттєву роль у формуванні вродженої імунної відповіді, а також у модуляції адаптивної імунної реактивності клітинної та гуморальної ланок імунітету. Під впливом антигенної стимуляції відбувається зміна Т-клітинної відповіді, зокрема зсув співвідношення Th1/Th2 у бік Th2-типу, що є характерним для реалізації алергічної імунної відповіді. Водночас чинники, які ініціюють запуск імунних механізмів, що призводять до розвитку алергічного процесу, залишаються недостатньо з'ясованими [3].

З огляду на те, що вітамін D бере безпосередню участь у регуляції імунних процесів, а алергічні реакції реалізуються через дисфункцію імунної системи, можна припустити, що недостатній рівень цього вітаміну в крові є одним із факторів ризику розвитку алергічних захворювань у дітей.

При повторному контакті алергену зі слизовою клітини перехресно захоплюють дві чи більше молекул IgE антитіл на поверхні цих клітин, ініціює при цьому вироблення та виділення цілого ряду біологічних медіаторів запалення, що призводить до виникнення як ранньої, так і пізньої алергічної відповіді. Медіатори діють на клітинні структури та викликають

підвищену проникність судин, місцевий набряк та утворення секрету [4].

Особливо актуальним є дослідження забезпеченості дітей вітаміном D у різні пори року та одночасне оцінювання змін показників імунної системи, які відіграють ключову роль у виникненні та прогресуванні алергічних процесів [5]. Такий підхід дозволяє виявити можливі кореляції між дефіцитом вітаміну D і ризиком розвитку алергічних захворювань, що має важливе значення для профілактики та корекції цих станів.

Метою роботи було визначення показників загального аналізу крові у дітей з алергічним ринітом.

Дослідження показників загального аналізу крові у дітей з алергічним ринітом. Було проведено визначення показників загального аналізу крові у дітей, хворих на алергічний риніт, залежно від періоду перебігу захворювання.

До I групи увійшло 14 дітей у період клінічної ремісії, до II групи — 16 дітей у період загострення алергічного риніту, а контрольну групу становили 20 практично здорових осіб, ідентичних за віком, які в анамнезі та на момент обстеження не мали ознак алергічних захворювань.

При дослідженні оцінювали загальний вміст лейкоцитів периферичної крові та співвідношення основних популяцій клітин (нейтрофіли, еозинофіли, лімфоцити, моноцити), що є найбільш інформативними показниками для оцінки активності запального процесу й діагностики рецидиву алергічного риніту. Оцінка зазначених параметрів дозволяє визначити ступінь імунологічної реактивності організму та особливості перебігу хвороби.

При оцінці нейтрофільних гранулоцитів (сегментоядерних форм) виявлено подібну динаміку. У дітей I групи кількість сегментоядерних нейтрофілів не відрізнялася від контрольних значень і становила $(65,1 \pm 1,1)\%$ проти $(64,1 \pm 1,7)\%$ у контрольній групі. Водночас у пацієнтів II групи спостерігалось достовірне підвищення частки сегментоядерних нейтрофілів — $(70,4 \pm 1,6)\%$ проти $(64,1 \pm 1,7)\%$ у контрольній групі ($P < 0,05$), що може свідчити про активацію запального процесу в період загострення алергічного риніту.

Специфічним показником алергічного процесу є кількість еозинофілів, яка у дітей у період ремісії лише незначно перевищувала контрольні значення, а в період загострення достовірно

зростала в 2,3 раза порівняно з контролем і в 1,9 раза порівняно з пацієнтами у ремісії. Підвищення еозинофілів у крові свідчить про активну алергічну реакцію та може розглядатися як патогномонічний маркер загострення алергічного риніту.

Отримані дані свідчать про зворотний зв'язок між рівнем 25(ОН)D та активністю алергічного процесу: нижчий вміст вітаміну D асоціюється з більш вираженим загостренням захворювання. Це підтверджує важливу роль 25(ОН)D у регуляції імунної відповіді та протизапальних механізмах у дітей з алергічним ринітом. Це, показує на існування зворотного кореляційного зв'язку між цими показниками і підтверджує участь вітаміну D в процесах розвитку алергічного риніту та необхідності проводити профілактичні дії стосовно підвищення рівня 25(ОН)D для збільшення тривалості періоду ремісії захворювання.

Результати дозволяють зробити висновок, що перебіг алергічного риніту у дітей супроводжується специфічними змінами лейкоцитарного профілю, найбільш характерними з яких є підвищення еозинофілів та базофілів у період загострення. Ці показники можуть слугувати додатковими діагностичними критеріями активності захворювання та допомагають у оцінці ефективності терапевтичних заходів. Динаміка лейкоцитарних популяцій підкреслює важливість комплексного підходу до моніторингу імунного статусу пацієнтів з алергічним ринітом та надає об'єктивні маркери для прогнозування загострень.

Встановлено, що у дітей, хворих на алергічний риніт, у період загострення спостерігається достовірно підвищення рівнів імуноглобулінів основних класів та одночасне зниження концентрації 25(ОН)D у сироватці крові. Виявлені зміни можуть розглядатися як важливі діагностичні маркери, що відображають активність імунозапальних процесів і мають значення для уточнення патогенетичних механізмів перебігу захворювання та вдосконалення підходів до його діагностики.

Список використаних джерел

1. Bousquet J., Anto J., Bachert C. et al. Allergic rhinitis. *Nat. Rev. Dis.* 2020у V. 6, no. 1. P. 95. DOI:10.1038/s41572-020-00227-0
2. Anto J., Bousquet J., Akdis M., et al. Mechanisms of the Development of Allergy (MeDALL): Introducing Novel Concepts in

- Allergy Phenotypes. *J. Allergy. Clin. Immunol.* 2017. V. 139, no. 2. P. 388–99. DOI:10.1016/j.jaci.2016.12.940
3. Eguiluz-Gracia I, Fernandez-Santamaria R, Testera-Montes A, et al. Coexistence of nasal reactivity to allergens with and without IgE sensitization in patients with allergic rhinitis. *J. Allergy.* 2020. V. 75, no. 7. P. 1689–1698. DOI:10.1111/.14206.
4. Wise S.K., Lin S.Y., Toskala E., et al. International Consensus Statement on Allergy and Rhinology: Allergic Rhinitis. *Int. Forum Allergy Rhinol.* 2018. V. 8, no. 2. P. 108–352. DOI:10.1002/alr.22073
5. Sarah S., Husna N., Shukri N., et al. Zonula occludens-1 expression is reduced in nasal epithelial cells of allergic rhinitis patients. *Peer J.* 2022. V. 34. P. 10:e13314. DOI:10.7717/peerj.13314

Дольна Т.В.

група МБ-24-1м-ibmt, ОП «Біологія та біохімія»
Інститут біомедичних технологій Університету «Україна»

Науковий керівник: **Беспалова О.Я.**, к.б.н., доцент,
доцент кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій,
екології та імунології Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»

РІВЕНЬ ТРИГЛЦЕРИДІВ ПРИ ЖИРОВОМУ ГЕПАТОЗІ ПЕЧІНКИ

Впродовж останніх років у патогенезі жирового гепатозу все більшого значення набувають імунорегуляторні механізми, які відіграють суттєву роль у формуванні та прогресуванні цього захворювання. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває детальне вивчення та комплексна оцінка ролі клітинних ланок імунної регуляції у розвитку жирової інфільтрації печінки [1].

Незважаючи на значні досягнення сучасної медицини, проблема жирового гепатозу залишається актуальною через обмежені можливості його ранньої діагностики, багатофакторність та складність патогенетичних механізмів, а також недостатню вивченість особливостей клінічного перебігу захворювання залежно від наявності супутніх метаболічних і запальних чинників. Усі ці аспекти створюють суттєві труднощі під час

вибору оптимальної тактики діагностичних та лікувальних заходів.

На сьогодні неалкогольна жирова хвороба печінки (НАЖХП) визнається однією з найбільш актуальних медико-соціальних проблем сучасності та провідною патологією гепатобіліарної системи. Це захворювання демонструє тенденцію до неухильного прогресування у значної частини хворих, що супроводжується високою ймовірністю розвитку тяжких ускладнень — фіброзу, цирозу печінки та гепатоцелюлярної карциноми. Ця ситуація спричиняє значний економічний тягар і підвищує потребу у спеціалізованих медичних ресурсах [2].

Сучасне уявлення про патогенез НАЖХП ґрунтується на мультифакторній концепції. Порушення системного енергетичного гомеостазу, надлишок ліпідів і вуглеводів, інсулінорезистентність, ліпотоксичність, оксидативний стрес, дисфункція мітохондрій, а також цитокіновий і адипокіновий дисбаланс виступають ключовими факторами, що зумовлюють накопичення жиру в гепатоцитах та ініціюють запально-фібротичні процеси.

Важлива роль також належить змінам у складі кишкової мікробіоти, порушенню бар'єрної функції кишечника й активації місцевих імунних механізмів [3, 4]. Незважаючи на значний прогрес у вивченні захворювання, багато патогенетичних аспектів залишаються недостатньо з'ясованими, що підкреслює необхідність подальших досліджень.

Метою роботи було дослідити рівень тригліцеридів у пацієнтів з жировим гепатозом печінки.

Як показали дослідження рівень загального холестерину був достовірно підвищений у порівнянні з контрольною групою, так у пацієнтів 1-ї групи в 1,3 рази, у пацієнтів 2-ї групи в 1,7 рази. Із збільшенням індексу маси тіла спостерігається тенденція збільшення показника загального холестерину.

Удіагностиці порушень обміну ліпідів, особливо при розвитку жирового гепатозу аналіз вмісту тригліцеридів разом з холестерином дуже важливі показники. Із збільшенням маси тіла спостерігається тенденція збільшення рівня тригліцеридів у сироватці крові. Так у пацієнтів 1-ї групи із надлишковою вагою цей показник в 2,6 рази перевищує показник контрольної групи, у пацієнтів 2-ї групи які мають першу ступінь ожиріння в 4,9 рази. При порівнянні груп у пацієнтів 2-ї групи які

мають першу ступінь ожиріння рівень тригліцеридів збільшений в 1,9 рази в порівнянні з пацієнтами 1-ї групи.

Із збільшенням маси тіла спостерігається порушення ліпідного балансу із зниженням ЛПВЩ у пацієнтів 2-ї групи які мають ожиріння першого ступеня в 1,9 рази в порівнянні з контрольною групою. Рівень ліпопротеїдів низької щільності достовірно підвищений в обох групах з найвищим показником у пацієнтів II-ї групи в порівнянні з контрольною групою.

Таким чином, виявлені зміни ліпідного профілю свідчать про високу атерогенність метаболічних порушень у пацієнтів із жировим гепатозом печінки, що потребує корекції з метою зниження ризику прогресування захворювання та пов'язаних із ним серцево-судинних ускладнень.

У пацієнтів з жировим гепатозом печінки мало місце порушення показників ліпідного обміну, що проявлялося у збільшенні загального рівня холестерину в 1,6 рази, тригліцеридів в 4,8 рази, ліпопротеїдів низької щільності в 1,5 рази при одночасному зменшенні рівня ліпопротеїдів високої щільності в 1,8 разів в порівнянні з контрольною групою.

Список використаних джерел

1. Younossi Z.M., Golabi P., Paik J.M., Henry A., Van Dongen C., Henry L. The global epidemiology of non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) and non-alcoholic steatohepatitis (NASH): a systematic review. *Hepatology*. 2023. Vol. 77, pp. 1335-1347. DOI: 10.1097/HEP.0000000000000004.
2. Riazi K., Azhari H., Charette J.H., Underwood F.E., King J.A., Afshar E.E., et al. The prevalence and incidence of NAFLD worldwide: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Gastroenterology & Hepatology*. 2022. Vol. 7, pp. 851-861. DOI: 10.1016/S2468-1253(22)00165-0.
3. Lin A., Roth H., Anyane-Yeboa A., Rubin D.T. Prevalence of non-alcoholic fatty liver disease in patients with inflammatory bowel disease: A systematic review and meta-analysis. *Inflammatory Bowel Diseases*. 2021. Vol. 27, Issue 7, pp. 947-955. DOI: 10.1093/ibd/izab003
4. Le M.H., Le D.M., Baez T.C., Wu Y., Ito T., Lee E.Y., Lee K., Stave C.D., Henry L., Barnett S.D. Global incidence of non-alcoholic fatty liver disease: a systematic review and meta-analysis of 63 studies and 1 201 807 persons. *Journal of Hepatology*. 2023. Vol. 79, pp. 287-295. DOI: 10.1016/j.jhep.2023.03.040.

Єрмоленко Т.П.

здобувач вищої освіти ОП «Біологія та біохімія»
Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету розвитку людини
«Україна»

Науковий керівник: **Ілюк Н.А.**, к.с.-г.н., доцент,
доцент кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій,
екології та імунології Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННИХ МЕТАБОЛІТІВ ҐРУНТОВИХ *Bacillus* spp. У ТЕРАПІЇ РАКУ ПЕРЕДМІХУРОВОЇ ЗАЛОЗИ ТА БОРОТЬБИ З БАКТЕРІАЛЬНИМИ ПАТОГЕНАМИ

Рак передміхурової залози (РПЗ) посідає друге місце за поширеністю серед чоловіків у світі після раку легень. Приблизно 1 з 8 чоловіків буде діагностований з цим раком протягом життя, а рівень захворюваності на рак передміхурової залози зростає на 3% щороку[1].

Безпека та ефективність наявних наразі протиракових препаратів обмежені, та значно залежить від їх вибіркової дії та рівня побічних впливів на нормальні клітини. Натуральні продукти отримали значне визнання в наукових спільнотах завдяки своєму вищому терапевтичному потенціалу порівняно з синтетичними продуктами [2]. Сполуки, отримані з мікроорганізмів, є важливими для лікування інфекційних захворювань та раку [3].

Так, представники роду *Bacillus* часто зустрічаються в ґрунтовому середовищі та можуть синтезувати різноманітні корисні вторинні метаболіти [4, 5]. Вони продукують ізокумарини, ліпopeптиди, полікетиди, аміноглікозиди, амінополіоли, фосфоліпіди, фосфонолігопептиди та терпеноїди, які проявляють широкий спектр фармакологічних властивостей, включаючи протиракові.

Тому, метою досліджень було виділити, охарактеризувати, ідентифікувати ґрунтові мікроорганізми та оцінити їх біологіч-

ну активність (а саме антибактеріальну та протипухлинну).

У роботі використано штами ґрунтових мікроорганізмів, патогенні бактерії, та культуру пухлинних клітин передміхурової залози людини (PC-3). Із зразків ґрунту виділено >400 колоній мікроорганізмів. Серед 9 досліджених штамів високу антибактеріальну активність проти усіх використаних тест-патогенів (*S. aureus*, *E. coli* та *B. cereus*) виявлено для супернатантів ізолятів 56 та 60, інгібування росту патогенних бактерій становило 11,1-17,4 мм.

Тому проведено ідентифікацію цих 2 ізолятів. Розглянуті мікроорганізми грампозитивні, характеризуються наявністю спороутворюючої рухливої бацилоподібної морфології клітин, довжиною 0,6–1,7 мкм (табл. 1).

Колонії ізоляту 56 мають дрібні розміри, зморшкуваті, тьмяні, непрозорі, тоді як ізоляту 60 мають злегка шорстку текстуру, чіткі краї та від брудно-білого до кремового кольору. Крім того, обидва штами позитивно реагують на ферментативну активність каталази та оксидази. Ізолят 56 здатен використовувати різні цукри, включаючи глюкозу, мальтозу та галактозу для свого функціонування, але не здатен виробляти кислоту з адонітолу, сорбітолу, манози та сахарози. Реакції на цитрат, індол та метиловий червоний негативні. Біохімічні та ферментативні аналізи показали, що ізолят 60 може ферментувати глюкозу, сахарозу, мальтозу та галактозу, є метилчервоно-позитивним, та не здатний виробляти індол та використовувати цитрат. На основі морфологічних, фізіологічних та біохімічних характеристик ізоляти були ідентифіковані як *Bacillus* spp.

Проведено оптимізацію умов синтезу антимікробних метаболітів виділеними штамами. Обидва ізоляти були культивовані на поживному середовищі з різним рівнем рН в діапазоні від 6 до 9. Жоден з ізолятів не проявляв антимікробної активності при рН 6, що свідчить про те, що кислі умови не підходять для синтезу антибактеріальних сполук отриманими ізолятами.

Ізолят 56 продемонстрував більшу антимікробну активність в умовах близьких до нейтральних та слаболужних, адже за використання рН від 7-9 він здатен пригнічувати ріст усіх використаних патогенних бактерій на 10,0 — 20,5 мм. Однак слід зауважити, що найбільшу антимікробну активність проти *S. aureus* та *B. cereus* штам 56 проявляє саме при рН 8, тоді як відносно *E. coli* виявлено його подібну дію не залежно від вико-

Таблиця 1

**Морфологічні, фізіологічні та біохімічні характеристики ізолятів,
що проявили найбільші антибактеріальні властивості**

Властивості	Ізолят 56	Ізолят 60
<i>Характеристика клітин</i>		
Забарвлення за Грамом	+	+
Морфологія	палички із заокругленими кінцями	палички із заокругленими кінцями
Рухливість	рухливі	рухливі
Спори	від еліпсоїдної до циліндричної форми	від еліпсоїдної до циліндричної форми
Розмір	0,6–1,0 мкм завдовжки	1–1,7 мкм завдовжки
<i>Морфологія колонії</i>		
На поживному агарі	дрібні зморшкуваті, тьмяні, непрозорі, прилиплі	дрібні злегка шорсткої текстури, від білого до кремового кольору з добре окресленими та чіткими краями
<i>Реакції ферментації/ біохімічні реакції</i>		
Глюкоза	+	+
Мальтоза	+	+
Галактоза	+	+
Адонітол	–	–
Маноза	–	–
Сахароза	–	+
Каталаза	+	+
Оксидаза	+	+
Індол	–	–
Метилловий червоний	–	+
Реакція Фогеса-Проска	+	–
Цитрат	–	–

Примітка: «+» — позитивна реакція, «–» — негативна реакція.

ристаного рН середовища (≈ 10 мм). Найбільшу антибактеріальну активність ізоляту 60 виявлено при рН 8, адже інгібування життєздатності *S. aureus*, *B. cereus* та *E. coli* становить 18,2, 15,6 та 12,8 мм, відповідно.

Також досліджували продукцію антимікробних метаболітів кожного ізоляту залежно від температури зростання. Виявлено, що штам 56 не залежно від використаної температури (30–40°C) проявляє хороші антимікробні властивості, зони затримки росту тест-патогенів знаходяться в межах 6,0–18,8 мм. Тоді як максимальна активність показана за температури 37°C.

Натомість для ізоляту 60 оптимальна температура активності щодо досліджених патогенів різна, проти *S. aureus* — 30°C, *B. cereus* — 33°C та *E. coli* — 37°C, зона затримки росту становить 12,4–16,1 мм. Два моносахариди (глюкоза та фруктоза) та дисахариди (лактоза та сахароза), були використані для дослідження впливу джерел вуглецю на продукцію антимікробних метаболітів цими ізолятами. В цілому в присутності глюкози, фруктози та сахарози, здатність штамів продукувати антимікробні метаболіти не мала помітних відмінностей. Пригнічення росту *S. aureus*, *B. cereus* та *E. coli*, відповідно, становило 8,8–14,1, 10,0–13,3 та 4,5–9,4 мм. Натомість за використання лактози зони інгібування становили 18,9–20,5; 16,8–19,1 та 12,3–13,1 мм, відповідно.

Цитотоксичність екстрактів, виділених штамів 56 та 60, оцінювали за допомогою МТТ-тесту проти ракових клітин простати людини (PC-3). Екстракт штаму 56 проявляв меншу цитотоксичність, ніж штам 60, оскільки у концентрації 25–6,25 мкг/мл життєздатність клітин PC-3 становила 55–98% від контрольних значень.

Натомість екстракт із штаму 60 навіть при відносно низькій концентрації 25 мкг/мл пригнічував клітини на 64%. Зниження його концентрації до 12,5 та 6,25 мкг/мл, показало виживання 62 та 93% клітин, відповідно. Показник IC₅₀ для екстрактів штамів 56 та 60 становив 37 та 22 мкг/мл.

Клітини PC-3 обробляли концентрацією IC₅₀ екстрактів штамів 56 та 60 (37 та 22 мкг/мл, відповідно) протягом 24 годин, забарвлювали сумішшю Анексин V та пропідій йодиду (PI) та визначали кількість апоптотичних клітин за допомогою проточної цитометрії. Обробка клітин PC-3 екстрактами штамів 56 та 60 призвела до підвищення кількості апоптотичних клітин

до 46,2 та 50,09%, відповідно, тоді як кількість апоптотичних клітин у контрольній групі становила 5,08%.

Виявлено зупинку клітинного циклу культури РС-3 через вплив вторинних метаболітів, отриманих зі штамів 56 та 60, адже відповідно 88 та 80% клітин РС-3 залишалися у фазі G0/G1, тоді як у контрольній групі цей показник становив 53%. Клітини оброблені екстрактами мали дуже низький рівень переходу у фази S та G2/M, кількість клітин у цих фазах не перевищувала 4-8%, тоді як у контролі клітин цей показник становив 21-23%.

Також скретч-тест показав, що обидва екстракти значно знижували потенціал міграції та інвазії клітин РС-3, адже через 24 години у контролі клітин ширина подрапини у моношарі клітин зменшилася на 78%, тоді як за використання екстрактів лише на 4–17%, відповідно.

Список використаних джерел

1. Bergengren O. et al. Update on prostate cancer epidemiology and risk factors-a systematic review. *Eur Urol.* 2023.V. 84(2). P. 191–206.
2. Parvathy S. et al. Green synthesis and characterization of cerium oxide nanoparticles from *Artabotrys hexapetalus* leaf extract and its antibacterial and anticancer properties. *Mater Lett.* 2022. V. 314. P. 131811.
3. Osama N. et al. Anti-cancer and antimicrobial potential of five soil streptomy cetes: a metabolomics-based study. *Royal Society open science.* 2022. V. 9. P. 211509.
4. Shahniani A. et al. Evaluation of antibacterial and anticancer properties of secondary metabolites isolated from soil *Bacillus* spp focusing on two strains of *Bacillus licheniformis* and *Bacillus siamensis*. *BMC Mol and Cell Biol.* 2024.V. 25. P. 21.
5. Saxena A.K. et al. *Bacillus* species in soil as a natural resource for plant health and nutrition. *J. Appl. Microbiol.* 2020. V. 128(6). P. 1583–94.

Закусило К.А.

група МБ-24-1-м, ОП «Біологія та біохімія»
Інститут біомедичних технологій,
Відкритий міжнародний університет
розвитку людини «Україна», м. Київ

Науковий керівник: **Зелена Л.Б.**, к.б.н.,
доцент кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій,
екології та імунології Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»

ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДПОВІДІ *Saccharomyces cerevisiae* НА РІЗНІ ТИПИ СТРЕСІВ

Організми в природному середовищі піддаються постійним змінам умов існування, таким як доступність поживних речовин, осмотичний тиск, температура або цитотоксичні речовини. Такі зміни мають, як правило, негативний ефект та викликають порушення процесів життєдіяльності. Тому у кожного організму є специфічні механізми, які допомагають йому пристосуватися або захиститися від несприятливих умов.

Одноклітинні організми, зокрема дріжджі *Saccharomyces cerevisiae*, володіють різноманітними механізмами, що дозволяють їм швидко розпізнавати та реагувати на шкідливий фактор [1]. Одним із таких механізмів є стохастичний процес перебудови генів (стохастичне перемикання), який призводить до того, що певні клітини в популяції стають стійкими до дії шкідливого фактора навколишнього середовища. Іншим типом адаптації є адаптивна стійкість, що виникає як наслідок активації програми реагування на стресові ситуації навколишнього середовища.

Фундаментальні дослідження стресової реакції проводяться на різноманітних організмах, серед яких хлібопекарські дріжджі *S.cerevisiae* є одним з головних модельних об'єктів. Це непатогенні одноклітинні еукаріотичні організми, присутні в ґрунті та воді, а також на поверхні рослин (листя, плоди та квіти). Крім того, дріжджі активно використовують у біотехнологічних процесах ферментації в промислових масштабах,

таких як виноробство, пивоваріння, дистиляція та хлібопекарство, виробництво біомаси (хліборобські дріжджі, кормові дріжджі, дріжджові екстракти) та ін.

Метою даної роботи було проаналізувати та вивчити механізми реакції хлібопекарських дріжджів на різні типи стресів на основі даних літературних джерел. Для дослідження використовували програму VosViewer [2], пошук здійснювали з використанням літературних джерел з PubMed та Google Scholar. Ключові слова для пошуку: yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, stress response, stress mechanism.

Аналіз наявної у базах даних літератури дозволив виділити основні механізми стресової реакції дріжджів на стресові фактори. Кількість відомих факторів, що викликають реакцію на стрес, на сьогодні суттєво велика. Загалом, вони класифікуються як фізичні або хімічні та як ендогенні чи екзогенні [1]. До екзогенних факторів відносять неоптимальні умови навколишнього середовища природного або антропогенного походження. Антропогенні стресові фактори включають хімічно синтезовані продукти, що використовуються у великих масштабах у сучасному сільському господарстві, промисловості та домогосподарствах. Стрессова реакція також може бути викликана голодування, яке виникає, коли надходження поживних речовин у навколишнє середовище виснажене. У дріжджах функціонує різноманітний механізм реакції на стрес, серед якого розрізняють реакцію на стрес навколишнього середовища, викликану багатьма різними стресовими факторами, також відома як загальна реакція навколишнього середовища та численні механізми, специфічні для певних стресових факторів [3]. Реакція на конкретний фактор навколишнього середовища є унікальною, оскільки вона складається з елементів як специфічної, так стресової реакції на навколишні умови. Реакція дріжджів на стресові умови поділяється на ранню та пізню, під час яких активуються різні механізми стресової реакції, які залежать від експресії специфічних генів. Крім того, ідентифіковані елементи стресової реакції, типові для клітин мікроорганізмів, - гуанозинтетрафосфат та гуанозинпентафосфат, які є медіаторами у мітохондріях дріжджів. Отже, головну роль у будь-яких стресових реакціях відіграє генетична програма активності специфічних генів, серед іншого експресія одних генів є загальною для будь-якого типу стресового фактору, тоді як експресія інших є

специфічною і залежить від природи та механізму дії стресового чинника. Загальна стресова реакція у хлібопекарських дріжджах — це метаболічна програма, пов'язана з активністю двох гомологічних транскрипційних факторів, Msn2p та Msn4p, які є спільними для багатьох різних типів стресу навколишнього середовища [4]. Активація цих транскрипційних факторів призводить до включення багатьох інших стресових генів, залучених у механізмах відповіді дріжджової клітини на стрес.

Отже, проведені дослідження показали, що дріжджові клітини характеризуються загальною та специфічною відповіддю на стресові чинники. Перша є неспецифічною і не залежить від природи стресового фактору, тоді як друга визначається мішенню стресового фактору: обидві реакції супроводжуються активацією та зміною експресії стресових генів.

Список використаних джерел

1. Świącilo A. Cross-stress resistance in *Saccharomyces cerevisiae* yeast—new insight into an old phenomenon. *Cell Stress and Chaperones*. 2016. Vol. 21. P. 187–200.
2. van Eck N., Waltman L. Software Survey: VOSviewer, a Computer Program for Bibliometric Mapping. *Scientometrics*. 2010. Vol. 84. P. 523–538.
3. Lin N.X., Xu Y., Yu X.W. Overview of yeast environmental stress response pathways and the development of tolerant yeasts. *Systems Microbiology and Biomanufacturing*. 2022. Vol. 2, no. 2. P. 232–245.
4. Feng T., Yu H., Ye L. Mechanisms and strategies for engineering oxidative stress resistance in *Saccharomyces cerevisiae*. *Chem & bioengineering*. 2025. Vol. 2, no. 7. P. 409–422.

Іванченко А.В.

група ЗМБ-24-1м, ОП «Біологія та біохімія»
Інститут біомедичних технологій,
Відкритий міжнародний університет
розвитку людини «Україна», Київ

Науковий керівник: **Зелена Л.Б.**, к.б.н.,
доцент кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій,
екології та імунології Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОСФАТМОБІЛІЗУВАЛЬНИХ І АНТАГОНІСТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ *Bacillus velezensis*

Сільське господарство сьогодні потребує комплексного підходу у вирощуванні сільськогосподарських культур. Особливу увагу приділяють використанню біопрепаратів, які характеризуються комбінованою біологічною активністю. Тому пошук і комплексне дослідження ґрунтових мікроорганізмів, що покращують мінеральне живлення рослин (зокрема, фосфорне) і одночасно характеризуються вираженими антагоністичними властивостями щодо ґрунтових фітопатогенів, є досить актуальним завданням сьогодення.

Ризосферні бактерії *Bacillus* spp. входять до складу ґрунтового мікробіому, де їх відсоток складає від 8–12%, відомі здатністю до синтезу багатьох метаболітів, що можуть бути використані у рослинництві [1]. Тому вони є одними з потенційних об'єктів для комерційного використання в сільському господарстві.

Бактеріям роду *Bacillus* spp. властива здатність продукувати багато антимікробних речовин, літичних ферментів та летких органічних сполук, що є альтернативою використанню агрохімікатів для боротьби з фітопатогенами [2]. Крім того, було виявлено, що бацили діють на сільськогосподарські культури, синтезуючи екзополісахариди та сидерофори, які пригнічують рух токсичних іонів та сприяють руху води в тканинах рослин, тим самим посилюючи їх ріст [3].

У результаті багатьох досліджень було показано, що штами бацил, які відносяться до групи *Bacillus subtilis*, можуть про-

дукувати різні антимікробні сполуки, що відрізняються своєю хімічною природою, включаючи рибосомні пептиди, поліпептиди, нерибосомні малі пептидні молекули та ліпопептиди [4]. Крім того, в середньому 4–5 % геному *B.subtilis* містить інформацію про синтез більш ніж двадцяти структурно різних антимікробних сполук [1]. Зокрема, серед цих сполук є і ліпопептидні антибіотики з високою антимікробною активністю.

Метою даного дослідження було вивчення антагоністичних та фосфатмобілізувальних властивостей ґрунтової бактерії *B.velezensis*. Для вирішення поставленої мети визначали фітазну активність штаму згідно з методикою, описаною в роботі [5], антагоністичну активність щодо фітопатогенних мікроорганізмів відповідно до протоколу [6]. Також проводили детекцію наявності генів синтезу фенгіцину та фітази у геномі штаму за допомогою методу ПЛР з візуалізацією результатів в агарозному гелі. Умови проведення ампліфікації наведені у роботі [6].

У результаті проведених досліджень було показано, що штам *B. velezensis* проявляє фітазну активність: (≥ 2.0) відносну ферментативну активність (D_0/D_K) на твердому середовищі, а у рідкому середовищі — незначну активність. По відношенню до тест-культур фітопатогенних бактерій штам продемонстрував високі рівні антагонізму по відношенню до основних груп. Така активність може бути свідченням здатності штаму синтезувати антибіотичні сполуки, тобто наявності генів синтезу цих сполук у геномі.

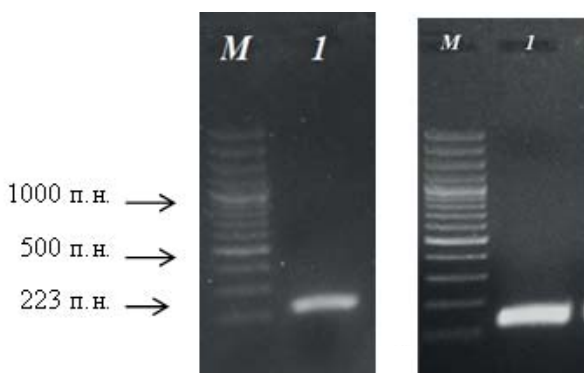


Рис. 1. Електрофореграма продуктів ампліфікації фрагментів генів *phyC* (А) та *fenA* (Б):

М — маркер молекулярної ваги; 1 — *B. velezensis*

На наступному етапі дослідження був проведений молекулярно-генетичний аналіз наявності генів, продукти яких беруть участь у синтезі фенгіцину, та гена синтезу фітази. З цієї метою здійснювали ампліфікацію фрагментів генів *fenA* і *fenD* (синтез фенгіцину), *phyC* (кодує фітазу). Результати ПЛР-аналізу показали наявність цих генів у штаму (рис. 1).

Отже, проведені дослідження показали, що досліджуваний штам *B.velezensis* характеризується фітазною та антагоністичною активністю, а також наявністю генетичних детермінант, що кодують гени синтезу фенгіцину та фітази. Таким чином, штам *B.velezensis* може використаний як потенційний кандидат для створення біопрепарату для рослинництва.

Список використаних джерел

1. Stein T. *Bacillus subtilis* antibiotics: structures, syntheses and specific functions. *Molecular microbiology*. 2005. Vol. 56, N4. P. 845–857.
2. Pedraza A., Lopez C.E., Uribe-Velez D. Mecanismos de acción de *Bacillus* spp. (Bacillaceae) contra microorganismos fitopatógenos durante su interacción en plantas. *Acta Biol. Colomb.* 2020. Vol. 25. P. 112–125.
3. Radhakrishnan R., Hashem A., Abd_Allah E.F. *Bacillus*: A biological tool for crop improvement through bio-molecular changes in adverse environments. *Front. Physiol.* 2017. Vol. 8. P. 667.
4. Tkachuk N.V., Zelena L.B., Mazur P.D. A modern view at some dihydroxybenzoate-capped siderophores: ecological, technical and medical aspects. *Екологічні науки*, 2021. Т. 37, №. 4. С. 134–140. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.4-37.19>
5. Korzh Y.V., Zelena L.B., Dragovoz I.V. et al. Taxonomic analysis of *Bacillus* sp. 20F strain, a phosphate mobilizer with antagonistic properties. *Cytology and Genetics*. 2021. Vol. 55. P. 524–530. <https://doi.org/10.3103/S0095452721060050>
6. Grabova A.Y., Dragovoz I.V. et al. Antifungal activity and gene expression of lipopeptide antibiotics in strains of the genus *Bacillus*. *Biopolymers and Cell*. 2016. Vol. 32, N1. P. 41–48.

Кузьменко В.М.

*група МБ-24-1м-ibmt, ОП «Біологія та біохімія»
Інститут біомедичних технологій Університету «Україна»*

*Науковий керівник: Беспалова О.Я., к.б.н., доцент,
доцент кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій,
екології та імунології Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»*

РОЛЬ ФАКТОРІВ ГУМОРАЛЬНОГО ІМІНІТЕТУ В РОЗВИТКУ ЗАПАЛЬНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ГЛОТКИ

Гострий тонзилофарингіт являє собою запальний процес, при якому розвиваються імунopatологічні реакції в системі місцевого імунітету так і в усьому організмі. Запальні захворювання глотки широко поширені серед населення і становлять близько 30% всієї патології верхніх дихальних шляхів. Вони реєструються в усіх вікових групах і обумовлюють хворобливі зміни в глотці, можуть бути проявами як самостійного патологічного процесу, так і симптомом якого-небудь захворювання [1, 2].

Глотка, як початковий відділ респіраторного тракту, виконує життєво важливі функції: забезпечує транспорт повітря, його зволоження, зігрівання та очищення завдяки широкій площі контакту повітряного потоку зі слизовою оболонкою. Порушення цих процесів одразу відображається на загальному стані здоров'я та якості життя пацієнта [3].

Важливе місце в імунологічному захисті належить лімфоїдному кільцю глотки (кільцю Пирогова—Вальдейєра), яке є першою імунною лінією оборони проти інфекційних агентів, що потрапляють у дихальні шляхи. Лімфоїдні структури глотки беруть участь у формуванні як місцевих, так і системних механізмів імунної відповіді. Запальні процеси в цій ділянці супроводжуються типовими клінічними проявами: болем у горлі, дискомфортом, сухістю, відчуттям стороннього тіла, що суттєво обмежує повсякденну активність [4].

Сучасна клінічна практика вказує на зростання кількості випадків затяжного та рецидивуючого перебігу тонзиліту, що зумовлює необхідність ширшого залучення імунологів та алергологів до його діагностики й терапії. Недостатня ефективність

стандартних підходів, насамперед монотерапії системними антибіотиками, свідчить про потребу глибшого розуміння ролі імунної системи в розвитку і підтриманні хронічного запалення.

Етіологічний спектр тонзиліту є різноманітним: окрім бактерій, важливу роль відіграють віруси, гриби, а також мікробні біоплівки, що значно ускладнюють лікування. Безконтрольне застосування антибактеріальних засобів нерідко є не лише недоцільним, але й шкідливим, оскільки сприяє формуванню антибіотикорезистентності мікроорганізмів, розвитку дисбіозу, алергічних реакцій та медикаментозно-індукованих імунодефіцитних станів [5].

У зв'язку з цим зростає клінічна значущість раціонального місцевого лікування фарингіальної патології, а також цілеспрямованої корекції виявлених порушень імунітету — як гуморального, так і клітинного. Актуальним напрямом досліджень є визначення імунологічних маркерів, що дозволяють уточнити характер запалення та індивідуалізувати терапевтичні стратегії.

Метою роботи було дослідити рівень імуноглобуліну А у ротовій рідині хворих гострим тонзилітом

Однією з ключових ланок локального захисту є склад білкових компонентів ротової рідини. Слина містить ті ж білкові фракції, що й плазма крові (зокрема альбумін і різні класи імуноглобулінів), проте їх співвідношення суттєво відрізняється. Центральне місце у формуванні мукозального захисту займає секреторний IgA (sIgA), основна частка якого синтезується плазматичними клітинами привушних залоз за участю епітеліальних клітин, що продукують секреторний компонент.

Завдяки своїм антиадгезивним властивостям sIgA перешкоджає фіксації патогенних мікроорганізмів і токсинів на слизовому епітелії, а також нейтралізує потенційно шкідливі ксенобіотики. Саме тому він є провідним імуноглобуліном у слині та індикатором ефективності місцевих захисних механізмів.

Проведено визначення рівня імуноглобулінів в ротовій рідині у хворих гострим тонзилофарингітом. Розвиток гострого тонзилофарингіту супроводжується дисфункцією гуморальної ланки в системі місцевого імунітету, що проявляється дисбалансом імуноглобулінів. У пацієнтів зі шкідливими звичками, зокрема тютюнопалінням, виявлено достовірне зниження рів-

нів IgA в 1,3 рази так і секреторного IgA в 1,8 рази в ротовій рідині, що свідчить про пригнічення місцевого імунного захисту слизової оболонки глотки.

Під час загострення запальних процесів у ротоглотці, особливо при гострому тонзиліті, спостерігається зниження концентрації sIgA, що свідчить про виснаження або дискоординацію місцевого імунітету. Такий дефіцит створює сприятливі умови для рецидивів інфекції, збільшує тривалість запалення й інтенсивність клінічних проявів. Тому визначення рівня sIgA у ротовій рідині є цінним діагностичним критерієм при оцінці мукозального імунного захисту.

У хворих гострим тонзилофарингітом обох груп спостерігалася дисфункція цитокінів, що проявлялася достовірним збільшенням рівня прозапальних цитокінів в порівнянні з контрольною групою. При порівнянні досліджуваних груп найвищий показник рівня 1β виявлено у пацієнтів II-ї групи які мають шкідливі звички, що характеризує розвиток активності запального процесу.

Таким чином, гострий тонзиліт супроводжується значними змінами у гуморальній ланці місцевого імунітету: зниженням рівня секреторного IgA та компенсаторним підвищенням трансудованого IgA. Ці зміни узгоджуються з активним деструктивно-запальним процесом у слизовій оболонці глотки й можуть використовуватися для оцінки тяжкості патології та прогнозування перебігу захворювання.

У пацієнтів з гострим тонзилітом мало місце дисфункція гуморальної ланки імунної системи, що відображалася дисбалансом рівня імуноглобулінів, характеризуючи розвиток активності запального процесу. Гострий тонзиліт супроводжується змінами стану імунних механізмів захисту ротової порожнини, що проявляється місцевим дисбалансом імуноглобулінів.

Список використаних джерел

1. Van Gool A., Donia A., Guillems M., Lichtfuss-Görnandt A., et al. Novel findings on the development and immunological functions of human palatine tonsils. *Nature Immunology*. 2024. Vol. 25. DOI:10.1038/s41590-023-01502-4
2. Kostić M., et al. Analysis of tonsil tissues from patients diagnosed with recurrent tonsillitis. *Frontiers in Surgery*. 2022. Vol. 9. DOI:10.3389/fsurg.2022.9774359.

3. Tynitovska O. Modern views on the tonsillar problem: the function of Waldeyer's ring and its role in local and humoral immunity. *Věda a Perspektivy*. 2022. № 9(16), pp. 432-438
4. Morandini R., et al. Treatment of recurrent acute tonsillitis — a systematic review and evidence-based recommendations. *Frontiers in Surgery*. 2023. Vol. 10. DOI:10.3389/fsurg.2023.1221932.
5. Baumjohann D., Moll M. Harnessing the potential of immune organoids: human tonsil/adenoid tissue-based ex vivo models for B and T cell responses. *EMBO Reports*. 2025. DOI:10.1038/s44321-025-00193-8.

Мазін В.І.

група МБ-24-1м-ibmt, ОП «Біологія та біохімія»
Інститут біомедичних технологій Університету «Україна», Київ

Науковий керівник: **Беспалова О.Я.**, к.б.н., доцент,
доцент кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій,
екології та імунології Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»

ЗМІНИ РІВНЯ ЦИТОКІНІВ ПРИ АТЕРОСКЛОРОТИЧНИХ УРАЖЕННЯХ КОРОНАРНИХ СУДИН

У формуванні та прогресуванні більшості серцево-судинних захворювань, зокрема ішемічної хвороби серця (ІХС), провідне місце посідає атеросклероз — хронічний, багатофакторний патологічний процес, що розвивається на тлі порушень ліпідного обміну, дисфункції ендотелію та персистуючого запалення судинної стінки]. Накопичення атерогенних ліпідів у інтимі артерій ініціює формування атеросклеротичних (атероматозних) бляшок, які з часом зазнають структурних змін, включно з фіброзом і кальцифікацією. Це призводить до поступового звуження судинного просвіту, порушення коронарного кровотоку та розвитку хронічної ішемії міокарда. Нестабільність бляшок, їх ерозія або розрив супроводжуються активацією коагуляційного каскаду та утворенням тромбів, що лежить в основі гострих коронарних синдромів, інфаркту міокарда і рап-

тової серцевої смерті [1]. Показано, що у хворих на ішемічну хворобу серця клітини лейкоцитарного ряду периферичної крові характеризуються підвищеною продукцією білково-ліпідних комплексів під час *in vitro* культивування, зокрема в умовах дефіцитного поживного середовища і при наявності тісної міжклітинної взаємодії. Така реактивність розглядається як відображення дисбалансу клітинного метаболізму, активації механізмів стерильного запалення та участі імунної системи в прогресуванні судинного ремоделювання при атеросклерозі [2].

Для об'єктивізації цих змін використовують показник ліпідвивільнювальної здатності лейкоцитів, який є непрямим маркером синтезу білків, що зв'язують холестерин та беруть участь у інтралейкоцитарному та позаклітинному транспорті ліпідів. До них належать С-реактивний білок і низка інших білково-пептидних сполук, асоційованих із системним запаленням і формуванням атерогенного фенотипу імунних клітин [3]. Встановлено, що ключовим регулятором посилення ЛВСЛ виступають цитокінові сигнальні ланцюги, передусім фактор некрозу пухлин α (ФНП- α), який не тільки активує синтез і вивільнення прозапальних медіаторів, але й індукує продукцію СРБ, що широко використовується як прогностичний індикатор серцево-судинного ризику та тяжкості перебігу атеросклерозу.

Фундаментальним компонентом патогенезу атеросклеротичного ураження артерій є взаємопотенціюючий зв'язок між імунним запаленням, окисним стресом та ендотеліальною дисфункцією. Активація імунокомпетентних клітин — нейтрофілів, моноцитів/макрофагів, Т-лімфоцитів — супроводжується надмірною секрецією прозапальних цитокінів, таких як інтерлейкін-1 β (ІЛ-1 β), інтерлейкін-6 (ІЛ-6), інтерлейкін-8 (ІЛ-8), ФНП- α та інтерферони, які стимулюють генерацію реактивних форм кисню (РФК) [4, 5]. Підвищене утворення РФК інтенсифікує процес окислення ліпопротеїнів низької щільності і сприяє їхній фагоцитарній інтерналізації макрофагами з подальшим утворенням пінистих клітин — провідного морфогенетичного субстрату атеросклеротичної бляшки та прогресивного стенозування судинного русла.

Метою роботи було визначення рівня прозапальних інтерлейкінів у пацієнтів з атеросклеротичними ураженнями коронарних судин.

За результатами проведених досліджень, рівні прозапальних цитокінів у сироватці крові пацієнтів із атеросклеротичним ураженням коронарних судин зростають пропорційно числу пошкоджених коронарних артерій. Зокрема, встановлено підвищення концентрацій ІЛ-6, ІЛ-8 та ФНП- α . Найбільші рівні цих прозапальних маркерів спостерігалися у хворих із ураженням трьох і більше коронарних судин, що достовірно перевищувало показники пацієнтів із інтактними коронарними артеріями.

В відповідності з сучасною концепцією, головна роль в патогенезі пошкодження атеросклерозом коронарних судин при ішемічній хворобі серця відводиться імунзапальній реакції, яка опосередкована цитокінами. Концентрація прозапального цитокіну інтерлейкіну — 6, який є ініціатором запуску цитокінового каскаду перевищує показники контрольної групи у хворих ІХС з пошкодженими атеросклерозом коронарних судин.

Активність маркеру системного запалення ІЛ-6 зростає в залежності від кількості пошкоджених атеросклерозом коронарних судин. У хворих четвертої групи рівень ІЛ-6 в сироватці крові в 2,2 рази перевищує показник першої групи. Спостерігається пряма кореляція між кількістю уражених атеросклерозом судин і підвищенням концентрації ІЛ-6.

Виникнення місцевого запалення в коронарних судинах у відповідь на різні метаболічні, механічні, хімічні або вірусні пошкодження може бути причиною атеросклерозу. Порушення цілісності ендотелію призводить до секреції факторів росту, міграції моноцитів і утворення атеросклеротичних бляшок. Відомо, що ІЛ-8 — хемокін продукується моноцитами, ендотеліальними клітинами.

При порівнянні груп пацієнтів встановлено, що з прогресуванням атеросклеротичного ураження коронарних судин рівень прозапального цитокіну ІЛ-8, який продукується активованими моноцитами, достовірно зростає.

Рівень прозапального хемотаксичного ІЛ-8 зростає в залежності від ступеню пошкодження коронарного русла і розвитку місцевого запального процесу. Рівень ІЛ-8 в сироватці крові хворих четвертої групи найвищий в два рази перевищував показник хворих першої групи.

Підвищення активності прозапальних цитокінів ІЛ-6, ІЛ-8 та ФНП- α у сироватці крові пацієнтів із ІХС прямо відображає

ступінь ендотеліальної дисфункції. Активовані ендотеліоцити втрачають протизапальні та антиадгезивні властивості, продукують молекули адгезії та стимулюють секрецію цих цитокінів, що посилює локальне запалення в коронарних судинах. Як показали наші дослідження, рівні ІЛ-6, ІЛ-8 і ФНП- α підвищуються пропорційно кількості уражених атеросклерозом коронарних артерій, досягаючи максимальних значень у пацієнтів із багатосудинним ураженням. Це свідчить про те, що запальний процес і дисфункція ендотелію взаємопов'язані та взаємно підсилюють один одного, створюючи сприятливі умови для прогресування атеросклерозу та підвищення ризику серцево-судинних ускладнень.

Таким чином підвищення рівнів прозапальних цитокінів ІЛ-6, ІЛ-8 та ФНП- α відображає ступінь ендотеліальної дисфункції та активність місцевого запального процесу, що є ключовим механізмом прогресування атеросклеротичного ураження коронарних судин і підвищення ризику серцево-судинних подій.

Таким чином, проведені дослідження підтверджують поліетіологічну природу запалення при атеросклерозі. По мірі збільшення кількості пошкоджених атеросклерозом коронарних судин відмічається достовірний ріст рівня прозапальних цитокінів та зниження протизапальних цитокінів (ІЛ-4, ІЛ-10) в сироватці крові хворих з атеросклеротичними враженнями коронарних судин, що призводить до дисбалансу в системі цитокінового статусу і є несприятливим прогностичним чинником в протіканні захворювання. Зниження рівня протизапальних цитокінів приводить до неконтрольованої активації ендотеліоцитів, макрофагів, продукції клітинами через мірної кількості прозапальних цитокінів, що сприяє розвитку і прогресуванню атеросклерозу.

Список використаних джерел

1. Feng Y., Li C., Liu B., et al. Endothelial dysfunction in atherosclerosis: from classical pathways to emerging mechanisms. *Vessel Plus*. 2025. V. 9. Article 8. <https://doi.org/10.20517/2574-1209.2025.39>
2. Libby P., Hansson G. K. (2024). Inflammation in atherosclerosis: pathophysiology and mechanisms. *Cell Death & Disease*. 2024. V. 15. Article 7166. <https://doi.org/10.1038/s41419-024-07166-8>

3. Dysfunctional vascular endothelium as a driver of atherosclerosis.” *PMC Biology*. 2021. (review). <https://doi.org/10.1186/s12915-020-00948-1>
4. Xu, et al. Mechanisms of oxidized LDL-mediated endothelial dysfunction and atherosclerosis. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. 2022. V. 9. P. 925923. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.925923>
5. Devesa, A., Ibáñez, B., Malick, W. A., et al. Primary prevention of subclinical atherosclerosis in young adults. *Journal of the American College of Cardiology*. 2023. V. 82(18). P. 2152–2162. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2023.09.817>

Мякота І.А.

група ЗМБ-24-1М, ОП « Біологія та біохімія »
Інститут біомедичних технологій Університету «Україна»

Науковий керівник: **Тугай А.В.**, к.б.н., доцент,
доцент кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій,
екології та імунології Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»

КОНТРОЛЬ МІКРОБІОЛОГІЧНОЇ ЧИСТОТИ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ АЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ

Актуальність проблеми полягає в тому, що мікробіологічна контамінація є однією з основних причин погіршення якості та безпечності алкогольних напоїв. Контроль мікробіологічної чистоти на всіх етапах виробництва дозволяє забезпечити стабільність фізико-хімічних та органолептичних показників продукції, а також відповідність нормативним вимогам.

У процесі виробництва віскі кількість мікроорганізмів істотно змінюється залежно від технологічного етапу. На стадії сировини, зокрема зернової браги та солоду, рівень мікробіологічної контамінації становить 5–7 log CFU/ml. Такий показник зумовлений наявністю природної мікрофлори, представленої дріжджами та бактеріями, що потрапляють із зернової сировини та навколишнього середовища.

Після завершення процесу бродіння у суслі спостерігається підвищення кількості мікроорганізмів до 6–8 log CFU/ml. Це пов'язано з активною ферментативною діяльністю дріжджів, а також значною присутністю молочнокислих бактерій, які беруть участь у формуванні органолептичних властивостей напівфабрикату.

На етапі отримання *low wines* після першої дистиляції відбувається різке зниження мікробіологічного навантаження до 0–1 log CFU/ml. Підвищена концентрація етилового спирту та вплив високих температур під час дистиляції створюють несприятливі умови для виживання більшості мікроорганізмів.

У готовому продукті — бутильованому віскі — кількість життєздатних бактерій і дріжджів становить менше 1 log CFU/ml, що свідчить про практичну відсутність мікробіологічної контамінації. Отримані показники відповідають вимогам якості та безпечності, встановленим для міцних алкогольних напоїв.

Вплив мікробіологічної контамінації на якість продукції. Контамінація призводить до змін фізико-хімічних показників: зниження рН, підвищення титрованої та летких кислот, помутніння, коливання вмісту спирту та залишкових цукрів; Органолептичні властивості порушуються через появу сторонніх присмаків, запахів та помутніння.

Розробка системи моніторингу та контролю. Визначено критичні контрольні точки (приймання та зберігання сировини, підготовка, бродіння, малолактичне бродіння, фільтрація, пастеризація, розлив); Запропоновано комплекс методів контролю: традиційні культуральні, фізико-хімічні, органолептичні та сучасні швидкі тест-системи; Впровадження системи моніторингу дозволяє своєчасно виявляти та усувати джерела контамінації, мінімізуючи ризики псування продукції.

У системі управління безпечністю виробництва віскі визначено низку критичних контрольних точок (ССР), на яких здійснюється мікробіологічний та технологічний контроль. На етапі приймання та зберігання сировини, зокрема зерна, солоду та води, застосовують фізико-хімічні методи контролю (визначення вологості та рН), органолептичну оцінку, а також традиційні культуральні методи. Кількість мікроорганізмів на цьому етапі становить 4–6 КУО, що відповідає рівню природної мікрофлори сировини. Основною метою контролю є підтвердження відсутності патогенних мікроорганізмів.

Під час підготовки сировини, яка включає дроблення, замочування та варіння, здійснюється контроль температури, рН та органолептичних показників у поєднанні з культуральними методами. Мікробіологічне навантаження на цьому етапі зазвичай знижується до 4–5 КУО внаслідок термічної обробки, що частково інактивує мікроорганізми.

Основне спиртове бродіння є однією з ключових ССР виробництва. Контроль здійснюють за допомогою культуральних методів, швидких тест-систем (АТР-біоломінесценція, ПЛР), а також фізико-хімічних показників, таких як вміст цукрів, температура та концентрація спирту. Кількість дріжджів на цьому етапі досягає 6–8 КУО, тоді як молочнокислі бактерії перебувають у межах 5–7 КУО. Основним завданням контролю є забезпечення активного розвитку дріжджів і запобігання надмірному росту небажаної мікрофлори.

На стадії малолактичного бродіння застосовують культуральні методи, швидкі тест-системи та фізико-хімічний контроль кислотності й рН. Кількість молочнокислих бактерій зазвичай становить 4–6 КУО. Контроль цього етапу спрямований на регулювання кислотності напівфабрикату та стабілізацію його органолептичних властивостей.

Під час фільтрації основну увагу приділяють фізико-хімічним показникам, зокрема прозорості, та органолептичній оцінці. У результаті видалення осаду та клітин мікроорганізмів їх кількість зменшується до рівня менше 1 КУО.

Етап пастеризації контролюють шляхом моніторингу температурних режимів і застосування культуральних методів. Термічна обробка забезпечує знищення більшості життєздатних мікроорганізмів, унаслідок чого їх кількість також не перевищує 1 КУО.

На завершальному етапі — розливі та бутильованні — використовують органолептичні методи та швидкі тест-системи для підтвердження мікробіологічної стабільності продукту. Кількість мікроорганізмів у готовому віскі залишається нижчою за 1 КУО, що гарантує його безпечність і відповідність вимогам до міцних алкогольних напоїв.

Олійник Н.М.

*група ЗМБ-24-1М, ОП «Біологія та біохімія»
Інститут біомедичних технологій Університету «Україна»*

*Науковий керівник: Тугай А.В., к.б.н., доцент,
доцент кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій,
екології та імунології Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»*

ВПЛИВ АНТРОПОГЕННИХ ФАКТОРІВ НА ОСОБЛИВОСТІ МІКРОБНОГО СКЛАДУ ҐРУНТІВ РІЗНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Ґрунтові мікроорганізми відіграють фундаментальну роль в біогеохімічних циклах, зокрема, в кругообігу азоту та вуглецю, а також через їхню роль у формуванні ґрунту та здоров'ї ґрунтових рослин і тварин. Актуальним є дослідження різного типу антропогенного впливу на ґрунтові мікроорганізми, зокрема, зміни господарчого призначення ґрунтів, впливу радіонуклідного забруднення, впливу вибухів під час бойових дій, що сприятиме розумінню можливих екологічних наслідків та розробці стратегії відновлення мікробної складової екосистем.

Було проаналізовано кількісний склад мікробіоти трьох зразків ґрунту з радіоекологічною забрудненою території (Чорнобильська зона відчуження). Зразки ґрунту було відібрано з стаціонарів чорнобильської зони відчуження, які є об'єктами тридцятирічного моніторингу досліджень впливу хронічного опромінення на мікро- та мікобіоту ґрунту, що відрізнялись за рівнем радіонуклідного забруднення території.

Встановлено, найменша кількість КУО (колоніє утворюючих одиниць) всіх досліджених еколого-трофічних бактерій виявлена у зразках ґрунту з Прип'яті.

У зразках ґрунту з Чистоголівки кількість амоніфікуючих, оліготрофних та нітрифікуючих бактерій займали проміжний рівень між КУО зразків ґрунту з відносно чистих територій лісу і територій середньої забрудненості у Прип'ять 1. Проте у Чистоголівці спостерігали найвищий рівень КУО педотрофних бактерій серед досліджених зразків радіаційного забруднення ґрунту.

В зразках ґрунту з лісу (найбільш чиста відносно радіонуклідів територія) виявлено найвищу серед досліджених кількість КУО амоніфікаторів, оліготрофних та нітрифікуючих бактерій. Виключення складають педотрофи — їх кількість нижча ніж в зразках, виділених з територій з більшим рівнем радіонуклідного забруднення.

Такий характер змін можна пояснити тим, що певні групи мікроорганізмів мають різну чутливість до дії хронічного опромінення. Крім того, згідно даних літератури, хронічне опромінення в низьких дозах призводить до підвищення біологічної активності окремих представників мікро- і мікобіоти [1].

Відбір зразків було здійснено у 2024 році. При проведенні дослідження були задіяні два зразки відібрані, як з центру утвореної під час вибуху вирви так з краю цієї ж вирви.

При оцінці еколого-трофічних груп у досліджуваних зразків було виявлено наступне, що у зразку ґрунту з центру вирви переважали амоніфікуючі, оліготрофні та педотрофні мікроорганізми у порівнянні зі зразком ґрунту з краю вирви у той час як у зразку ґрунту відібраного з краю вирви виявлена більша кількість нітрифікуючих мікроорганізмів.

У 2025 році було здійснено повторне дослідження стану функціональної мікобіоти ґрунту з вирви. Та проведено аналіз змін мікобіоти, зразки з якої були відібрано у 2024 році з метою моніторингового контролю цього об'єкту. А також в якості контрольного зразка було відібрано зразок поза межами досліджуваної вирви.

При оцінці еколого-трофічних груп у зразках відібраних у 2025 році спостерігався наступний розподіл: у зразку ґрунту з краю вирви переважали амоніфікуючі та оліготрофні мікроорганізми у порівнянні зі зразком відібраним з центру вирви, а у зразку ґрунту з центру вирви переважали нітрифікуючі та педотрофні мікроорганізми у порівнянні з краєм вирви.

У контрольного зразку, що був відібраний поза межами вирви, у порівнянні з центром вирви та краєм вирви було виявлено середню чисельність амоніфікуючих, нітрифікуючих та педотрофних мікроорганізмів та меншу чисельність оліготрофних мікроорганізмів.

Було досліджено два зразки ґрунту з експериментально створеної науково-дослідної так званої «Теплої грядки Розума» (ТРГ), що є моделлю технологій вирощування екологічно

чистої рослинної продукції з одночасним природним відновленням ґрунтів [2].

Дослідження функціонального складу мікробіоти проводили у двох шарах ґрунту, відібраних на глибині 2 та 10 см.

Встановлено, що у зразках ґрунту на глибині 2 см переважають амоніфікатори, нітрифікатори та педотрофи. А у зразках ґрунту на глибині 10 см, порівняно з 2 см переважають оліготрофи. Тобто кількість КУО цих функціональних груп бактерій суттєво залежить в глибини.

Список використаних джерел

1. Тугай Т. І. та ін. Вивчення швидкості радіального росту та антагоністичної активності штамів *Trichoderma* spp., що виділені з різних стаціонарів зони відчуження ЧАЕС по відношенню до фітопатогенних гіфальних грибів. *Ядерна фізика та енергетика*. 2025. Т. 26ю С. 358–367. <https://doi.org/10.15407/jnpae2025.04.358>
2. Тугай Т. І. та ін. Оцінка чисельності еколого-трофічних груп ґрунтів паркової зони, рекреаційної території природного парку “Беримицьке” та теплих грядок Розума. *XXI Всеукраїнська науково-практична конференція студентів і молодих вчених МОЛОДЬ: ОСВІТА, НАУКА, ДУХОВНІСТЬ 16–18 квітня 2024 р.: збірник тез наук. праць*. Київ, 2024. С. 798–800.

Подольак І.Я.

група МБ-24-1-м, ОП «Біологія та біохімія»
Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»

Науковий керівник: **Ілюк Н.А.**, к.с.-г.н., доцент,
доцент кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій,
екології та імунології Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»

ЦИТОТОКСИЧНА АКТИВНІСТЬ ТА МЕХАНІЗМИ ПРОАПОПТОТИЧНОЇ ДІЇ МЕТАБОЛІТІВ *Streptomyces* sp. CR 14 НА КЛІТИНИ КОЛОРЕКТАЛЬНОГО РАКУ ЛЮДИНИ

Рак товстої кишки або колоректальний рак (КРР) — це серйозне злоякісне захворювання з високим рівнем поширеності та смертності як у розвинених, так і в країнах, що розвиваються [1]. КРР є третьою за поширеністю діагностованою формою раку у світі, складаючи 11% усіх діагностованих випадків раку, 38,8% випадків раку (шлунково-кишкового тракту) ШКТ та 26,0% смертей, пов'язаних з раком ШКТ [2, 3].

Науковці зосереджені на відкритті нових природних протиракових метаболітів актиноміцетів, оскільки вони є вражаючими джерелами біоактивних сполук, які можна знайти в ґрунті та морському середовищі. Серед близько 33 500 відомих біоактивних метаболітів, виділених з бактерій, понад 10 400 були зареєстровані з актиноміцетів роду *Streptomyces*. На сьогоднішній день деякі протиракові препарати були розроблені з *Streptomyces* [4]. Наприклад, Адріаміцин, виділений із *Streptomyces peucetius*, пригнічує реплікацію ДНК. Іншими ефективними продуктами для хіміотерапії раку є актиноміцин D, блеоміцин, даунорубіцин та мітоміцин C отримані з *S. verticillus*, *S. peucetius*, *S. caespitosus* та інших видів.

Тому метою досліджень було оцінити протипухлинний потенціал ґрунтових стрептоміцетів.

Використано ізолят CR 14 та три лінії клітин колоректального раку людини. Ідентифікацію виділених з ґрунту стрепто-

міцетів, проводили за морфологічними, культуральними та біохімічними тестами. Цитотоксичний вплив різних концентрацій екстракту стрептоміцетів на пухлинні клітини досліджували за допомогою МТТ-тесту. Для оцінки здатності екстрактів стрептоміцетів індукувати апоптоз та блокувати клітинний цикл проводили проточну цитометрію.

У дослідженні із ризосфери ґрунту було виділено 19 штамів актинобактерій. Проведено первинний аналіз впливу ферментованих бактеріальних супернатантів виділених штамів на проліферацію та життєздатність клітин колоректального раку людини, лінії SW480 (МТТ методом). Виявлено, що лише супернатант ізоляту CR 14, залежно від використаної концентрації, пригнічував життєздатність пухлинних клітин на 43–99% у порівнянні із контрольними значеннями. Саме цей ізолят був використаний для подальшої характеристики.

Аналіз фенотипових властивостей ізоляту CR 14 показав, що він був грампозитивним та аеробним, добре ріс на агарі ISP 2, ISP 3, ISP 5, ISP 6, ISP 7, середовищі для виділення, поживному агарі та крохмально-казеїновому агарі. Морфологічне спостереження 14-денної культури, вирощеної на середовищі ISP2, виявило рясний ріст як повітряних, так і вегетативних гіф, які були добре розвиненими та не фрагментованими.

Колір повітряного міцелію варіював від білого або світло-сірого до сірого, а колір субстратного міцелію — від безбарвного до блідо-жовтуватого. На жодному з протестованих середовищ не спостерігалось дифузійних пігментів або меланіну. Штам CR 14 утворював спіральні ланцюжки спор після 14-денної інкубації. Ріст мікроорганізмів відбувався при pH 6,0–10,0 (оптимально pH 7,0), з толерантністю до NaCl 0–6% (оптимально 4%) та при температурі 20–40 °C (оптимально 32 °C).

Ізолят дав позитивну реакцію на додавання 3% перекису водню, продемонстрував високу реакцію на гідроліз желатину та дав позитивну реакцію на використання цитрату. При взаємодії з реактивом Ковача, виявлено червоне забарвлення, що вказує на синтез індол-3-оцтової кислоти (ІОК). Також мав позитивні реакції на гідроліз казеїну та целюлазний тест. Отже, морфологічні, культуральні та біохімічні характеристики узгоджуються з віднесенням ізоляту CR 14 до роду *Streptomyces*.

У всіх трьох пухлинних лініях спостерігалось зниження життєздатності клітин, залежне від концентрації екстракту

стрептоміцетів. Як показано на графіках, із збільшенням часу обробки екстрактом збільшувався рівень пригнічення їх проліферації. Так, на 24 годину екстракт у концентрації 800 мкг/мл і вище пригнічував життєздатність клітин НТ-29 на 49–86%, на 48 та 72 години цей показник значно підвищився і вже у концентрації 100 мкг/мл і вище життєздатність клітин знижувалася на 56–94 та 71–97%, відповідно.

Лінія SW480 була стійкою до дії екстракту у порівнянні із НТ-29, лише за використання концентрації 1000 мкг/мл та більше на 48 та 72 годину росту спостерігали пригнічення життєздатності на 52–99 та 56–99%, відповідно.

Для культури НСТ-116 екстракт був значно токсичним у концентрації 400 мкг/мл і більше, залежно від часу експозиції пригнічення проліферації клітин становило від 51–100%.

На основі значення IC_{50} , було визначено найчутливішу клітинну лінію до етилацетатного екстракту. IC_{50} екстракту на SW480, НСТ 116 та НТ-29 становив 861,1, 293,6 та 29,8 мкг/мл, відповідно. Як і можна було очікувати, більш агресивні клітинні лінії SW480 та НСТ 116 показали вищу швидкість росту, ніж НТ-29, яка є клітинною лінією колоректального раку низького ступеня злоякісності.

Також, досліджено апоптотичний ефект екстракту *Streptomyces* sp. CR 14 проти ракових клітин. Кожну клітинну лінію обробляли відповідним значенням IC_{50} . Виявлено, що відсоток ранніх та пізніх апоптотичних клітин за обробки екстрактом збільшився, відповідно, з 7,6 до 13,9% та 3,5 до 7,2% у клітинах НТ-29; з 4,7 до 11,2% та 3,9 до 20,7% у клітинах НСТ 116; та з 7,5 до 14,0% та 2,5 до 28,4% у SW480 у порівнянні із необробленим контролем клітин. А відповідно кількість нормальних клітин знижувалася на 16-33% порівняно із контролями клітин.

Аналіз клітинного циклу показав, що у більш агресивних клітинних лініях SW480 та НСТ 116, які є високоактивними в проліферації та реплікації, швидкість переходу з фази G0/G1 до S-фази була вищою, ніж у клітинної лінії НТ-29.

За обробки клітин екстрактом, спостерігали значне збільшення кількості клітин у фазі G0/G1 для всіх трьох ліній, що означає перешкодження переходу клітинного циклу в синтетичну фазу (S-фазу). Відсоток накопичених клітин у S-фазі значно зменшився у НТ-29 (з 35% у контрольній групі до 10%

у групі з екстрактом), НСТ 116 (з 37% до 17%) та SW480 (з 42% до 15%). Кількість клітин у фазі G2/М також збільшилася в оброблених клітинах SW480 (до 19%) порівняно з контрольною групою (5%).

Ці результати свідчать про те, що екстракт перешкоджає нормальному перебігу клітинного циклу, зупиняючи клітини у фазі G1 та G2/М, що згодом призводить до пригнічення мітичної активності та проліферації пухлинних клітин.

Таким чином, екстракт *Streptomyces* sp. CR 14 має високий протипухлинний потенціал.

Список використаних джерел

1. Pamudurthy V., Lodhia N., Konda V.J. Advances in endoscopy for colorectal polyp detection and classification. *Baylor University Medical Center Proceedings*. 2020.
2. Lu L., Mullins C.S., Schafmayer C., Zeißig S., Linnebacher M. A global assessment of recent trends in gastrointestinal cancer and lifestyle-associated risk factors. *Cancer Commun*. 2021. V.41, no. 11. P. 1137–1151.
3. El-Badrawy A., Shebel H., El Atta HMA. MDCT diagnosis of synchronous primary gastrointestinal tract carcinoma and other solid malignancies: case series study. *Egypt J Radiol Nuclear Med*. 2022. V. 53, no. 1. P. 1–6.
4. Jose P.A., Sivakala K.K., Jha B. Non-streptomyces actinomycetes and natural products: recent updates. *Stud. Nat. Prod. Chem*. 2019. V. 61. P. 395–409.

Попович Д.В.
*група МБ-24-1М, ОП « Біологія та біохімія »
Інститут біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»*

*Науковий керівник: Тугай Т.І., д.б.н., проф.,
професор кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій,
екології та імунології Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»*

АНАЛІЗ ДІНАМІКИ ЗАХВОРЮВАНOSTІ НА ТУБЕРКУЛЬОЗ В РІЗНИХ РЕГІОНАХ УКРАЇНИ ЗА ВПЛИВУ ВОЄННИХ ДІЙ

Туберкульоз залишається однією з найактуальніших соціально значущих інфекційних хвороб, яка й надалі становить серйозну загрозу для системи громадського здоров'я, особливо в країнах з нестабільною соціально-економічною ситуацією. В Україні проблема туберкульозу ускладнюється тривалими демографічними, економічними та медичними викликами, які значно загострилися в умовах повномасштабних воєнних дій.

Початок війни призвів до масового внутрішнього переміщення населення, руйнування медичних закладів, порушення логістики постачання лікарських засобів і зниження доступності медичної допомоги. У таких умовах система протитуберкульозної допомоги зазнала значного навантаження, що негативно вплинуло на своєчасність діагностики, безперервність лікування та ефективність профілактичних заходів.

Особливої актуальності набуває аналіз регіональних особливостей захворюваності на туберкульоз, оскільки офіційні статистичні показники в умовах війни не завжди відображають реальний стан епідеміологічної ситуації. У ряді регіонів зниження зареєстрованої захворюваності може бути пов'язане не з покращенням ситуації, а з обмеженими можливостями виявлення та обліку хворих.

У зв'язку з цим метою роботи є аналіз впливу воєнних дій на стан захворюваності на туберкульоз у різних регіонах України, оцінка змін епідеміологічної ситуації та обґрунтування напря-

мів удосконалення протитуберкульозної допомоги в умовах воєнного та післявоєнного періодів.

роботі досліджено особливості змін епідеміологічної ситуації з туберкульозом в Україні під впливом воєнних дій на основі аналізу офіційних статистичних даних МОЗ України, матеріалів Центру громадського здоров'я, а також узагальнення сучасних наукових і нормативно-правових джерел.

1. Динаміка захворюваності до та під час повномасштабної війни

Установлено, що в період до широкомасштабних воєнних дій (2019–2021 рр.) захворюваність на туберкульоз характеризувалася відносною стабілізацією показників, що було наслідком реалізації національних протитуберкульозних програм. Водночас з початком повномасштабної війни зафіксовано порушення цієї тенденції, що проявилось у нерівномірних регіональних коливаннях показників захворюваності та смертності.

2. Регіональні особливості епідеміологічної ситуації

Поглиблений аналіз результатів свідчить, що найгірші показники захворюваності та смертності спостерігаються в регіонах з переважаною системою охорони здоров'я та значною кількістю внутрішньо переміщених осіб (Дніпропетровська, Одеська, Кіровоградська області). Натомість зниження реєстрованої захворюваності в окремих регіонах не завжди свідчить про реальне покращення ситуації, а часто є наслідком обмеженої діагностики та втрати пацієнтів з офіційного обліку, що в роботі Попович подано без належної інтерпретації.

3. Зміни у структурі форм туберкульозу

Результати дослідження вказують на зростання частки бактеріологічно підтверджених випадків легеневого туберкульозу, а також на поступове збільшення кількості лікарсько-стійких форм. Це пов'язано не лише з порушенням схем лікування, а й із затримкою діагностики та недостатнім контролем за завершенням терапії, що вимагає більшої уваги у післявоєнний період.

4. Вплив соціальних і воєнних чинників на поширення ТБ (розширене обговорення)

Погіршення епідемічної ситуації зумовлене комплексом факторів: масовим переміщенням населення, скупченістю людей у місцях тимчасового проживання, руйнуванням медичної інфраструктури, нестачею медикаментів та зниженням охо-

плення профілактичними заходами. Особливої уваги потребує проблема переривання лікування, яка безпосередньо сприяє формуванню мультирезистентного туберкульозу.

5. Вразливі групи населення (аспект, що потребує додаткового висвітлення)

Аналіз результатів показує, що найбільш уразливими залишаються внутрішньо переміщені особи, люди з ВІЛ-позитивним статусом, соціально незахищені верстви населення та діти молодшого віку. Недостатня орієнтація протитуберкульозних заходів на ці групи суттєво знижує ефективність загальної системи контролю ТБ.

6. Роль міжнародної допомоги та адаптація протитуберкульозних програм

Отримані результати підтверджують, що залучення міжнародних організацій, мобільних медичних команд, цифрових інструментів моніторингу лікування та телемедицини є критично важливими для часткової стабілізації ситуації. Водночас наголошується, що без інтеграції цих заходів у національну систему громадського здоров'я їх ефект залишається обмеженим у довгостроковій перспективі.

Таким чином, результати дослідження свідчать, що воєнні дії суттєво трансформували епідеміологічну ситуацію з туберкульозом в Україні, загостривши існуючі проблеми та виявивши нові ризики. Поглиблений аналіз результатів і їх обговорення дозволяє зробити висновок про необхідність регіонально орієнтованого, міжсекторального підходу до протидії туберкульозу в умовах війни та післявоєнного відновлення. Отримані результати підтверджують необхідність адаптації національних протитуберкульозних програм до умов воєнного часу шляхом впровадження мобільних форм медичної допомоги, цифрового моніторингу лікування, активної співпраці з міжнародними організаціями та інтеграції протитуберкульозних заходів у загальну систему громадського здоров'я.

Список використаної літератури

1. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ). Global Tuberculosis Report 2024. Geneva: WHO, 2024.
2. Центр громадського здоров'я МОЗ України. Туберкульоз в Україні: епідемічна ситуація та виклики в умовах війни. Київ, 2023.

3. Національна стратегія розвитку системи протидії туберкульозу в Україні до 2030 року. Київ, 2021.
4. Глобальний фонд для боротьби зі СНІДом, туберкульозом та малярією. Звіт про підтримку України в умовах війни. Женева, 2023.
5. Лікарі без кордонів (Medecins Sans Frontières). Healthcare under fire: The impact of war on TB treatment in Ukraine. Report, 2023.
6. Шевченко О. В., Коваленко І. П. Стан і тенденції захворюваності на туберкульоз в Україні до початку воєнних дій. *Український медичний часопис*. 2021. №2, С. 45–51.
7. Паламарчу, Н. М. Соціально-економічні чинники поширення туберкульозу в Україні. *Проблеми соціальної гігієни та організації охорони здоров'я*. 2020. №1. С. 27–33.
8. Іванченко С. В., Дорошенко О. М. Медичне забезпечення населення у прифронтових регіонах України. *Збірник наукових праць НМАПО*. 2023. №4. С. 64–71.
9. United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR). Ukraine Situation Report: Health Challenges and TB among Internally Displaced Persons. Geneva, 2023.
10. Kurbatova E. V. et al. Impact of armed conflict on tuberculosis control: lessons from Eastern Ukraine. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*. 2022. Vol. 26(11). P. 987–994.
11. Європейське бюро ВООЗ. Operational guidance for maintaining essential TB services during emergencies. Copenhagen, 2022.
12. Аналітичний центр МОЗ України. Звіт про стан протитуберкульозної служби в Україні за 2022–2023 роки. Київ, 2024.
13. ЮНІСЕФ Україна. Підтримка системи охорони здоров'я України у сфері туберкульозу в умовах війни. Київ, 2023.
14. World Health Organization Regional Office for Europe. Maintaining TB control during humanitarian crises: best practices from Ukraine. Copenhagen, 2024.
15. Мельник Т. І., Мозговий А. М. Вплив воєнних дій на епідеміологічну ситуацію в Україні. *Громадське здоров'я та менеджмент охорони здоров'я*. 2023. №3. С. 88–94.

Пристапа Б.О.
група МБ-24-1М ОП «Біологія та біохімія»
Інститут біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»

Науковий керівник: **Ілюк Н.А.**, к.с.-г.н., доцент,
доцент кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій,
екології та імунології Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»

АНТИМІКРОБНИЙ ТА АНТИОКСИДАНТНИЙ ПОТЕНЦІАЛ МОРСЬКИХ СТРЕПТОМІЦЕТІВ, АСОЦІЙОВАНИХ З МАКРОВИДОРОСТЯМИ ЧОРНОГО МОРЯ

Явище резистентності не однаково поширене серед усіх видів бактерій. Однак Американське товариство інфекційних захворювань (IDSA) визнало шість видів бактерій дуже небезпечними через їх можливі механізми мультирезистентності та патогенність (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* та *Enterobacter* sp.). На патогени ESKAPE припадає близько 2/3 всіх внутрішньолікарняних інфекцій у світі, вони є частими причинами тяжких або небезпечних для життя інфекцій, особливо у людей з ослабленим імунітетом, критично хворих осіб та дітей, здатні викликати 40–55% летальних випадків [1].

Протягом останніх двох десятиліть кількість нових антимікробних препаратів на ринку зменшилася, а шкідливі мікроорганізми розвинули високий рівень стійкості, що означає, що існуючі антимікробні засоби більше не є ефективними [2]. Як наслідок, актуальним залишається пошук нових біологічно активних сполук з широким спектром фармакологічних властивостей. Морська вода потребує більш ретельних досліджень для виявлення видів здатних синтезувати «морські» метаболіти, що мають структурну унікальність та дію [3]. Є повідомлення, що актиноміцети, особливо ті, що пов'язані з водоростями, є джерелом антимікробних та антиоксидантних метаболітів з терапевтичним потенціалом [4, 5].

Тому, метою дослідження було оцінити антимікробну та антиоксидантну активності морських актиноміцетів.

Використано 15 ізолятів актинобактерій та 10 патогенних бактерій. Застосовували аналіз дифузії в лунках агару, ідентифікацію стрептоміцетів за морфологічними, фізіологічними та біохімічними тестами, якісний фітохімічний скринінг екстрактів стрептоміцетів, аналіз антирадикальної активності DPPH тестом.

Із прибережної зони Чорного моря, було зібрано та ідентифіковано чотири типи морських макроводоростей: зелені водорості *Ulva lactuca* та *Codium tomentosum*, бурі *Cystoseira barbata* та червоні *Phyllophora crispa*.

П'ятнадцять різних актинобактерій було виділено, очищено та досліджено на крохмально-нітратному агарі, тоді як за використання морського агару Зобелла не було виділено жодного ізоляту. Сім ізолятів були з *Ulva*, три з *Codium*, три з *Cystoseira* та два з *Phyllophora*. Ізоляти були названі від ВЧМ 1 до ВЧМ 15.

Досліджено антимікробну активність 15 ізолятів на 10 бактеріальних патогенах. Ізоляти ВЧМ 1, 3, 7, 9 та 14 продемонстрували високу антимікробну активність та інгібували ріст 7 тест-об'єктів (*P. aeruginosa*, *S. typhi*, *S. marcescens*, *S. sonnei*, *E. faecalis*, *S. aureus* (MRSA) та *S. pyogenes*), зони пригнічення були в межах 10–23 мм. Ізоляти ВЧМ 1, 3, 14 та ВЧМ 7, 9, 14, відповідно, пригнічували ріст *E. coli* та *K. oxitoca* на 10–18 мм. Найстійкішою до дії виділених актиноміцетів виявилася патогенна бактерія *Acinetobacter baumannii*, лише ізолят ВЧМ 7 пригнічував її життєздатність на 10 мм. Слід зауважити, що найвищу антимікробну активність серед досліджених ізолятів проявив ВЧМ 3, ЗІ залежно від патогена становило 13–23 мм.

Визначено, що мінімальна інгібуюча концентрація (МІК) для ізолятів ВЧМ 1, 3, 7, 9 та 14 була в межах 50 — 1600 мкг/мл. Найнижча МІК була виявлена для екстракту ізоляту ВЧМ 3 проти *S. aureus*, *S. pyogenes* та *E. faecalis* та становила 50 мкг/мл, тоді як значення цього показника проти *P. aeruginosa*, *S. sonnei*, *S. marcescens*, *E. coli* та *S. typhi* коливалися від 75 до 100 мкг/мл.

Крім того, виявлено, що екстракти ВЧМ 1, 3, 7, 9 та 14, за використання у значеннях МІК, різною мірою пригнічували утворення біоплівки *E. faecalis* (від 19 до 63%) та синтез екзополісахариду (на 23–48%). Екстракт ВЧМ 3 був найактивнішим,

адже пригнічував формування біоплівки на 63%, а екзополісахариду — на 48%, тоді як найнижчу активність продемонстрував ізолят екстракту ВЧМ 1, пригнічення становило 19 та 23%, відповідно.

Було охарактеризовано виділені актиноміцети. Всі ізоляти демонстрували хороший ріст на вівсяному агарі та належали до «сірої серії», за винятком ізоляту ВЧМ 1, який належав до «білої серії». Спори ізолятів знаходяться на прямих, спіральних або замкнутої спіральної форми ланцюжках та мали гладку або шорстку поверхню. Повітряний та субстратний міцелій були добре розвинені та мали різний колір (білий, сірий, червонуватий, коричневий, чорний тощо). Розчинні пігменти різних кольорів (блідокоричневого, червонувато-сірого, жовто-сірого та темно-сірого) були виявлені для всіх штамів. Однак не спостерігалось вироблення таких ферментів як каталаза та уреаза дослідженими ізолятами. Актинобактерії також не показали видимих змін на кров'яному агарі, таких як забарвлення або прояснення навколо бактеріальної колонії (гамма-гемоліз), оскільки вони не виробляли гемолітичних ферментів.

За сукупністю виявлених ознак, ізоляти віднесено до роду *Streptomyces*.

Проведено якісний фітохімічний скринінг метаболітів в екстрактах стрептоміцетів. Серед досліджених речовин, екстракти ВЧМ 3 та 7 містили такі фітохімічні складові, як флавоноїди, антоціанін, бетаціанін, таніни та стероїди. Екстракти ізолятів ВМЧ 9 і 14 містили флавоноїди, антоціанін та стероїди, тоді як лише екстракт ВЧМ 1 мав у складі сапоніни.

Відомо, що флавоноїди та таніни мікроорганізмів, як і рослинні, є потужними антиоксидантами, що нейтралізують вільні радикали та захищають клітини від окисного стресу, зміцнюють імунітет, мають протизапальну, протівірусну та проти-мікробну дію.

Антиоксидантну активність екстрактів стрептоміцетів було досліджено за допомогою реакції поглинання вільних радикалів DPPH. Усі досліджені екстракти показали антирадикальну активність (15-66%), яка зростала разом із збільшенням концентрації. Найвищий відсоток поглинання було зафіксовано для екстракту ВЧМ 3 (49-66%), найнижчий — для екстракту ВЧМ 9 (15-50%), а для екстрактів інших ізолятів зафіксовано помірну активність (33-60%).

Розраховано значення IC_{50} для кожного екстракту та порівняно з контролями — аскорбіною та бутильованим гідрокситолуолом. Показники IC_{50} екстрактів були в діапазоні 29–152 мкг/мл. Екстракт ВЧМ 3 має найнижче значення IC_{50} – 29 мкг/мл, яке хоч відносно вище, ніж показник референтних сполук, однак вказує на значний та високий антиоксидантний потенціал цього екстракту.

Таким чином, це дослідження підкреслило невикористаний біоактивний потенціал актинобактерій, пов'язаних з водоростями Чорного моря, причому *Streptomyces* sp. ВЧМ 3 виявився особливо перспективним ізолятом. Отримані дані, підкреслюють важливість стрептоміцетів, виділених з водоростей Чорного моря, як невикористаного ресурсу для розробки нових ліків та стратегій боротьби з антимікробною стійкістю та захворюваннями, пов'язаними з оксидативним стресом.

Список використаних джерел

1. Mulani M. S. et al. Emerging Strategies to Combat ESKAPE Pathogens in the Era of Antimicrobial Resistance: A Review. *Frontiers in Microbiology*. 2019. Vol. 10. P. 539–563.
2. World Health Organization. Antibiotic resistance: Multi-drug resistant bacteria. *Fact sheet*. 2023. P. 1–12.
3. Blunt J. W. et al. Marine natural products. *Natural Product Reports*. 2018. Vol. 35, No. 1. P. 8–53.
4. Subramani R., Sipkema D. Marine Algae Associated Actinobacteria. *Marine Drugs*. 2019. Vol. 17, No. 10. P. 571–594.
5. Manivasagan P. et al. Actinobacteria: A synthetic source of antioxidants. *Quaternary International*. 2014. Vol. 345. P. 164–173.

Прохорова О.В.

група МБ-24-1м ОП «Біологія та біохімія»
Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»

Тугай Т.І.

д.б.н., професор,
професор кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій,
екології та імунології Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»

Тугай А.В.

к.б.н., доцент, науковий співробітник відділу фізіології
та систематики мікроміцетів
Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного
НАН України, Київ, Україна
Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна»,
Київ, Україна

ВПЛИВ ПРЕПАРАТУ КМД, ОТРИМАНОГО ШЛЯХОМ ВЕРМИБІОКОНВЕРСІЇ ХАРЧОВИХ ВІДХОДІВ, НА ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ ТА ФУНКЦІО- НАЛЬНУ ОРГАНІЗАЦІЮ ҐРУНТОВОЇ МІКРОБІОТИ

Біоконверсія органічних харчових відходів із використанням вермикультури *Eisenia fetida* розглядається як перспективний біотехнологічний підхід до одержання біологічно активних препаратів для екологічно безпечного землекористування [1]. У процесі вермібіоконверсії відбувається не лише деструкція органічної речовини, але й формування специфічного мікробного комплексу, здатного впливати на функціональний стан ґрунту. З позицій ґрунтової біології ключовим є те, що мікроорганізми беруть безпосередню участь у формуванні ґрунтової структури шляхом синтезу позаклітинних полімерів, участі в агрегатоутворенні та регуляції кругообігу біогенних елементів. Тому оцінка екологічної прийнятності біопрепаратів, отриманих із трансформованих харчових відходів, повинна базуватися на аналізі змін мікробіоти ґрунту та пов'язаних із нею фізичних характеристик.

Метою роботи було дослідити вплив препарату КМД на фізичні властивості ґрунту та функціональну структуру основних еколого-трофічних груп ґрунтових бактерій.

Препарат КМД отримували шляхом біологічної трансформації харчових органічних відходів із використанням вермикюльтури *Eisenia fetida*. Сировина піддавалася контрольованій біоконверсії до утворення стабілізованого органо-мікробного продукту.

Фізичні властивості ґрунту визначали за методиками, наведеними у працях В.Г. Гаськевича та співавт. [2–4]. Оцінювали щільність твердої фази, об'ємну масу, вологість та загальну шпаруватість ґрунту. Зразки відбирали за допомогою циліндричних шурфових кілець (діаметр 6 см, висота 8 см) до та після внесення препарату КМД.

Мікробіологічний аналіз проводили методом серійних розведень з висівом на селективні поживні середовища. Визначали чисельність амоніфікуючих, нітрифікуючих, педотрофних та оліготрофних бактерій. Спрямованість мікробіологічних процесів оцінювали за коефіцієнтами оліготрофності, педотрофності та мінералізації-імобілізації відповідно до підходів К.І. Андреюка [5] та В.В. Волкогона [6].

Застосування препарату КМД призвело до істотного зменшення щільності ґрунту з 1,25 до 1,07 г/см³, що свідчить про зниження ступеня ущільнення та формування більш пухкої структурної організації. Одночасно зафіксовано зростання вологості ґрунту з 26,56 % до 63,97 %, що вказує на підвищення водоутримувальної здатності.

Об'ємна маса ґрунту знизилася з 0,99 до 0,65 г/см³, що відображає покращення аераційних властивостей та збільшення об'єму порового простору. Шпаруватість ґрунту після внесення КМД зросла з 0,21 до 0,39, тобто майже вдвічі, що свідчить про формування більш розвиненої порової структури.

У контрольних зразках ґрунту домінували нітрифікуючі та педотрофні бактерії, тоді як чисельність амоніфікаторів і оліготрофів була значно нижчою. Внесення препарату КМД зумовило істотну перебудову мікробного ценозу, характер якої залежав від типу ризосфери.

У ризосфері томатів спостерігалось зменшення чисельності нітрифікаторів на тлі різкого зростання амоніфікаторів та оліготрофів, що свідчить про активізацію трансформації органічного азоту та стабілізацію мікробного угруповання. У ризосфері троянд відмічено зростання чисельності нітрифікуючих, оліготрофних та амоніфікуючих бактерій при незначному зменшенні педотрофів.

Розрахунок коефіцієнтів мінералізації-імобілізації показав, що в контрольному ґрунті переважали процеси мінералізації. За дії препарату КМД спостерігалось зниження цього коефіцієнта та зменшення педотрофності, що свідчить про уповільнення деградації гумусових сполук і перехід до процесів їх відновлення.

Отримані результати свідчать, що препарат КМД, отриманий шляхом вермібіоконверсії харчових відходів, чинить комплексний біологічний вплив на ґрунтову систему. Його застосування сприяє покращенню фізичних властивостей ґрунту, зокрема збільшенню шпаруватості, та зумовлює перебудову функціональної структури ґрунтової мікробіоти. Це підтверджує визначальну роль мікроорганізмів у формуванні порового простору ґрунту та екологічній стабілізації ґрунтових екосистем.

Список використаної літератури

1. Слободяник М.С. та ін. Біоконверсія органічних відходів: теорія і практика Ніжин — Київ: Видавець ПП Лисенко М.М. 2015. 208 с.
2. Гаськевич В.Г. Папіш І.Я. Телегуз О.Г. Фізика ґрунтів. —Львів: ЛНУ імені Івана Франка. 2021. 170 с.
3. Гнатенко О. Ф. та ін. Ґрунтознавство з основами геології. Київ : Оранта. 2005. 648 с.
4. Медведєв В. В., Плisko I. В. Цінні, деградовані і малопродуктивні ґрунти України: заходи з охорони і підвищення родючості. Харків : ТОВ «Смугаста типографія». 2015. 142 с.
5. Андреюк К.І., Іутітська Г.О., Антипчук А.Ф., Валагурова В. О., Пономаренко С.П. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження. Київ: Обереги. 2001. 240 с.
6. Волкогон В.В., Надкернична О.В., Токмакова Л.М., Мельничук Т.М., Чайковська Л.О. та ін. *Експериментальна ґрунтова мікробіологія*: За наук. ред. В.В. Волкогона. Київ: Аграрна наука. 2010. 464 с.

Сачко А.С.

група МБ-24-1-м, ОП «Біологія та біохімія»

Інститут біомедичних технологій

Відкритий міжнародний університет

розвитку людини «Україна»

Науковий керівник: Ілюк Н.А, к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій,

екології та імунології Інституту біомедичних технологій

Відкритого міжнародного університету

розвитку людини «Україна»

ВПЛИВ СЕЗОННИХ ФАКТОРІВ НА ХІМІЧНИЙ СКЛАД ТА АНТИМІКРОБНУ АКТИВНІСТЬ ПРОДУКТІВ БДЖІЛЬНИЦТВА ЩОДО РЕЗИСТЕНТНИХ ШТАМІВ ПАТОГЕНІВ

Неефективність антибіотиків у лікуванні важких інфекційних бактеріальних та грибкових захворювань стала глобальною проблемою, що створює фармацевтичні труднощі. Недавні дослідження показали, що антибіотики менш ефективні або недостатньо ефективні в знищенні певних форм поширених патогенів бактерій та грибків, які демонструють множинну лікарську стійкість майже до всіх антибіотиків [1–3].

Постійна загроза стійкості до антибіотиків вимагає від вчених пошуку нових антимікробних молекул з нових природних джерел. Продукти натурального походження використовуються в традиційній медицині століттями, а корисні властивості продуктів бджільництва відомі з давніх часів. Незважаючи на те, що продукти бджільництва мають різний хімічний склад, вони демонструють подібні властивості, такі як антибактеріальні, протигрибкові, противірусні, протипаразитарні, протизапальні, антипроліферативні та антиоксидантні. Відомо, що багато природних біоактивних сполук, що виробляються медоносними бджолами *Apis mellifera*, мають потенціал для індукування антимікробної дії [4].

Тому, метою досліджень було отримати екстракти продуктів бджільництва та оцінити їх антимікробну активність. Об'єктами дослідження були продукти бджільництва бджоли медоносної, штами патогенних для людини бактерій та грибів.

Загальний вміст фенолів (ЗВФе) та флавоноїдів (ЗВФл) у зразках продуктів бджільництва аналізували за загально прийнятими методиками, оцінку антимікробної активності проводили за допомогою методу дифузії в лунках агару, також визначали мінімальну інгібуючу, бактерицидну та фунгіцидну концентрації.

Збір продуктів бджільництва бджоли медоносної, таких як мед, маточне молочко, прополіс та бджолина отрута проводився в середині квітня, середині липня та середині жовтня, охоплюючи три сезони: весну (березень-травень), літо (червень-серпень) та осінь (вересень-листопад).

Проведено дослідження вологості та рН бджолиних продуктів, а також вмісту фенолів та флавоноїдів у їх складі залежно від сезону, у який було проведено відбір зразків. Екстракти продуктів бджільництва були від слабокислих, рН 4,87–5,13 (прополіс та БО) до кислих, рН 3,29–3,75 (мед та маточне молочко).

Рівні фенолів та флавоноїдів у етанольних екстрактах меду, маточного молочка та прополісу, зібраних у бджіл навесні, були найвищими та становили відповідно 0,64, 29,3 та 168,8 мг ГАЕ/г; та 0,048, 2,29 та 84,94 мг КВ/г.

Нами також виявлено, що залежно від сезону збору, найвища концентрація мелітину (29,7%) спостерігалася у БО весняному зразку, тоді як найнижча (14,5%) в літньому. Антибактеріальну активність натуральних продуктів бджільництва визначали проти грампозитивних та грамнегативних бактерій, а також грибів.

Екстракти меду, не залежно від сезону виділення, продемонстрували антибактеріальну активність майже проти всіх антибіотикорезистентних грампозитивних бактерій, використаних у цьому дослідженні, за винятком клінічного штаму *S. pneumoniae*, зони затримки росту тест-патогенів були в межах 9,0–28,3 мм. Екстракти маточного молочка з весняних, літніх та осінніх зразків утворюють подібні діапазони зон пригнічення росту у 8,6–13,6 мм *S. pneumoniae*, *S. aureus* та MRSA. Клінічний штам *S. pneumoniae* був стійким до дії екстракту. Найбільшу протимікробну активність цей екстракт показав проти *S. aureus* КШ, зона затримки росту становила ≈ 21 мм.

Порівняно з екстрактом прополісу, отриманим з осінніх зразків, приготовані екстракти з весняних та літніх зразків пригнічували ріст усіх патогенних бактерій, ЗІ — 7,6–22,6 мм.

Екстракт БО, приготований з весняного зразка, пригнічував ріст як феферентних так і клінічних штамів на 24,6–38,3 мм.

Екстракт меду продемонстрував високу антибактеріальну активність майже проти всіх антибіотикорезистентних грам-негативних бактерій, використаних у цьому дослідженні, за винятком клінічного штаму *H. Influenzae* типу b, діаметри зон затримки росту патогенів були в межах 12,3–25,6 мм.

Подібну дію проявили усі екстракти з маточного молочка, оскільки інгібували ріст грамнегативних бактерій, включаючи: *S. typhimurium*, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *P. vulgaris* та клінічний штам *H. Influenzae* на 9,6–22,3 мм. Не спостерігалося суттєвих відмінностей між розмірами зон затримки росту *S. typhimurium*, *E. coli*, *P. aeruginosa* та *P. vulgaris* після обробки екстрактами прополісу, зібраними протягом трьох сезонів.

Екстракт БО, приготований з весняного зразка, значно пригнічував ріст усіх досліджених патогенних бактерій (на ~18–33,6 мм) у порівнянні зі стандартним МЕЛ.

Порівняно з екстрактом меду з осіннього сезону, було виявлено, що екстракти, приготовані з весняних та літніх зразків, проявили значну протигрибкову активність щодо усіх штамів *A. brasiliensis* та *C. albicans* ЗІ — 16,6–26,3 мм.

З іншого боку, екстракти маточного молочка з різних сезонів демонстрували помірну інгібуючу активність проти усіх використаних грибів, ЗІ — 10,3–14,6 мм. Подібний результат був також виявлений для екстрактів прополісу.

Щодо екстрактів бджолоїної отрути, то було помічено, що отримані з весняних та літніх зразків, значно пригнічували ріст як клінічних, так і референтних штамів грибів, зони затримки росту патогенів були в межах 25,3–31,3 мм. Стандартний МЕЛ проявив значний протигрибковий ефект, подібний до ефекту екстракту БО.

Дослідження виявило, що екстракти натуральних продуктів бджільництва, зібраних навесні, влітку та восени, мали різний інгібуючий вплив на стійкі до антибіотиків грампозитивні та грамнегативні бактерії та гриби.

Загалом, натуральні продукти, зібрані навесні, демонстрували значну антимікробну активність. Тому результати їх ефективності були підтверджені шляхом оцінки значень мінімальної інгібуючої, бактерицидної та фунгіцидної концентрацій.

Показано, що значення МІК екстракту прополісу були нижчими, ніж значення МІК екстракту маточного молочка як для

грампозитивних, так і для грамнегативних бактерій, а значення МІК екстракту ММ були нижчими, ніж значення екстракту меду проти грампозитивних бактерій.

Бджолина отрута та її основний компонент мелітин показали найнижчі значення МІК та МБК (від 0,016 до 2,048 мг/мл), ніж інші продукти бджільництва, що свідчить про їх більшу ефективність як антибактеріальних засобів. Наприклад екстракт БО та МЕЛ проти клінічного штаму *S. pneumonia* мали найнижчі значення МІК (16 та 32 мкг/мл, відповідно) та МБК (32 мкг/мл для БО та 64 мкг/мл для МЕЛ).

Отже, на основі значень МІК, МБК, отриманих зі зразків, зібраних навесні, можна зробити висновок, що грампозитивні бактерії більш чутливі до всіх продуктів бджільництва (меду, маточного молочка, прополісу, бджолої отрути та мелітину), ніж грамнегативні бактерії. Етанольні екстракти меду, маточного молочка та прополісу дали значення МІК 64–128, 32–64 та 2–4 мг/мл для тестованих грибів. Екстракт БО мав найнижчі значення МІК та МФК проти референтних та клінічних штамів грибів (128–512 мкг/мл).

Отже, за допомогою показників МІК, МБК та МФК виявлено, що БО та її основний компонент мелітин значно пригнічують ріст бактерій та грибів порівняно з іншими продуктами бджільництва. Показано, що продукти бджільництва є хорошими кандидатами для забезпечення ефективної антимікробної активності проти антибіотикорезистентних бактерій та грибів, а також перспективною альтернативою сучасним антибіотикам для лікування інфекційних захворювань.

Список використаних джерел

1. Centres for Disease Control and Prevention. Antibiotic resistance threats in the United States, 2025 [online].
2. Sharma S., Chauhan A., Ranjan A., Mathkor D., Haque S., Ramniwas S. et al. Emerging challenges in antimicrobial resistance: implications for pathogenic microorganisms, novel antibiotics, and their impact on sustainability. *Frontiers in microbiology*. 2024. V. 15. P. 1403168.
3. Frieri M., Kumar K., Boutin A. Antibiotic resistance. *Journal of Infection and Public Health*. 2017. V. 10, no. 4. P. 369–378.
4. Pasupuleti V.R., Sammugam L., Ramesh N., Gan S.H. Honey Propolis, and Royal Jelly: A Comprehensive Review of Their Biological Actions and Health Benefits. *Oxidative Med. Cell. Longev.* 2017. P. 1259510.

Секція ЕКОЛОГІЯ

Назаренко М.П.

група ЕКЛ-24-1м,

ОП «Конструктивна екологія та пермакультура»

Інститут біомедичних досліджень,

Відкритий міжнародний університет

розвитку людини «Україна», м. Київ

Науковий керівник: Мележик О.В., к.б.н., доцент,

доцент кафедри мікробіології, сучасних біотехнологій,

екології та імунології Інституту біомедичних технологій

Відкритого міжнародного університету

розвитку людини «Україна»

АНАЛІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ТРАВ'ЯНИХ ПОКРИТТІВ УРБОЕКОСИСТЕМИ

Інтенсивна урбанізація призводить до зміни природних екосистем і зростання антропогенного навантаження на міське середовище. У цих умовах особливої актуальності набуває дослідження трав'яних покривів як важливого компонента міського середовища, що забезпечує низку екосистемних послуг — регуляцію мікроклімату, зменшення забруднення повітря, пило- та шумоізоляцію, підтримання біорізноманіття та формування сприятливих рекреаційних умов. Водночас трав'яна рослинність у містах часто недооцінюється у практиці міського озеленення, що сприяє її деградації.

Актуальність виконаної роботи зумовлена потребою комплексного аналізу трав'яних покривів Києва та їх ролі у формуванні екосистемних послуг, що має важливе значення для сталого розвитку міських територій.

Метою роботи є комплексний аналіз екосистемних послуг трав'яних покривів урбоекосистеми міста Києва на основі вивчення їх флористичного складу та фітоценотичної структури методом Браун-Бланке.

Об'єктом дослідження є трав'яні покриви урбоекосистеми міста Києва як складова міського зеленого простору та важливий елемент підтримання екологічної рівноваги в умовах урбанізованого середовища. Предметом дослідження є флористичний склад, фітоценотична структура та екосистемні послуги трав'яних угруповань за різного рівня антропогенного навантаження.

Типовий міський ландшафт містить трав'яні покриви різної природи та походження — від інтенсивно доглянутих газонів до природних угруповань. Кожен із цих типів має свої екологічні функції та біоценотичне значення, що визначається видовим складом, умовами формування, антропогенним тиском та роллю в системі міського середовища (таблиця).

Порівняльну характеристику різних трав'янистих покриттів та їхніх функцій показано у табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика екосистемних послуг травянистої рослинності різних типів в урбоекосистемі

Тип угруповання	Екосистемні послуги			
	регулювальні	підтримувальні	культурні/рекреаційні	простота утримання
Газони	Середні	Низькі	Високі	Висока
Природні/напівприродні луки	Високі	Високі	Високі	Середня
Узбіччя/придорожні ділянки	Середні	Середні	Низькі	Висока
Пустирі	Середні	Високі	Низькі	Низька
Прибережні ділянки	Високі	Високі	Середні	Низька

Порівняльний аналіз демонструє, що природні та напівприродні луки є найбільш ефективними з точки зору комплексного забезпечення екосистемних послуг, поєднуючи високий рівень регулювальних, підтримувальних, культурних та рекреаційних функцій при відносно низьких вимогах до догляду.

Поняття екосистемних послуг сьогодні є фундаментальною складовою природоохоронної науки, сталого природокористування та екологічної політики. Воно відображає ідею про те, що екосистеми забезпечують суспільство широким спектром безпосередніх та опосередкованих переваг, необхідних для життя, добробуту і розвитку [1–3].

У рамках Millennium Ecosystem Assessment [4] екосистемні послуги були розподілені на чотири великі категорії: забезпечувальні (provisioning), регуляторні (regulating), культурні (cultural), підтримувальні (supporting / supporting services).

На сьогодні дослідження екосистемних послуг трав'янистих рослинних угруповань міських екосистемах має лише фрагментарний характер.

Видовий склад рослинних комплексів газонних покриттів м. Києва нараховує 198 видів вищих судинних рослин, які належать до 38 родин та 132 родів. Найбільшими за чисельністю є родини *Айстрові* (42 види з 29 родів), *Злакові* (33 види з 19 родів), *Бобові* (17 видів з 7 родів), *Хрестоцвіті* (15 видів з 12 родів), *Розоцвіті* (10 видів з 6 родів).

Таке різноманіття свідчить з одного боку про високий потенціал формування стійких природних іч напівприродних фітоценозів, а з іншого — про наявність високої частки небажаних видів з низьким рівнем екосистемних послуг.

Класифікацію рослинних угруповань трав'янистої рослинності м. Києва складено на основі 760 повних геоботанічних описів. Було складено загальну синтаксономічну схему, яка налічує 28 рослинних асоціацій з 11 союзів 5 класів рослинності.

Серед наведених синтаксонів лише один клас *Molinio-Arrhenatheretea* належить до лучної рослинності, репрезентуючи власне трав'яні покриття та травостої лучного типу різного антропогенного тиску. Інші 4 класи є типовими для рудеральної та синантропної флори, демонструючи збіднення та високий рівень рудералізації.

Аналіз діагностовних рослинних угруповань дає можливість коригувати та формувати трав'янисті покриви, які не потребуватимуть значного агротехнічного догляду та створюватимуть природні осередки рослинності в мегаполісах, виконуючи низку екосистемних послуг.

Угрупування класу становлять близько 44,92 % усіх описаних угруповань та свідчать про високу адаптивність до умов міського середовища. Ці фітоценози мають значний ландшафтно-естетичний потенціал для міст завдяки високому видовому багатству, природному вигляду, сприяють поглинанню CO₂, зниженню локальних температурних коливань та фільтрації пилу й аерозолів.

Глибока й розгалужена коренева система характерних видів (наприклад, *Poa pratensis* і *Festuca rubra*) ефективно утримує ґрунт, знижує ерозію та сприяє стабілізації схилів і відкритих ділянок. У фітоценозах цього класу спостерігається видове різноманіття рослин, що створює трофічну основу для безхребетних, комах-запилювачів та дрібних тварин.

Фітоценози класу *Agropyreteea repentis* належить до групи трав'янистих синантропних угруповань, що формуються на місцях порушених ґрунтів, вздовж шляхів, на узбіччях, пустирях, порушених ділянках. Мають високу адаптивність до частих механічних порушень, засолення, забруднення та урбаністичного стресу. Вони частіше мають синантропні та інвазійні види, але завдяки цьому демонструють видатну здатність до виживання, швидкого поширення та відновлення після порушень.

Угрупування цього класу забезпечують значний перелік екосистемних послуг: сприяє зниженню концентрації пилу та аерозолів, а також частковому охолодженню повітря шляхом випаровування та затінення; контроль ерозії та стабілізація ґрунту, знижують розмивання відкритих ділянок та запобігають поширенню пилу; становлять привабливі простори для неформального відпочинку, «дикого» ландшафтного озеленення або природних «перехідних» зон між упорядкованими парками та будівлями. Окрім того, фітоценози цього класу є цінними об'єктами для ботанічних, екологічних та урбаністичних досліджень.

Клас *Plantaginetea majoris* об'єднує низькотравні, вибиті та рудерально-лучні угруповання, що формуються в умовах інтенсивного механічного навантаження — на тротуарах, уздовж доріг, на дитячих і спортивних майданчиках, у дворах житлових кварталів, у паркових зонах та на стежках. Це типовий компонент урбанізованих, рекреаційно перевантажених територій, що демонструє «екологічний відгук» рослинності

на постійний антропогенний тиск. Такі фітоценози зазвичай не мають високої декоративності, проте набувають значення для стійкого та функціонального міського озеленення.

Їх роль не естетична, а забезпечення функціональної доступності зелених просторів для населення. На основі видів цього класу формують інтенсивно використовувані газонні покриття, що потребують менше підсіву та ремонту, здатні до інтенсивного витоптування та ущільнення ґрунту, є антропогенностійкими.

Угрупування класу *Chenopodietea* охоплює бур'янові угруповання, що формуються на відкритих порушених ділянках — на будівельних майданчиках, узбіччях доріг, пустирях, смітниках, відвалах ґрунту та неосвоєних ділянках.

Попри небажану присутність у рослинному покритті культурфітоценозів та обмежений спектр екосистемних послуг, рослинні угруповання *Chenopodietea* виконують певні функції: тимчасове закріплення субстрату; накопичення органічної речовини; формування початкового ґрунтового покриття; кормова база для окремих комах. Вони мають низьку декоративну цінність, часто містять алергенні види, є осередками інвазійних видів, перешкоджають формуванню стабільних біоценозів, мають низький рівень рекреаційності. З позицій сталого розвитку міст такі угруповання доцільно перетворювати на багаторічні лукоподібні, степові, прибережні або рекреаційно-стійкі комплекси, які забезпечують значно ширший спектр екосистемних послуг і підвищують екологічну якість міського середовища.

Клас *Artemisietea vulgaris* об'єднує високотравні рудеральні угруповання багаторічних рослин, на регулярно порушуваних ґрунтах міських територій. Типовими домінантами є полин, амброзія, осот, кропива тощо. Навіть за такого флористичного складу фітоценози виконують функції: закріплення ґрунту; накопичення органічної маси; формування тіньових мікрооселищ; кормова база для частини комах; локальна кліматорегуляція. Водночас вони знижують флористичне різноманіття, мають низьку рекреаційну привабливість, часто містять алергенні види, сприяють підтриманню інвазійних таксонів, формують моно- або маловидові зарості. Такі фітоценози є перехідними або деградованими стадіями, які потребують керованого спрямування у бік лучних, степових чи паркових напівприродних угруповань.

Отже, перехід від спрощених газонних монокультур і деградованих рудеральних ценозів до різноманітних напівприродних

трав'янистих угруповань є стратегічно важливим напрямом сталого розвитку міст. Такий підхід дозволяє одночасно підвищити біорізноманіття урбанізованих територій; посилити регульовальні та підтримувальні екосистемні послуги; покращити мікрокліматичні умови; зменшити пилове навантаження й ерозійні процеси; сформувати високодекоративні, сезонно змінні ландшафти; підвищити рекреаційну цінність міських просторів.

Отримані результати підтверджують доцільність впровадження принципів екологічно орієнтованого ландшафтного проектування, які базуються на використанні місцевих флористичних комплексів, керованій сукцесії та фітоценотичному підході за Браун-Бланке як науковій основі формування стійких трав'янистих покривів у межах сучасних урбоекосистем. Застосування у міському екологічному плануванні та озелененні природоорієнтованих рішень дозволяє одночасно підвищувати екологічну стійкість урбоекосистеми, декоративність зелених зон і якість життя населення.

Список використаних джерел

1. Daily G. C. (ed.). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington, DC : Island Press, 1997. 392 p.
2. Li J., Liang W., Xu M., Tian H., Gao X., Yang Y., Hu R., Zhang Y., Cao C. Grassland ecosystem services: a systematic review of research advances and future directions. *Plants*. 2025. V. 9. P. 1283. <https://doi.org/10.3390/plants14091283>.
3. Liu K., Shao X. Grassland Ecological Management and Utilization for Sustainability. *Agronomy*. 2024. V. 14, no. 1. P. 149. <https://doi.org/10.3390/agronomy14010149>
4. Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Washington, DC : Island Press, 2005. 155 p.
5. Yuan M. H. Navigating ecosystem service assessment tool selection for integrated environmental management. *One Ecosystem*. 2025. Vol. 10. <https://doi.org/10.3897/oneeco.10.e159702>
6. Liu M., Zhang X., Li Y. Spatial assessment of ecosystem services using the InVEST model. *Sustainability*. 2025. Vol. 17, no. 9. Art. 3913. <https://doi.org/10.3390/su17093913>
7. Stankiewicz-Volosianchuk O., Tymchenko I., Savchenko S. Methodological recommendations for assessing the value of ecosystem services. 2023. 52 p.
8. Malaperdas G. Biodiversity and ecosystem service assessment in terrestrial habitats. *Urban Resilience and Sustainability*. 2025. Vol. 3, No. 4. P. 293–305. <https://doi.org/10.3934/urs.2025015>

Кузьменко В.А.

Здобувач освіти 4-го курсу (бакалавр)
факультету мистецтва та дизайну
Хортицької національної академії

Насер С.М.

студент 4-го курсу (бакалавр)
факультету мистецтва та дизайну
Хортицької національної академії

Завгородній М.П.

к.б.н., професор кафедри аграрних технологій
Хортицької національної академії

ВПЛИВ ПОХІДНИХ S-ГЕТЕРИЛКАРБОНОВИХ КИСЛОТ НА ТРИВАЛІСТЬ ЗБЕРЕЖЕННЯ ДЕКОРАТИВНОСТІ ЗРІЗАНИХ КВІТІВ РОДУ ТРОЯНДА (*Rosa* L.)

Зрізані квіти роду Троянда (*Rosa* L.) мають значну економічну та естетичну цінність, проте їхня декоративність є швидкоплинною після зрізання. Природні процеси старіння, такі як в'янення, опадання пелюсток та пожовтіння листя, призводять до швидкої втрати їхньої декоративної привабливості та скорочення терміну комерційної реалізації. Для подолання цих проблем та продовження періоду, протягом якого зрізані квіти зберігають свіжий вигляд, використовуються різні методи. Одним із таких підходів є застосування рострегуляторів (РР), які є хімічними речовинами, що здатні впливати на фізіологічні процеси зрізаних квітів [2]. Ці сполуки здатні проникати через мембрани і сповільняти їхнє старіння та подовжуючи термін їхньої декоративності. Для збереження свіжості зрізаних квітів застосовують кілька основних категорій рострегуляторів. Кожна з цих категорій має специфічний механізм дії та впливає на різні фізіологічні процеси рослин [2, 3].

На кафедрі аграрних технологій ХНА досліджуються нові рострегулятори рослин, які є похідними S-гетерилкарбоневих кислот для дослідження впливу на декоративні якості рослин [4, 5].

Метою цього дослідження було визначити вплив нових ростстимуляторів на основі S-гетерилкарбоневих кислот на декоративні якості та покращення терміну зберігання зрізаних квітів троянди сорту «Moonstone». Це включало експериментальні дослідження впливу нових потенційних ростстимуляторів по-

хідних S-гетерилкарбонових кислот на термін збереження декоративних якостей квітів (колір та його стійкість, стадія розкриття при зрізі та її динаміка у вазі, колір та цілісність листя на стеблі, тривалість життя у вазі (вазостійкість): визначається час до початку в'янення, поникнення бутона або опадання пелюсток зрізаних квітів троянди сорту «Moonstone».

Проведені дослідження похідних S-гетерилкарбонових кислот показали їх високий вплив на термін зберігання показники декоративних якостей квітів (колір та його стійкість, стадія розкриття при зрізі та її динаміка у вазі, колір та цілісність листя на стеблі, тривалість життя у вазі (вазостійкість) зрізаних квітів троянди сорту «Moonstone».

Проведено дослідження фізико-хімічних параметрів нових сполук- похідних S- гетерилкарбонових кислот та їх здатності впливати на декоративні якості зрізаних квітів у часі. Було визначена ліпофільність сполук та розраховано токсичність. Також проводився аналіз таких параметрів зміни кольору квітки, стадії розкриття, початок в'янення та поникнення бутона та опадання пелюсток. Ці дані порівнювалися з контролем, середовище без ростстимуляторів і відомими комерційним препаратом — Хризал (Chrysal)

Найбільшу активність щодо збереження терміну зберігання зрізаних троянд мала сполука 2 — (7-хлорохінолін- 4-ілтіо) оцтова кислота. Вона на рівні препарату порівняння затримувала пожовтіння листя, запобігала передчасному опаданню пелюсток, значно покращувала загальний термін зберігання. Висока ліпофільність сполуки (Log P = 2,38) за рахунок залишку гетероциклу 7-хлорохіноліну підвищує здатність проникати крізь мембрани клітин, а наявність залишку оцтової кислоти в молекулі дає можливість отримати водні розчини, необхідної концентрації. Таким чином, S-гетерилкарбонові кислоти та їх похідні є перспективними для пошуку нових препаратів для затримки пожовтіння листя, старіння та опадання пелюсток зрізаних квітів троянди.

Список використаних джерел

1. Kowalska A., et al. Postharvest physiology of carnation flowers treated with antimicrobial compounds. *Acta Horticulturae*. 2020. №1298. С. 45–52.

2. Tsygankova V., Andrushevich Ya., Shtompel O., Myroljubov O., Hurenko A., ..., Brovarets V. Study of Auxin, Cytokinin and Gibberellin-like Activity of Heterocyclic Compounds Derivatives of Pyrimidine, Pyridine, Pyrazole and Isoflavones. *European Journal of Biotechnology and Bioscience*. 2016. Vol. 4, № 12. P. 29–44.
3. Ємельянова О. В. Похідні хіноліну у збереженні рослинних клітин *in vitro*. *Біологічні системи*. 2023. Т. 15, №2. С. 56–62.
4. Brazhko O., Gencheva V., Kornet M., Zavgorodniy, M. Modern aspects of drugs creation based on QuS-program development. *LAP LAMBERT Academic Publishing*. 2020. 63 p.
5. Zavhorodnii M., Derevianko N., Shkopynska T., Kornet M., Brazhko O. Influence of 3- ((6-R-quinolin-4-yl)thio)propanoic acid derivatives on rhizogenesis of pink rose clones (*Rosa Damascena* Mill.). *Jornal of Chemistry and Technologies*, 2022. V. 30, no. 4. P. 502–512.
6. Дерев'яно Н.П., Бражко О.А., Завгородній М.П., Васильєва Т.М. Ефективність та безпечність використання нових стимуляторів росту рослин, створених на основі похідних гетерилкарбонових кислот. *Агроекологічний журнал*. 2016. №3. С. 100–104.

Кобець О.В.,
к. с.-г. н., доцент,
доцент кафедри аграрних технологій,
Хортицька національна навчально-реабілітаційна академія,
Запоріжжя

ПРОЄКТНІ ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО РЕКОНСТРУКЦІЇ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ УНІВЕРСИТЕТСЬКОГО МАЙДАНУ У м. ЗАПОРІЖЖЯ

Університетський — майдан в історичному Олександрівському районі міста Запоріжжя. Він розташований в межах Соборного проспекту, вулиці Академіка Чабаненка та вулиці Олександрівської. Майдан Університетський безпосередньо пов'язаний в єдиний комплекс з пам'ятником героям-танкістам, що першими увірвалися в Запоріжжя під час його звільнення від фашистської окупації, який було відкрито 1960 році [1].

Зелені насадження закладалися одночасно з будівництвом майдану, термін їх експлуатації майже вичерпано, тому виникла необхідність в проведенні інвентаризації, аналізу і розробці пропозицій щодо відновлення, догляду і подальшого утримання зелених насаджень майдану [2, 3].

Необхідність розробки нового варіанту архітектурно-планувального рішення квіткового оформлення була викликана бажанням урізноманітнити асортимент рослин багаторічними трав'янистими і чагарниковими рослинами для створення багаторічного каркасу квітника, який кожного року доповнюватиметься однорічниками і дворічниками. Крім того, виникла необхідність збагатити озеленення майдану весняним оформленням, що забезпечить продовження терміну декоративності квітника майже на 2 місяці, а також поповнити асортимент рослин гібридними новими сортами однорічників.

Об'єкт проектування — прямокутна ділянка, обмежена з чотирьох боків проїжджими частинами вулиць і проспекту розміром 42 на 136 м. Площа проектування складає 5712 м². Найбільша площа зайнята трав'яним покривом, який займає 66% ділянки. Площа квітника 486 м².

Деревні насадження займають 1350,00 м², це 24% площі. За проектом площі під деревними насадженнями, газонним покриттям і квітником не зміняться. Покриття доріжок знаходиться у задовільному стані і не вимагає заходів з відновлення.

На території проектування зростає 211 екземплярів деревно-чагарникових рослин. Більшість рослин знаходиться у задовільному і доброму стані. Частина насаджень закладалася нещодавно молодими рослинами (куртини берез повислих, ялин колючих, яблуні Недзвецького, ялівцю козацького, барбарису Тунберга, таволги Бумальда, таволги Вангута тощо). Видалення потребують лише деякі старі і пошкоджені дерева і один екземпляр бузку, що втратив декоративність.

Трав'яний покрив має задовільний стан, він потребує прополювання і часткової реконструкції шляхом підсіву насіння газонних трав. Під час обстеження території й аналізу природно-кліматичних умов було з'ясовано, що ділянка відноситься до II групи міських територій, де негативний вплив міського середовища виражений помірно [4, 5], тому при оформленні необхідно використовувати види середнестійкі та високостійкі до умов міського середовища.

Клімат Запорізької області сприятливий для вирощування широкого асортименту рослин, які можна використовувати у міському озелененні і включати у склад квітників.

Першим етапом реконструкції насаджень є видалення старих рослин, які втратили декоративність. Це 13 сосен звичайних, 2 берези повислих, 1 бузок звичайний, 1 ялина колюча «Glausa», 1 катальпа бігніонієподібна.

Для 19 сосен звичайних рекомендується санітарна обрізка (видалення нижніх всохлих гілок). Для поповнення та збагачення асортименту деревних рослин на ділянці рекомендовано додатково висадити вербу Матсудана у кількості 9 шт, яка прикрашатиме ділянку у зимовий період хвилястими жовтими гілками, сріблясту маслинку вузьколисту у кількості 8 шт, а також вербу плакучу — 4 шт.

Як архітектурне рішення для клумби пропонується геометричний малюнок. Кольорове рішення побудовано на принципі контрасту. Візерунок симетричний з центральною віссю симетрії. Проєктом пропонується чергування асортименту квіткових рослин у квітнику двічі на рік. Для весняного оформлення пропонується 3 види квіткових рослин шістьох сортів, а саме: віола Віттрока гібридна жовтого й помаранчевого кольору, стокротка гібридна білого, яскраво-червоного й рожевого кольору, мускарі вірменський блакитний сорту «Fantasy Creation».

Для літньо-осіннього оформлення пропонується використати 4 види рослин шістьох сортів, а саме: айстру чагарниково сорту «Блакитна лагуна», гацанію гібридну «Зані F₁», катрантус гібридний «Titan F₁» червоного, білого, рожевого кольору та чорнобривці прямостійні «Diskavery F₁» жовтого кольору. На центральній вісі квітника пропонується висадити стрічку з самшиту вічнозеленого, сформованого у вигляді кулі. Вона утворить стаціонарну вісь симетрії і спростить щорічну розбивку малюнку квітника.

Для підвищення рівня благоустрою проєктом рекомендовано додаткове встановлення 8 лав для тривалого відпочинку і 8 урн. Розрахункова вартість реалізації проєкту 297860,00 грн.

Завдяки проєктним пропозиціям деревні насадження майдану Університетського набудуть доглянутого вигляду, центральна квіткова композиція меморіалу буде оновлена: яскраві контрастні кольори, поєднані у лаконічний геометричний малюнок.

Використання весняного квіткового оформлення дозволить значно продовжити період її декоративності.

Використання рекомендованих у проєкті гібридних сортів квіткових культур дозволить спростити догляд за квітником і підвищити його естетичну привабливість. Запропоновані рішення органічно увійдуть у загальний архітектурно-меморіальний комплекс, що дозволить підняти рівень благоустрою в одному з центральних місць Запоріжжя, влаштувати умови для комфортного відпочинку мешканців і створити урочистий настрій.

Список використаних джерел

1. Воробйов О.К., Петрикин В.І., Шерстюк О.С. Запоріжжю — 200. Історіко-публіцистичний нарис. Днепропетровськ: Видавництво «Промінь».1970. 212 с.
2. Гатальська Н. В. Меморіальні парки воєнної тематики в культурно-історичному, рекреаційному та ідеологічному контексті (на прикладі м. Києва). *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017, №68 (4).
3. Панченко Т. Ф. Проблеми та засоби підвищення рівня архітектурно-ландшафтно організації міських територій. *Региональные проблемы архитектуры и градостроительства*. 2013. Вип. 11–12. С. 85–91.
4. Stroud Scott R, Henson Jonathan A. Memory, Reconstruction, and Ethics in Memorialization. *J. Speculative Philos.* 2019. V. 33, no. 2. P. 282–299.
5. Stevens Quentin, Franck Karen A. Memorial As Spaces of Engagement: Design, Use, and Meaning. New York and London: Routledge, 2015. 280 p.

Шилова А.М.
*група ФМ-25.2-1м ОП «Фармація»
Інститут біомедичних технологій
Відкритий міжнародний університет
розвитку людини «Україна»
Науковий керівник: Шостак Л.Г., к. фарм. н.,
доцент кафедри фармації
Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»*

ВПЛИВ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ЗАБРУДНЮВАЧІВ НА ВОДНІ ЕКОСИСТЕМИ

Сучасний світ зіштовхується з безпрецедентними екологічними викликами, серед яких особливу увагу привертає забруднення навколишнього середовища хімічними речовинами. Значним джерелом такого забруднення є фармацевтична промисловість, яка, незважаючи на ключову роль у забезпеченні здоров'я населення, водночас спричиняє серйозні екологічні проблеми.

Залишки лікарських засобів, що потрапляють у воду, ґрунт та атмосферу, створюють серйозні ризики для екосистем та здоров'я людей [1]. За даними Міжнародної фармацевтичної федерації (FIP), 559 активних фармацевтичних інгредієнтів були виявлені у різних компонентах навколишнього середовища, включаючи поверхневі води, ґрунтові води та ґрунт [2]. В Україні щорічно утворюється близько 380–400 тис. тонн медичних та фармацевтичних відходів, із яких 100–120 тис. тонн класифікуються як небезпечні [3].

Сьогодні все більше науковців звертають увагу на те, як фармацевтичні препарати та їх метаболіти потрапляють у навколишнє середовище. Виявляється, що у водних об'єктах Європи вже знайдено понад 3000 різних фармацевтичних речовин. Хоча їх концентрації зазвичай коливаються від кількох

нанограмів до мікрограмів на літр, навіть така низька кількість здатна чинити вплив на екосистеми.

Основним джерелом цих забруднювачів є люди. У домашніх аптечках накопичуються залишки ліків, які не були використані до кінця, або придбані без реальної потреби. Дослідження показують, що в США лише 2 % амбулаторних пацієнтів завершують курс лікування без залишку препарату, а у Великобританії таких близько половини. Самолікування, невиконання призначень лікаря та неконтрольований продаж медикаментів призводять до швидкого накопичення фармацевтичних відходів [4].

Стічні води лікарень та фармацевтичних підприємств є другим за значимістю джерелом забруднення. Вони мають у 15 разів вищий потенціал екотоксичності порівняно з міськими стоками. Значний внесок робить і сільське господарство: ветеринарні препарати, антибіотики для риби та органічні добрива потрапляють у водойми, ґрунт і, в кінцевому результаті, до харчового ланцюга.

У лабораторних дослідженнях було показано, що суміші лікарських засобів, які в природі зустрічаються одночасно, можуть чинити ефект, що окремо жоден препарат не проявляє. Так, комбінація антибіотиків, протисудомних та серцево-судинних препаратів змінювала параметри розвитку клітин людського ембріону *in vitro* [4].

Особливу тривогу викликають антибіотики, які погано метаболізуються і виводяться в незмінному вигляді. Вони не лише потрапляють у річки та стічні води, а й сприяють формуванню факторів антибіотикорезистентності. Більш того, фармацевтичні препарати під час природного розкладання у воді чи ґрунті утворюють нові сполуки, які теж можуть бути токсичними.

Аналітичні дослідження показали, що річки та питна вода багатьох країн містять залишки антибіотиків і гормональних препаратів. Так, у річках Іспанії виявили ципрофлоксацин, еритроміцин, кларитроміцин та інші препарати у концентраціях від кількох до понад тисячі нанограмів на літр. У Китаї норфлоксацин, офлоксацин та ципрофлоксацин у річках виявили у концентраціях понад 5000 нг/л. Навіть у морській воді зустрічаються сліди антибіотиків, хоч їх концентрації набагато нижчі.

Ґрунтові води, хоч і менш забруднені, ніж річки, теж містять фармацевтичні речовини та їх метаболіти. Наприклад, поблизу Барселони було знайдено 72 лікарських препарати та 23 метаболіти. Стоки лікарень і міських очисних споруд стають основним джерелом фармацевтичного забруднення підземних вод, а висока концентрація антибіотика ципрофлоксацину (до 323 нг/л) пов'язана із застосуванням у сільському господарстві та недостатньою очисткою стоків.

В Україні, де існують регіони з обмеженими водними ресурсами, особливо важливо враховувати потенційну небезпеку повторного потрапляння фармацевтичних речовин у питну воду та продукти харчування. Це створює реальний ризик для здоров'я людей і вимагає уваги до програм збору, утилізації ліків та вдосконалення систем очищення води [4].

Для зменшення негативного впливу фармацевтичної промисловості на навколишнє середовище активно впроваджується концепція «зеленої хімії». Її принципи включають водний синтез, синтез без розчинників, ферментативні методи та біотехнологічний екодизайн нових лікарських засобів. Зменшення кількості синтезованих молекул до їх тестування можливо завдяки оцінці співвідношення структура–активність, що прогнозує біологічні властивості молекул [5].

Стандартні очисні споруди стічних вод не ефективні для видалення фармацевтичних речовин [9]. Активні компоненти можуть міститися навіть у твердих відходах (неякісні або залишки ліків), тому їх вилучення та знешкодження на стадії збору є критично важливим. Один із ефективних методів – електрохімічна деструкція, яка дозволяє повністю руйнувати стійкі до біологічної деградації препарати, зокрема диклофенак, бета-естрадіол, фурасемід, атенолол, цефуроксим та їх суміші [11].

Для отримання дозволу на продаж нових ліків необхідно надати оцінку екологічного ризику: якщо очікувана концентрація активного інгредієнта у воді ≥ 1 мкг/л (FDA, США) або $\geq 0,01$ мкг/л (ЄМА) [10].

На етапі відпуску ліків поширена практика некоректної утилізації неякісних препаратів у каналізацію, що призводить до лише ~68 % їхнього розкладу на очисних спорудах [11].

У країнах ЄС аптеки беруть активну участь у зборі та утилізації лікарських засобів, приймаючи від населення непотрібні

або прострочені ліки. Ефективність цього процесу підвищується за наявності фінансової підтримки фармацевтичної промисловості та оптових компаній [8]. Участь аптек у централізованому зборі невикористаних ліків формує соціальні норми поведінки населення відповідно до принципів «зеленої фармації» [8].

Фармацевти повинні: моніторити терміни придатності ліків та вилучати прострочені препарати; забезпечувати їх окреме зберігання; застосовувати ефективні методи утилізації та заохочувати населення повертати ліки в аптеку; інформувати населення про безпечну утилізацію [7].

Активна комунікація фармацевтів із медичними працівниками сприяє призначенню ліків з мінімальним екологічним впливом. Прикладом є Швеція, де створено веб-сайт із класифікацією ліків за екологічним ризиком [5].

В Україні аптеки зобов'язані утилізувати вилучені відходи за власний рахунок, використовуючи методи інкапсуляції, інертизації, термічної та хімічної обробки, автоклавування, опромінення або біологічні методи. Однак законодавство характеризується декларативністю та відсутністю чітких механізмів реалізації й контролю, а Національна стратегія управління відходами до 2030 р. не містить конкретних інструментів для вирішення проблеми [7]. Основні причини неналежної утилізації населенням: недостатні знання, відсутність системи повернення ліків, звички, зручність та відсутність відповідальності [6]. Ефективне управління фармацевтичними відходами через «зелену хімію», утилізацію та просвітництво забезпечує екологічну безпеку та сталий розвиток галузі.

Список використаних джерел

1. Виноградський В. В., Коваленко С. М. Актуальність питання утилізації фармацевтичних відходів у закладах охорони здоров'я. Актуальні проблеми якості, менеджменту і економіки у фармації і охороні здоров'я: матер. II міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. з міжнар. участю (м. Харків, 19.01.2024 р.). Харків: НФаУ, 2024. С. 203–204. URL: <http://dspace.nuph.edu.ua/handle/123456789/32013>.
2. Green pharmacy practice: taking responsibility for the environmental impact of medicines. The Hague: International Pharmaceutical Federation, 2015. URL: <https://fip.org/files/fip/publications/2015-12-Green-Pharmacy-Practice.pdf>.

3. Толстоусова О. В., Гавриленко К. С. Проблема утилізації фармацевтичних відходів при споживанні в Україні. *Безпека людини у сучасних умовах: зб. доп. 12-ї міжнар. наук.-метод. конф. та 144-ї міжнар. наук. конф. європ. асоц. наук з безпеки (EAS) (м. Харків, 3–4.12.2020 р.)*. Харків. С. 82–84. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/2ad2fb99-985c-4e85-b0a5-491e5baa20de/content>.
4. Нетьосова К.Ю., Євсєєва Л.В., Губін Ю.І., Журавель І.О., Бондарь Н.Г. Забруднення водних об'єктів фармацевтичними препаратами (огляд) URL: <https://dspace.nuph.edu.ua/bitstream/123456789/17635/1/215-220.pdf>
5. Toma A., Crişan O. Green pharmacy — a narrative review. *Clujul Medical*. 2018. Vol. 91. No. 4. P. 391–398. <https://doi.org/10.15386/cjmed-1129>
6. Rogowska J., Zimmermann A. Household pharmaceutical waste disposal as a global problem — a review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022. Vol. 19(23). 15798. <https://doi.org/10.3390/ijerph192315798>
7. Сталінська І. В., Хандогіна О. В. Екологічні проблеми поводження з медичними та фармацевтичними відходами. *International scientific and practical conference (Lublin, 12–13.03.2021)*. Lublin: Baltija Publishing. P. 107–111. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-047-6-27>
8. Nyagah D. M., Njagi A., Njoki Nyaga M. Pharmaceutical waste: overview, management and impact of improper disposal. *Journal of Peerscientist*. 2020. Vol. 3. Is. 2. e1000028. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4088224>.
9. Кіріна І. Вплив діяльності фармацевтичних підприємств на навколишнє середовище та моніторинг поверхневих вод від компанії «Хімлаборреактив». *Фармацевтична галузь*. 2023. № 5(98). URL: <https://promoboz.com/journal/2023/5-98-october/vplyv-diyalnosti-farmatsevytychnyh-pidpryyemstv-na-navkolyshnye-seredovyshhe-ta-monitoryng-poverhnevyyh-vod-vid-kompaniyi-himlaborreaktyv>
10. Коваленко Н. П., Поспелова А. Д., Коваленко Є. А. Лікарські засоби як джерело забруднення навколишнього середовища. *Інноваційні аспекти системи безпеки праці, захисту інтелектуальної власності: матер. всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Полтава, 30–31.08.2016 р.)*. Полтава: ПДАА. 2016. С. 123–127. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/2792/kovalenkontezy.pdf>.

Мазепа Д.О.

*група ФМ-25.2-1м ОП «Фармація»
Інститут біомедичних технологій
Відкритий міжнародний університет
розвитку людини «Україна»*

*Науковий керівник: Буднікова Т.М., д. фарм. н., проф.,
професор кафедри фармації
Інституту біомедичних технологій
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»*

СУЧАСНІ БІОТЕХНОЛОГІЧНІ СТРАТЕГІЇ СТВОРЕННЯ БІОСИМІЛЯРІВ

В останні десятиліття біотехнології посідають провідне місце у розвитку фармацевтичної галузі. Завдяки їм створюються інноваційні лікарські засоби, що забезпечують більш точну та вибірккову дію на патологічні процеси. Їх впровадження стало справжнім проривом у лікуванні таких тяжких хронічних захворювань, як цукровий діабет, ревматоїдний артрит, онкопатологія та анемії. Сучасну медицину вже важко уявити без рекомбінантних інсулінів і їх аналогів, еритропоетинів, пегільованих інтерферонів, низькомолекулярних гепаринів, гранулоцитарних колонієстимулюючих факторів і моноклональних антитіл [3].

Особливо значущими біосиміляри є для лікування орфанних захворювань, забезпечуючи економічно доступні методи терапії та розширюючи доступ пацієнтів. Впровадження біосимілярів стимулює конкуренцію, що сприяє зниженню цін на оригінальні препарати, як, наприклад, у Португалії, де після появи біосимілярів ціна еритропоетину знизилася на 60%, а середня вартість лікування на добу — на 30%.

Біосиміляри охоплюють широкий спектр лікарських засобів у різних терапевтичних напрямках. Серед найпоширеніших прикладів: рекомбінантні інсуліни -біосиміляри інсуліну гларгіну та інсуліну лиспро, що застосовуються для лікування цукрового діабету і дозволяють пацієнтам отримувати ефективну терапію за більш доступною ціною; епоетини — біосиміляри епоетину альфа та бета, що стимулюють вироблення еритроцитів, застосовуються при анеміях різного походження,

зокрема у хворих на хронічну ниркову недостатність або пацієнтів після хіміотерапії; гранулоцитарні колонієстимулюючі фактори (G-CSF) — біосиміляри філграстиму та пегфілграстиму, які використовуються для профілактики нейтропенії у пацієнтів після хіміотерапії та трансплантації кісткового мозку; моноклональні антитіла — біосиміляри адалімумабу (SB5), етанерцепт (SB4), трастузумаб (SB3) та бевацизумаб (SB8), застосовуються при автоімунних захворюваннях (ревматоїдний артрит, псоріаз) та онкологічних патологіях; інші терапевтичні біосиміляри — пегільовані інтерферони, фактори росту імунних клітин та рекомбінантні гормони росту, які використовуються у різних сферах медицини, включно з лікуванням рідкісних (орфанних) захворювань. Всі ці біосиміляри демонструють високу подібність ефективності та безпеки до оригінальних препаратів, водночас дозволяючи значно розширити доступ пацієнтів до сучасної біотехнологічної терапії завдяки нижчій вартості лікування.

Спочатку існували побоювання щодо взаємозамінності біосимілярів та оригінальних препаратів, проте численні дослідження продемонстрували низький рівень ризику. У ЄС зареєстровано понад 70 біосимілярів, завдяки зусиллям ЕМА та національних регуляторних органів. Проте остаточні рішення щодо взаємозамінності приймаються на рівні окремих країн.

Швидке впровадження біосимілярів у країнах Північної Європи показало позитивний вплив на ринок: зросла конкуренція, розширився доступ пацієнтів до важливих методів лікування. Уряди, наприклад у Німеччині та Швеції, стимулюють використання біосимілярів через клінічні настанови та тендери [2].

Разом із тим поява біотехнологічних препаратів супроводжується низкою проблем, серед яких провідною є їх висока вартість. Складність розробки, виробництва та контролю якості зумовлює значні витрати, що робить тривале лікування фінансово обтяжливим як для пацієнтів, так і для системи охорони здоров'я. У випадку синтетичних лікарських засобів проблему доступності вирішують шляхом застосування генериків - препаратів, що за умови доведеної біоеквівалентності є ідентичними оригіналу за ефективністю та безпекою. Однак такий підхід не може бути повністю перенесений на біотехнологічні препарати [3].

Біосиміляр (англ. biosimilar, або similar biological medicinal product за ЕМА; similar biotherapeutic product за ВООЗ та FDA) — це біологічно подібний лікарський засіб, створений як версія вже зареєстрованого біологічного препарату. Подібність доводиться всебічним порівнянням фізико-хімічних характеристик, ефективності та безпеки.

Основною особливістю біологічних ЛП є велика молекулярна маса активної речовини (у сотні і тисячі разів більша за синтетичні молекули), складність синтезу та складність визначення лікувальних властивостей.

Біосиміляри, на відміну від класичних генериків, не є точними копіями оригінального біологічного препарату. Неможливо відтворити абсолютно ідентичні клітинні лінії та повністю повторити складний багатоступеневий виробничий процес. Тому активна речовина біосиміляру є не ідентичною, а лише подібною до оригінальної молекули [1].

Відмінності можуть виникати через особливості клітин-продуцентів, методи культивування, очищення та посттрансляційні модифікації, зокрема глікозилювання. Ці фактори впливають на фармакокінетичні властивості та імуногенність препарату. Навіть незначні зміни у виробничому процесі здатні спричинити варіації у тривимірній структурі молекули, співвідношенні ізоформ або наявності домішок, зокрема ендотоксинів.

Головною проблемою безпеки біологічних лікарських засобів є їх імуногенність. Біофармацевтичні препарати, отримані з живих клітин, можуть викликати імунну відповідь, яку складно передбачити лише за хімічним чи структурним аналізом. На імуногенність впливають домішки, структурні зміни під час виробництва або зберігання, шлях введення препарату та індивідуальні особливості пацієнта (генетика, основне захворювання, імунний статус). Наслідком може бути розвиток антитіл до препарату, побічні реакції імунного генезу та зниження ефективності лікування.

Оцінка безпеки біосимілярів передбачає доклінічні та клінічні дослідження, а також тривалий фармаконагляд після реєстрації. Регуляторні органи (наприклад, ЕМА) встановлюють спеціальні настанови для різних класів біосимілярів, враховуючи складність молекул та виробничих процесів. Фокус фармаконагляду зосереджується на важливих ризиках, здат-

них вплинути на співвідношення «ризик/користь», що забезпечує безпеку та надійність біологічних лікарських засобів протягом усього життєвого циклу

Для розвитку ринку біосимілярів важливі освіта та просвітницька робота серед медичних працівників, пацієнтів і регуляторів, що сприяє довірі та безпечному застосуванню препаратів. Активний інтерес проявляють США та Японія, що підсилює глобальну конкуренцію та стимулює розробку доступних і ефективних методів лікування для пацієнтів [4].

Отже, біосиміляри формують новий підхід до лікування тяжких і рідкісних захворювань, поєднуючи ефективність, безпеку та економічну доступність, і потребують високого рівня регуляторного контролю та освітньої підтримки для медичних працівників і пацієнтів.

Список використаних джерел

1. Біосиміляр. Режим доступу: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/5656/biosimilyar?PageSpeed=noscript> (дата звернення 26.12.2025).
2. Біосиміляри - не генерики: у чому відмінність та потенціал для розвитку? Компендіум. Режим доступу: <https://compendium.com.ua/news/biosymilyary-ne-generyky-u-chomu-vidminnost-ta-potentsial-dlya-rozvytku/> (дата звернення 28.12.2025).
3. Біосиміляри: за і проти. Проблеми, що виникають при застосуванні біосимілярів, та підходи до їх вирішення. Аптека.UA. № 44 (965) 10 Листопада 2014 р. Режим доступу: <https://www.apteka.ua/article/312063> (дата звернення 28.12.2025).
4. Матвеева Е.В., Блихар В. Е., Яйченя В. П. Біосиміляри. Питання безпеки їх застосування. Режим доступу: www.umj.com.ua/uk/publikatsia-25994-biosimilyari-pitannya-bezpeki-ix-zastosuvannya (дата звернення 25.12.2025).

**СУЧАСНІ НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ
В БІОЛОГІЇ, ЕКОЛОГІЇ, МЕДИЦИНІ ТА ФАРМАЦІЇ**

*Тези доповідей
студентської наукової конференції*

Тези подано у авторській редакції

Комп'ютерне верстання *О.В. Мележик*
Технічне редагування *О.В. Мележик*

Підписано до друку 28.01.2026. Формат 60×84/16.
Умов. друк. арк. 6,8. Тираж 50 прим.

*Віддруковано з оригінал-макета у видавничо-друкарському
комплексі Університету «Україна»
03115, м. Київ, вул. Львівська, 23, тел. (044) 424-56-26, 424-40-69
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 405 від 06.04.01*