

**ДОСЯГНЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ  
ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ  
У БІОЛОГІЇ ТА МЕДИЦИНІ**



**Збірник наукових праць**

**Черкаси 2026**

**Міністерство освіти і науки України**  
**Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького**  
**Тернопільський національний педагогічний університет імені В. Гнатюка**  
**Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя**  
**Черкаський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України**  
**Обласний діагностично-консультативний центр Черкаської обласної лікарні**  
**ДУ «Черкаський обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ»**  
**КНП «Клінічний центр онкології, гематології, трансплантології та паліативної**  
**допомоги Черкаської обласної ради»**  
**КНП «Черкаська центральна районна лікарня» Червонослобідської сільської ради**  
**Фармацевтична група компаній «ЮРІЯ-ФАРМ»**  
**Department of Microbiology and Immunology, The University of Iowa, Iowa City, USA**

## **«ДОСЯГНЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У БІОЛОГІЇ ТА МЕДИЦИНІ»**

**Збірник наукових праць за матеріалами**  
**Всеукраїнської наукової конференції**  
**з міжнародною участю**

**Черкаси 2026**

**Досягнення та перспективи лабораторних досліджень у біології та медицині.** Збірник наукових праць за матеріалами Всеукраїнської наукової конференції з міжнародною участю. 28-29 травня 2026 року / За ред. Соколенка В. Л. Черкаси: ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2026. 80 с.

***Рецензенти:***

доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін Тернопільського національного педагогічного університету ***В. І. Шейко;***

кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімії та наноматеріалознавства Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького ***В. А. Литвин***

*Рекомендовано до друку Вченою радою Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького (протокол № 11 від 18.06.2026 року)*

До збірника увійшли матеріали, що стосуються лабораторної діагностики передпатологічних та патологічних станів; лабораторної діагностики інфекційних чинників; лабораторної оцінки якості фармацевтичної та харчової продукції; значення лабораторних досліджень у період воєнного стану; значення лабораторних досліджень у науковій діяльності вищих навчальних закладів. Окремий розділ сформовано на основі матеріалів щодо лабораторних досліджень на уроках біології в ЗЗСО, перспектив організації біологічних лабораторій в НУШ.

## ЗМІСТ

<b>Розділ 1. ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В БІОЛОГІЇ ТА МЕДИЦИНІ</b>	<b>7</b>
<b>Значення лабораторних досліджень та модернізації лабораторних комплексів у період воєнного часу.</b> Веретільник Д. М., Мосіюк К. В., Карасьова О. А., Суворова Е. О.	<b>8</b>
<b>Ознаки мобілізації прозапальних процесів в осіб студентського віку у період воєнного стану</b> Гончаренко В. В., Соколенко С. В.	<b>11</b>
<b>Хвороба Лайма: ситуація в Черкаській області та в Україні</b> Гончар В. М., Соколенко В. Л.	<b>12</b>
<b>Адаптивні зміни в організмі студентів під впливом навчального навантаження</b> Гулька О.В.	<b>13</b>
<b>Діагностика інфекційних чинників та оцінка мікробного забруднення продукції у лабораторіях різного профілю</b> Гуриненко Є. Г., Черепинська І. С., Побігайло О. В., Соколенко В. Л.	<b>16</b>
<b>Показники вірусного навантаження у ВІЛ-інфікованих Львівської області</b> Доценко Д. В., Соколенко С. В.	<b>17</b>
<b>Показники ліпідного профілю та атерогенних фракцій ліпідів при набутій короткозорості</b> Івасенко А. Ю., Шейко В. І.	<b>18</b>
<b>Динаміка SARS-CoV-2 у постпандемічний період в Черкаській області</b> Курінна А.Ю., Федорченко Н. Ф.	<b>22</b>
<b>Бактеріологічні аналізатори в лабораторній практиці</b> Лазарєва Н. О., Соколенко С. В.	<b>23</b>
<b>Лабораторні методи дослідження наночастинок золота, отриманих методом зеленого синтезу</b> Литвин В.А.	<b>24</b>
<b>Перспективи запровадження національної програми «Скринінг 40+» як фактора раннього виявлення гіперхолестеринемії та цукрового діабету серед населення України.</b> Литовченко І. В.	<b>27</b>
<b>Роль лабораторної діагностики у виявленні та аналізі генетичних маркерів лікарських рослин у фармакологічних дослідженнях</b> Мельник Н. В., Різничук Н. І.	<b>28</b>
<b>Імуногенетичний та фармакохімічний аналіз ідентифікації генів-кандидатів індивідуальної чутливості відносно протипухлинного препарату бортезомібу у хворих на плазмоклітинну мієлому.</b> Мінченко Ж. М.	<b>30</b>

<b>Біохімічні методи діагностики акне</b> Мохонь Л. І., Кучменко О. Б.	<b>32</b>
<b>Окремі прояви старіння імунної системи у працівників освіти в період воєнного стану</b> Кобаль І. В., Соколенко В. Л.	<b>34</b>
<b>Перевірка ефективності дезінфекційних засобів для контролю мікробіологічної контамінації чистих приміщень фармацевтичного підприємства</b> Рубан Н. Ю., Бойко Ю. М., Хоменко А. Ю.	<b>36</b>
<b>Значення та перспективи HLA-типування в супроводі трансплантацій</b> Рудакова Л. І., Джирма Н. Ю., Філімонова Ю. В.	<b>39</b>
<b>Лабораторна оцінка показників безпечності та якості харчових продуктів та сировини</b> Слюсар Т.А., Стецюра І. С.	<b>40</b>
<b>Значення лабораторних досліджень для аналізу формування алостатичного навантаження у біологічних об'єктів з різних таксономічних груп</b> Соколенко С. В.	<b>43</b>
<b>Підготовка магістрів біології для роботи в лабораторіях різного профілю</b> Соколенко В. Л.	<b>45</b>
<b>Діагностична цінність виявлення специфічної сенсibiliзації до <i>Alternaria alternata</i> у пацієнтів з бронхіальною астмою</b> Сокуренко О.В.	<b>47</b>
<b>Вплив імплантації композитних біополімерів на основі полігідроксибутирату на вагові індекси лімфоїдних органів у щурів</b> Федорчук А., Сквороднікова М., Степанкевич Б., Довгий Р., Харчук А.	<b>50</b>
<b>Вплив імуностимуляції на сприйняття та обробку подразників адресованої I та II сигнальним системам на фоні набутої короткозорості високого ступеня</b> Шейко В. І., Волошин О. С., Стрельцова В. В.	<b>53</b>
<b>Показники лейкоцитарної формули у студентів першого року навчання</b> Шувалова Є. В., Соколенко В. Л.	
<b>Detection of TBEV infection</b> Cherkashchenko Liubov	<b>57</b>
<b>Call for a macrophage party: development of LPS injury model for studying phenotypic changes in stria vascularis</b> Yuliana V. Sokolenko, Karyn Jourdeuil, Cathy Yea Won Sung	<b>58</b>
<b>Розділ 2. ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НА УРОКАХ БІОЛОГІЇ В ЗЗСО. ПЕРСПЕКТИВИ ОРГАНІЗАЦІЇ БІОЛОГІЧНИХ ЛАБОРАТОРІЙ В НУШ</b>	<b>62</b>

<b>Інтеграція науково-дослідницького компонента МАН у лабораторний практикум сучасного наукового ліцею</b> Бобкова Н. О., Булава Ю. М.	<b>63</b>
<b>Спектр та значення лабораторних досліджень на уроках біології в закладах загальної середньої освіти</b> Бобкова Н. О., Булава Ю. М.	<b>65</b>
<b>Молекулярне моделювання програмою Avogadro як інструмент НУШ</b> Дем'яненко А. М.	<b>67</b>
<b>Проблеми і перспективи лабораторних досліджень у закладах загальної середньої освіти</b> Назаренко Н. В., Шмиголь І. В.	<b>70</b>
<b>STEM-підхід як засіб підвищення ефективності лабораторних досліджень у навчанні хімії в умовах НУШ</b> Шафорост Ю. А., Баранова Д. І., Войко А. О.	<b>72</b>
<b>Лабораторні дослідження на уроках біології в ЗЗСО як шлях до формування дослідницької компетентності здобувачів освіти</b> Шелюк Ю. С.	<b>74</b>
<b>Учасники конференції:</b>	<b>77</b>

## **Розділ 1**

# **ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В БІОЛОГІЇ ТА МЕДИЦИНІ**

## **Значення лабораторних досліджень та модернізації лабораторних комплексів у період воєнного часу**

Веретільник Д. М., Мосіюк К. В., Карасьова О. А., Суворова Е. О.

*Черкаський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, м. Черкаси, Україна*

Лабораторні дослідження мають міжгалузеве значення та охоплюють різні напрямки – від медицини до біотехнології. Вони лежать в основі належного функціонування медицини, екологічного контролю, правоохоронної діяльності тощо.

В умовах воєнного стану окремі галузі лабораторної діагностики зазнають змін задля підтримки безпеки населення, пошуку безвісти зниклих осіб, ідентифікації невпізнаних тіл та для подальшого відновлення ресурсів країни після завершення воєнного стану.

Розвиток та модернізація лабораторної справи в умовах війни має свої труднощі, а саме: ускладнюється відсутністю необхідних реактивів та обладнання; перебоями з електропостачанням; безпекою фахівців під час робочого процесу, коли наявні довготривалі повітряні тривоги із загрозою бойового вильоту; адаптацією міжнародних протоколів, методик та інструкцій відповідно до можливостей функціонування певного регіону.

В період воєнного стану зростає необхідність в ідентифікації невпізнаних тіл та безвісти зниклих осіб.

Дослідження структури ДНК та принципу ДНК-аналізу, сприяло можливості в сучасних умовах встановлювати генетичні ознаки біологічних слідів людини та біологічних зразків живих осіб чи трупів. Наразі ДНК-аналіз вважається найточнішим методом ідентифікації осіб, що широко використовується в криміналістиці та судово-медичній практиці.

При проведенні молекулярно-генетичних досліджень найчастіше використовуються такі об'єкти біологічного походження, як кров, букальний епітелій, остеодентальний матеріал (кістки, зуби), волосся людини, сперма, піднігтьовий вміст та контактні сліди. За результатами молекулярно-генетичних досліджень також відбувається документація воєнних злочинів, що чинилися представниками країни-агресора, та встановлюється спорідненість осіб, що були примусово евакуйовані чи депортовані з окупованих територій [1].

В умовах воєнного стану завантаженість ДНК-лабораторій стрімко зростає по всіх регіонах України. У зв'язку зі збільшенням чисельності безвісти зниклих осіб, виникла необхідність у швидкій та точній ідентифікації невпізнаних тіл. З цією метою більшість біологічних лабораторій МВС України були оснащені автоматизованою системою швидкого ДНК-типуювання закритого типу – RapidНІТ ID System, проведено багатоступеневе навчання персоналу лабораторій з метою перекваліфікації кадрів.

Автоматизована система RapidНІТ ID System дозволяє отримати генетичний профіль зі зразка букального епітелію або крові особи протягом 90 хвилин, без необхідності виконання складного циклу лабораторних досліджень.

Вказану автоматизовану систему можливо використовувати навіть в польових умовах, оскільки прилад надійно захищений від контамінації та впливу навколишніх умов. В комплекті до автоматизованої системи RapidNIT ID System використовуються спеціальні картриджі від виробника. Зразок біологічного матеріалу особи поміщається до картриджа, з допомогою якого система проводить автоматичне виділення ДНК, ампліфікацію STR-локусів та електрофоретичне розділення без участі лаборанта. По завершенню роботи приладу формується електрофореграма, яка потребує інтерпретації спеціалістом в молекулярно-генетичній галузі знань. В більшості випадків RapidNIT ID System використовується для генотипування близьких родичів безвісти зниклих осіб. Отримані ДНК-профілі поміщаються в Електронний реєстр геномної інформації людини з метою пошуку збігів [2].

Впровадження таких заходів та нового обладнання дало можливість частково розвантажити існуючі повнопрофільні ДНК-лабораторії України за рахунок дослідження новоствореними лабораторіями букального епітелію родичів безвісти зниклих осіб.

В подальшому з метою прискорення виконання молекулярно-генетичних досліджень на базі ДНК-лабораторій з автоматизованою системою RapidNIT ID System були створені лабораторії прямої ампліфікації ДНК. В даних лабораторіях проводиться дослідження генетичного матеріалу без етапу оцінки якості і кількості виділеної ДНК та можливості її нормалізації. Даний метод дозволяє одночасно виконувати дослідження великої кількості зразків з мінімальними ризиками контамінації. Основними перевагами лабораторій прямої ампліфікації в умовах воєнного стану є: мінімальний час для підготовки зразків; мінімізація витрат реактивів; відсутність втрати генетичного матеріалу.

З метою зниження ризику контамінації, ДНК-лабораторії прямої ампліфікації мають чітке зонування приміщень. Сучасні лабораторії молекулярно-генетичних досліджень оснащені такими зонами: підготовка реагентів, виділення ДНК, внесення зразків та реагентів для ампліфікації STR-локусів, постаампліфікаційний аналіз результатів. Під час роботи використовується таке лабораторне обладнання: генетичні аналізатори, термоциклери, термошейкери, термостати, центрифуги, міні-центрифуги, УФ-бокси, піпет-дозатори тощо.

Лабораторія прямої ампліфікації дає можливість досліджувати не лише аутосомальний ДНК-профіль особи, а і У- та Х-хромосоми, що дозволяє встановлювати біологічну спорідненість використовуючи два методи дослідження.

У-хромосома успадковується по чоловічій лінії без змін. Таким чином вказане дослідження дозволяє підтвердити спорідненість родичів по чоловічій лінії. Сучасні тестові набори дозволяють отримувати генетичний профіль У-хромосоми навіть з мінімальної кількості генетичного матеріалу.

Коли стандартного аутосомного аналізу недостатньо для підтвердження або спростування спорідненості осіб, рекомендовано використовувати метод дослідження Х-хромосом, для встановлення родинних зв'язків між особами жіночої статі або при непрямих формах спорідненості. Особливе значення дане

дослідження має при аналізі спорідненості між такими родичами як бабуся та онука, мати та діти, батько та донька. Сучасні тестові набори (X-12) забезпечують високу чутливість та точність дослідження [3].

У воєнний час зростає необхідність в ідентифікації та в встановленні генетичних профілів не лише зі зразків букального епітелію, а й з решти об'єктів біологічного походження, зокрема кісткових решток. Наразі майже по всій території України функціонують повнопрофільні ДНК-лабораторії, що являють собою спеціалізований лабораторний комплекс. Основне завдання вказаних лабораторій – це проведення генетичних досліджень різних об'єктів біологічного походження: крові, букального епітелію, остеодентального матеріалу, волосся, біологічних слідів на різних стадіях деградації ДНК. Молекулярно-генетичне дослідження в повнопрофільній ДНК-лабораторії складається з таких етапів: прийом та підготовка біологічного матеріалу; виділення ДНК з об'єктів біологічного походження; ПЛР в реальному часі, що дозволяє нормалізувати об'єкти для отримання більш точних результатів; ампліфікація STR-локусів; капілярний електрофорез; інтерпретація отриманих результатів.

Структура повнопрофільної ДНК-лабораторії також вимагає чіткого зонування приміщень на відносно "чисті" та "брудні" зони для запобігання контамінації генетичного матеріалу. Для підвищення швидкості та точності дослідження використовуються автоматизовані системи виділення ДНК, ампліфікатори та генетичні аналізатори з програмним забезпеченням для різних типів досліджень, термошейкери, термостати, центрифуги, міні-центрифуги, УФ-бокси, піпет-дозатори, ламінарні бокси тощо. Основними методами, що використовуються в процесі функціонування лабораторій являються: аутосомний STR-аналіз; дослідження Y-хромосоми та X-хромосом; аналіз мітохондріальної ДНК [4].

В умовах воєнного стану повнопрофільні ДНК-лабораторії забезпечують ідентифікацію загиблих, дослідження масових поховань, криміналістичний аналіз біологічних слідів, встановлення родинних зв'язків та формування Електронного реєстру геномної інформації людини. Їх модернізація є актуальним і пріоритетним завданням сьогодення.

## Література

1. Butler J. M. Forensic DNA Typing: Biology, Technology, and Genetics of STR Markers. 3rd ed. Academic Press, 2023. 560 p.
2. RapidHIT™ ID System v1.3.1 User Guide. Applied Biosystems, 2021. 190 p.
3. Герілович А. П., Єрошенко Г. А., Коровін І. В., Кінаш О. В., Герілович І. О., Родина Н. С. Молекулярно-генетичні методи діагностики : навч. посіб. 2022. 148 с.
4. Судово-медична експертиза об'єктів біологічного походження за STR локусами ядерної ДНК з використанням полімеразно-ланцюгової реакції : навч.-метод. посіб. / Б. В. Михайличенко, В. Д. Мішалов, А. М. Біляков, В. В. Войченко. Київ, 2012. 83 с.

## **Ознаки мобілізації прозапальних процесів в осіб студентського віку у період воєнного стану**

Гончаренко В. В.<sup>1</sup>, Соколенко С. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя,  
м. Ніжин, Україна*

<sup>2</sup>*Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького  
м. Черкаси, Україна*

Студентська молодь в Україні перебуває зараз умовах хронічного стресу. На зміну емоційної напруги, викликаній пандемією COVID-19, прийшли фактори підвищеної тривожності, спричинені воєнним станом. Наукові публікації свідчать, що стрес різної природи може мобілізувати прозапальні явища [2]. Визнаними продуцентами медіаторів запалення є всі популяції лейкоцитів, що відповідають за вроджену імунну відповідь [4].

Ми проаналізували показники лейкоцитів, які вважаються клітинними прозапальними факторами у студентів віком 18-21 років у період воєнного стану в 2023 році. Встановили, що у всіх обстежених студентів, спостерігаються ознаки помірної мобілізації прозапальних процесів, ознаками яких були зміщення до верхньої межі норми з окремими випадками виходу за неї кількості базофілів, еозинофілів та моноцитів. Особливо вираженим наслідком, асоційованим з прозапальними процесами, був вихід у багатьох обстежених за верхню межу норми відносної та загальної кількості паличкоядерних нейтрофілів. Це свідчить про стан хронічного стресу у студентів, не залежно від попереднього інфікування SARS-CoV-2. Студентська молодь, попри свій вік, наразі є групою ризику стрес індукованої мобілізації процесів запалення.

Важливий показник наявності стресу та інтенсифікації запальних процесів є нейтрофільно-лімфоцитарний індекс (НЛІ). Рекомендованим діапазоном норми для нього є інтервал від 1 до 2 [1; 5]. У більшості обстежених нами студентів показник перевищив значення 3, що зумовлено істотним зниженням кількості лімфоцитів і зростанням кількості паличкоядерних нейтрофілів. Хоча раніше в джерелах літератури таку тенденцію розглядали не лише проявом стресу, а початком патологічного процесу, нові дані свідчать про необхідність обережної інтерпретації [3; 5]. Тим більше виражених ознак гострих чи хронічних захворювань в обстежених лікарі не виявили. Проте, отримані дані свідчать про необхідність регулярного моніторингу доступних для аналізу біологічних індикаторів прозапальних явищ для визначення груп ризику потенційного порушення діяльності імунної системи та розвитку латентних патологій в осіб студентського віку.

### **Література**

1. Buonacera A., Stancanelli B., Colaci M., Malatino L. Neutrophil to lymphocyte ratio: an emerging marker of the relationships between the immune system and diseases. *International journal of molecular sciences*. 2022. Vol. 23(7). P. 3636. <https://doi.org/10.3390/ijms23073636>

2. Jia, H., Guo, X., Wei, Y., Can, C., He, N., Zhang, H., ... & Ma, D. (2025). Chronic stress, gut microbiota, and immunity: interconnections and implications for health. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 480(12), 5995-6014. <https://doi.org/10.1007/s11010-025-05376-y>
3. Lagunas-Rangel, F. A. (2025). Neutrophil-to-lymphocyte ratio in aging: Trends and clinical implications. *Experimental Gerontology*, 112908. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2025.112908>
4. Limberg, M. M., Weihrauch, T., Gray, N., Ernst, N., Hartmann, K., & Raap, U. (2023). Eosinophils, basophils, and neutrophils in bullous pemphigoid. *Biomolecules*, 13(7), 1019. <https://doi.org/10.3390/biom130710191>.
5. Zahorec, P. (2021) Neutrophil-to-lymphocyte ratio, past, present and future perspectives. *Bratislava Medical Journal*. 2021, 122(7), 474-488. [https://doi.org/10.4149/BLL\\_2021\\_078](https://doi.org/10.4149/BLL_2021_078)

## **Хвороба Лайма: ситуація в Черкаській області та в Україні**

Гончар В. М.<sup>1</sup>, Соколенко В. Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ДУ «Черкаський обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України», м. Черкаси, Україна

<sup>2</sup>Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького) м. Черкаси, Україна

Хвороба Лайма – найпоширеніша зоонозна інфекція в Європі та Північній Америці, що передається кліщами. Зазвичай проявляється у собак і людей, рідше – у коней і, потенційно, котів. Інші ссавці (іноді – птахи) можуть заразитися, але без клінічних ознак захворювання. Хворобу Лайма викликає спірохета *Borrelia burgdorferi*. Діагностика починається з загального анамнезу після ймовірності контакту з кліщем-переносником і продовжується лабораторними дослідженнями [2]. За останні 15 років навантаження хвороби Лайма в Європі різко зросло в ендемічних регіонах і поширилося на нові території [1; 3]. Захворювання є значною проблемою громадського здоров'я в Україні, кількість зареєстрованих випадків постійно зростає з моменту початку офіційної реєстрації у 2000 році. Найвищий рівень захворюваності був зареєстрований у 2023 році, 83,2% випадків було зареєстровано серед міських жителів. Піки у 2015 та 2022 роках свідчать про потенційні зв'язки із соціально-політичними негараздами, зокрема, війною й міграцією населення [3].

У Черкаській області епідситуація щодо хвороби Лайма є нестабільною, протягом останніх років показники захворюваності перевищують середньодержавні. У 2021 році в області зареєстровано 157 випадків Лайм-бореліозу, у 2023 році – 362 випадки, у 2024 році – 364 випадки, у 2025 році – 248 випадків. Зниження кількості випадків у 2025 році свідчить про посилення профілактичних та протиепідемічних заходів на відповідних територіях. Серед інфікованих відсоток осіб жіночої статі вищий, ніж осіб чоловічої, основні території інфікування – паркові зони та присадибні ділянки, менше випадків відмічено для лісу, сільської місцевості та поблизу від річок.

Фахівцями ДУ «Черкаський ОЦКПХ МОЗ» досліджено на природну інфікованість бореліями відловлених чи знятих з людей іксодових кліщів. Позитивні результати, залежно від року, коливаються в межах 10-12% кліщів.

Дослідження кліщів проводили мікроскопією у темному полі для виявлення рухомих. Активно впроваджується дослідження методом ПЛР, який виявляє ДНК *Borrelia burgdorferi* безпосередньо в тілі комахи. Метод дозволяє швидко оцінити ризик інфікування.

### Література

1. Stark, J. H., Pilz, A., Jodar, L., & Moïsi, J. C. (2023). The epidemiology of Lyme borreliosis in Europe: an updated review on a growing public health issue. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 23(4), 139-141. <https://doi.org/10.1089/vbz.2022.0068>
2. Stose, L. (2025). Lyme disease – *Borrelia burgdorferi*. *The One Health Model as Applied to Zoonotic Diseases*, 92-95. <https://doi.org/10.1002/9781119985853.ch3.20>
3. Zolotukhin, O., Tril, V., Volkova, A., & Konechnyi, Y. (2024). Lyme disease in Ukraine in 2000–2023. *Przegląd Epidemiologiczny-Epidemiological Review*, 78(4), 375-380. <https://doi.org/10.32394/pe/195666>

### Адаптивні зміни в організмі студентів під впливом навчального навантаження

Гулька О.В.

*Тернопільський національний університет педагогічний ім. В. Гнатюка  
м. Тернопіль, Україна*

Дослідження морфофункціональних механізмів адаптації організму людини до дії чинників різної етіології залишаються актуальними через мінливість ендогенних та екзогенних факторів середовища. Одним із найінформативніших неінвазивних методів оцінки адаптаційних можливостей організму є аналіз варіабельності серцевого ритму (ВСР), що дозволяє оцінити функціональний стан регуляторних систем, баланс симпатичного та парасимпатичного відділів автономної нервової системи (АНС), а також рівень напруження адаптаційних механізмів [2]. Сучасні наукові публікації показують, що серцевий ритм та його показники є найдоступнішими маркерами формування адаптацій в організмі до дії фізичних, психоемоційних та навчальних навантажень [4, 6]. Тому аналіз пристосувальних реакцій та оцінка функціонального стану організму студентів за показниками ВСР є важливими у профілактиці та попередженні розвитку дезадаптивних змін.

Для оцінки адаптації організму студентської молоді проводили реєстрацію показників ВСР за допомогою кардіографічного комплексу CardioLab2000 у першій половині дня (з 9.00 до 13.00 год) з дотриманням вимог [5]. Короткотривалі 5-хвилинні записи ВСР є загальноприйнятим стандартом оцінки автономної регуляції серцевої діяльності у стані спокою, оскільки забезпечують достатню валідність часових і спектральних показників серцевого ритму за умов стандартизованого лабораторного контролю [1]. У сучасних дослідженнях показано, що саме 5-хвилинні записи є оптимальними для аналізу барорефлекторної активності та симпато-вагального балансу. [1, 3]. Отримані результати вимірювань описували статистичними (RRNN, Мо, АМо, ВР, SDNN), геометричними (CV, HVR-індекс), спектральними (HF, LF, VLF,

LF/HF, TP, HF(%), LF(%), VLF(%) показниками ВСР та індексами, розрахованими на основі статистичних показників, – ІВР, ВІР, ПАІР, ІН [2, 5]

До участі в експерименті були залучені 125 волонтерів (жінки) Тернопільського національного педагогічного університету ім. В.Гнатюка. Волонтерки були поділені на групи за фаховою підготовкою: іноземні мови (ІМ, n=33), фізичне виховання (ФВ, n=32), фізика і математика (ФМ, n=30), хімія і біологія (ХБ, n=30). Збір даних проводили на I курсі після 4-ох тижнів адаптації до умов навчання у ЗВО. Ці ж студентки повторно були залучені до експерименту під час навчання на IV курсі. Реєстрацію показників ВСР проводили у II фазі ОМЦ. Студенток з відхиленнями у стані здоров'я та поганим самопочуттям на момент обстеження не було.

Математичну обробку даних проводили за допомогою програми Statistica 6.0. Нормальність розподілу визначали за критерієм Шапіро-Уілке. Достовірність відмінностей оцінювали за непараметричним критерієм для зв'язаних вибірок – Манна-Уїтні. Статистичну значущість вважали достовірною при  $p < 0,05$ .

При аналізі отриманих даних були виявлені загальні тенденції: в усіх досліджуваних групах на 4 році навчання зросли показники RRNN та  $M_0$  ( $p < 0,05$ ) та знижувався VLF ( $p < 0,05$ ), що вказувало на врегулювання роботи серця і зниження активності церебральних ерготропних впливів на управління серцевим ритмом.

У студенток групи ІМ виявлено найбільшу кількість достовірних змін показників ВСР, які характеризували впливи різних рівнів регуляції і ланок управління роботи серця. Зростання показників  $M_0$ , RRNN та HF (%) ( $p < 0,05$ ) свідчило про подовження тривалості серцевого циклу при зменшенні частоти серцевих скорочень та збільшення вкладу високочастотного компонента у загальну потужність. В той же час, зростання  $A_{M_0}$ , ІВР та ІН ( $p < 0,05$ ) вказувало на підвищення централізації управління ритмом серця і напруження регуляторних систем, а динаміка SDNN і CV ( $p < 0,05$ ) – на зменшення загальної ВСР. Зменшення VLF та VLF (%) можна пояснити врегулюванням впливу надсегментарних ерготропних механізмів і гуморально-метаболических факторів. При цьому зниження LF/HF свідчило про зміщення вегетативного балансу у бік парасимпатичної ланки регуляції АНС. Такі зміни ВСР у студенток ІМ можна трактувати як прояв адаптаційних перебудов функціональних систем, що проявилось у зменшенні впливу вищих надсегментарних рівнів управління, при цьому активність центрального та автономного контурів регуляції зумовлювали зниження адаптаційних резервів у регуляції роботи серця.

Студентки ФВ характеризувалися зростанням RRNN, HF та HF (%) ( $p < 0,05$ ), як результат посилення вагусного контролю серцевої діяльності та підвищення ефективності автономної регуляції. Підвищення LF (%) ( $p < 0,05$ ) при одночасному зниженні LF/HF ( $p < 0,05$ ) підтверджує думку науковців, що показник діапазону низьких частот спектру відображає не стільки вплив симпатичної ланки регуляції, скільки більш збалансовану взаємодію між обома відділами АНС та активність вазомоторного центру [1]. Зниження показників CV, HVR-індексу та VLF ( $p < 0,05$ ) свідчили про стабілізацію регуляторних

механізмів і зменшення впливу вищих надсегментарних рівнів управління. Студентки ФВ характеризувалися економним типом функціонування серцево-судинної системи та вищим рівнем адаптаційних можливостей організму.

Найменшу кількість достовірних змін досліджуваних показників зафіксовано у групі ФМ, що свідчило про відносну стабільність автономної регуляції та меншу вираженість функціональних змін в організмі під впливом навчальних навантажень. Достовірне зростання  $M_0$  та RRNN ( $p < 0,05$ ) було результатом стабілізації серцевого ритму. Зниження абсолютного та відносного показників VLF ( $p < 0,05$ ) вказували на зменшення впливу вищих надсегментарних рівнів та гуморального каналу регуляції. Це підтверджує сучасні дослідження, які показують, що зниження VLF-компонента часто асоціюється зі зменшенням напруження адаптаційних систем та стабілізацією функціонального стану організму [4]. Загалом зміни ВСР у студенток ФМ свідчили про відносно сталий рівень функціональної адаптації.

У студенток ХБ спостерігали зростання  $M_0$  і RRNN ( $p < 0,05$ ), збільшення показника HF (%) ( $p < 0,05$ ) при зниженні LF, LF (%) і LF/HF ( $p < 0,05$ ), що вказувало на зростання вкладу вагусної активності у загальний спектр при зменшенні впливу симпатичної ланки регуляції. Зниження показників SDNN, CV і TP ( $p < 0,05$ ) свідчили про обмеження функціональних резервів регуляторних систем. Зменшення ВПР та HVR-індексу ( $p < 0,05$ ) вказувало на стабільний характер регуляції серцевого ритму і зниження ступеня регуляторного напруження. Такі зміни ВСР у групі ХБ вказували на розвиток функціональної адаптації організму під впливом оптимізації автономного контролю серцево-судинної системи.

Результати дослідження показали, що навчальні навантаження виступають екзогенним чинником, під впливом якого відбуваються адаптаційні перебудови механізмів регуляції в організмі у студенток різних факультетів. Для всіх досліджуваних груп характерними були врегулювання роботи серця та зниження контролю вищих рівнів управління, що можна пов'язати із віковими особливостями розвитку пристосувальних змін в організмі.

Найбільші адаптивні зміни спостерігали групі ІМ – ВСР характеризувалась централізацією управління ритмом серця та із вираженою симпатикотонією. Студентки ФВ характеризувалися оптимальним функціональним станом з активізацією парасимпатичної ланки АНС, що, ймовірно, пов'язано з вищим рівнем рухової активності та кращими адаптаційними можливостями організму. У групі ФМ пристосувальні механізми формувалися без значних змін ВСР, що вказувало на стабільність регуляторних систем. У групі студенток ХБ адаптивні зміни проявилися активізацією вагусних впливів при зниженні функціональних резервів регулюючих систем організму.

### Література:

1. Hayano, J., & Yuda, E. (2021). Assessment of autonomic function by long-term heart rate variability: beyond the classical framework of LF and HF measurements. *J Physiol Anthropol.* 40, 21. <https://doi.org/10.1186/s40101-021-00272-y>

2. Pham, T., Lau, Z. J., Chen, S. H. A., & Makowski, D. (2021). Heart Rate Variability in Psychology: A Review of HRV Indices and an Analysis Tutorial. *Sensors*, 21(12), 3998. <https://doi.org/10.3390/s21123998>

3. Plaza-Florido, A., Sacha, J., & Alcantara, J.M.A. (2021). Short term heart rate variability in resting conditions: methodological considerations. *Kardiol Pol.* 79(7-8), 745–755. <https://doi.org/10.33963/KP.a2021.0054>

4. Вовканич, Л., & Федьків, М. (2025). Варіабельність серцевого ритму: сучасні підходи та перспективи використання у спорті, медицині та біології. *Біологія та екологія*, 11(1), 58–64. <https://doi.org/10.33989/2025.11.1.336858>

5. Комплекси електрокардіографічні, кардіоком, кардіолаб. Інструкція з медичного застосування. Електронний ресурс URL: <https://xai-medica.com/ua/download.php> (дата звернення: 20.05.2026)

6. Лісун, Ю. Б., & Углев, Є. І. (2020). Варіабельність серцевого ритму, використання та методи аналізу. *Pain, anaesthesia & intensive care*, 4(93), 83–89. [https://doi.org/10.25284/2519-2078.4\(93\).2020.220693](https://doi.org/10.25284/2519-2078.4(93).2020.220693)

### **Діагностика інфекційних чинників та оцінка мікробного забруднення продукції у лабораторіях різного профілю**

Гуриненко Є. Г.<sup>1</sup>, Черепинська І. С.<sup>2</sup>, Побігайло О. В.<sup>3</sup>, Соколенко В. Л.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ДУ «Черкаський обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України», м. Черкаси, Україна

<sup>2</sup>ПП «Імперіал плюс Sladosvit», с.м.т. Чорнобай, Україна

<sup>3</sup>Фармацевтична корпорація ТОВ «Юрія-фарм», м. Черкаси, Україна

<sup>4</sup>Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького) м. Черкаси, Україна

Мікробіота відіграє різноманітне значення в житті людини. Її присутність може бути фактором ризику для здоров'я населення, що створює необхідність ефективної вчасної оцінки, яку здійснюють лабораторії різного профілю. Зокрема, діагностичні лабораторії забезпечують виявлення збудників інфекційних захворювань, оцінку їх характеристик, реакцію організму на інфекцію тощо. Це дає можливість призначити ефективне лікування й надалі контролювати його ефективність. Засобами діагностики є мікроскопічні, бактеріологічні, серологічні, імунологічні та молекулярно-генетичні методи [1]. Всі ці методи використовуються в лабораторіях ДУ «Черкаський обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України». У залежності від методу відрізняється й біоматеріал, необхідний для аналізу.

Ще одним важливим напрямом мікробіологічних досліджень є лабораторна оцінка якості харчової продукції, завдання якої – підтвердити відповідність конкретного продукту національним і міжнародним нормам для можливості його використання на внутрішньому ринку або можливості експорту. Людство здавна використовувало мікроорганізми для виробництва молочних продуктів, хліба, оцту, алкогольних напоїв, ферментції м'яса та овочів. Водночас продукція може зазнати небажаного мікробного забруднення під час обробки, зберігання, транспортування тощо [2]. Тому, окрім фізико-хімічних та органолептичних характеристик, лабораторія виробництва має

оцінити кожен продукт на потенційну присутність патогенних мікроорганізмів (сальмонели, лістерії, кишкової палички), пліснявих грибів, визначити загальну бактеріальну забрудненість [5].

Мікробіологічні дослідження фармацевтичних компаній є невід'ємною процедурою оцінки якості фармацевтичної продукції. Для цього оцінюється як потенційне забруднення базової сировини чи готової продукції, так і мікробом виробничого середовища [3].

Здатність мікроорганізмів розмножуватись у харчових та фармацевтичних продуктах робить їх небезпечними та небажаними. Окрім того, що вони можуть бути інфекційними чинниками, доцільно враховувати їх здатність змінювати фізико-хімічні та біологічні властивості активних інгредієнтів чи перетворювати їх на токсичні речовини [4].

### Література

1. Fournier, P. E., Drancourt, M., Colson, P., Rolain, J. M., Scola, B. L., & Raoult, D. (2013). Modern clinical microbiology: new challenges and solutions. *Nature Reviews Microbiology*, 11(8), 574-585. <https://doi.org/10.1038/nrmicro3068>
2. Gholami-Shabani, M., Shams-Ghahfarokhi, M., & Razzaghi-Abyaneh, M. (2023). Food microbiology: application of microorganisms in food industry. In *Health risks of food additives-recent developments and trends in food sector*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.109729>
3. Gilmore, B. F., & Denyer, S. P. (Eds.). (2023). *Hugo and Russell's pharmaceutical microbiology*. John Wiley & Sons.
4. Nemati, M., Hamidi, A., Dizaj, S. M., Javaherzadeh, V., & Lotfipour, F. (2016). An overview on novel microbial determination methods in pharmaceutical and food quality control. *Advanced pharmaceutical bulletin*, 6(3), 301. <https://doi.org/10.15171/apb.2016.042>
5. Ray, B., & Bhunia, A. (2025). *Fundamental food microbiology*. CRC press.

### Показники вірусного навантаження у ВІЛ-інфікованих Львівської області

Доценко Д. В.<sup>1</sup>, Соколенко С. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Львівський регіональний фтизіо-пульмонологічний

клінічний лікувально-діагностичний центр, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького  
м. Черкаси, Україна

Вірусне навантаження у ВІЛ-інфікованих визначають різними методами, які відрізняються чутливістю, але загалом дають можливість оцінити стан пацієнтів та ефективність призначеної антиретровірусної терапії [1-2]. Показниками вірусного навантаження є кількості копій РНК ВІЛ у 1 мл плазми крові.

Плановий моніторинг вірусного навантаження у ВІЛ-інфікованих Львівської області проводили через 6 міс, 12 міс, а потім – кожні 12 місяців з часу призначення антиретровірусної терапії.

З 01.06.2023 року по 31.12.2025 року обстежено 328 осіб, серед них осіб чоловічої статі 232 (70,7%); жіночої 96 (29,3%). Розподіл вікових груп обстежених: перший зрілий вік (18-35 років) – 90 осіб, з них осіб жіночої статі – 25, осіб чоловічої статі – 65; другий зрілий вік (36-60 років) – 225 осіб, з них осіб жіночої статі – 63, чоловічої – 162; похилий вік (61-70 років) – 13 осіб, з них осіб жіночої статі – 6, чоловічої – 7.

Серед обстежених невизначальне вірусне навантаження (20-50 копій РНК вірусу в 1 мл крові) було у 5 обстежених (3 осіб чоловічої статі другого і 2 осіб жіночої статі). Низьке вірусне навантаження (< 1 000 копій/мл) виявлено у 23 осіб (14 осіб чоловічої статі і 9 осіб жіночої статі). Середнє вірусне навантаження (1 000 – 10 000 копій/мл) виявлено у 42 осіб (31 особи чоловічої статі і 11 осіб жіночої статі). Високе вірусне навантаження (> 10 000 – 100 000+ копій/мл) виявлено у 258 осіб (187 осіб чоловічої статі і 71 особи жіночої статі). У всіх випадках найбільше випадків спостерігалось для осіб другого зрілого віку чоловічої статі. Саме ця когорта виявилась головною групою ризику інфікування ВІЛ.

### Література

1. Bender, A. T., Sullivan, B. P., Zhang, J. Y., Juergens, D. C., Lillis, L., Boyle, D. S., & Posner, J. D. (2021). HIV detection from human serum with paper-based isotachophoretic RNA extraction and reverse transcription recombinase polymerase amplification. *Analyst*, 146(9), 2851-2861.
2. Chen, X., Wu, Y., Cao, G., Wang, X., Ji, Z., Huo, D., ... & Hou, C. (2020). A methodology for ultrasensitive detection of sequence-specific DNA or uracil-DNA glycosylase activity. *ACS sensors*, 5(6), 1615-1623.
3. Ma, M., He, L., Shi, X., Wang, Y., Hai, H., & Wei, X. (2023). Ultrasensitive detection of HIV DNA using an electrochemical biosensor with branched DNA amplification. *International Journal of Electrochemical Science*, 18(10), 100286

### Показники ліпідного профілю та атерогенних фракцій ліпідів при набутій короткозорості

Івасенко А. Ю.<sup>1</sup>, Шейко В. І.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, м. Ніжин, Україна

<sup>2</sup>Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, м. Тернопіль, Україна

Короткозорість (міопія) належить до найбільш поширених порушень рефракції органа зору та є однією з провідних медико-соціальних проблем сучасності [1; 2]. За прогнозами міжнародних епідеміологічних досліджень, до 2050 року це порушення рефракції може охопити до 50 % населення світу, що свідчить про глобальний характер цієї патології зору [1]. Особливе занепокоєння викликає тенденція до збільшення її поширеності серед молодого населення, що пов'язано зі зростанням тривалості зорового навантаження на близькій відстані, використанням цифрових пристроїв, навчальною діяльністю, зменшенням фізичної активності тощо [3].

Набута короткозорість, яка формується упродовж життя, розглядається як складний патофізіологічний стан, що супроводжується адаптаційно-компенсаторними реакціями організму та залученням різних функціональних систем [4; 5].

Поряд із локальними змінами в тканинах ока значну увагу привертають системні метаболічні порушення, зокрема зміни біохімічних показників крові. Одним із сучасних напрямів досліджень є встановлення ролі порушень ліпідного метаболізму у ремоделюванні склери та формуванні міопічних змін [6-8].

Ліпідний обмін відіграє важливу роль у підтриманні структурно-функціонального стану клітинних мембран, судинної стінки та метаболічних процесів у тканинах організму. Порушення співвідношень окремих фракцій ліпопротеїдів можуть відображати ранні передпатологічні зміни, які пов'язані з адаптаційним напруженням та функціональною перебудовою регуляторних систем. Особливий інтерес викликають інтегральні показники атерогенності, які дозволяють комплексно оцінювати характер змін ліпідного обміну. Збільшення коефіцієнта атерогенності (КА), співвідношення тригліцеридів (ТГ) до холестерину ліпопротеїдів високої щільності (ХС ЛПВЩ) та підвищення рівня холестерину не-ліпопротеїдів високої щільності (ХС не-ЛПВЩ) можуть свідчити про формування метаболічних зрушень, що потенційно пов'язані з ризиком серцево-судинної дисфункції [9-11].

Метою нашої роботи було дослідити показники ліпідного профілю та інтегральні показники атерогенних фракцій ліпідів у осіб із набутою короткозорістю.

У дослідженні брали участь волонтери загальною кількістю 150 осіб, включаючи як чоловіків, так і жінок. Усі волонтери були розподілені на дві групи. Контрольна група складалася із 74 осіб, середній вік яких становив  $26,9 \pm 2,2$  року; другу групу склали 76 осіб із набутою короткозорістю різного ступеня, середній вік становив  $27,6 \pm 1,9$  року. Волонтери проходили медичний огляд на базі атестованої МОЗ України клініко-діагностичної лабораторії «CentroLab» та Дніпропетровської обласної клінічної лікарні ім. І. І. Мечникова у м. Дніпро з квітня 2023 до травня 2025 року згідно із загальноприйнятими методиками. Учасники дослідної групи обстежувалися в умовах оптичної корекції зору.

Дослідження виконано відповідно до Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людини у якості об'єкта дослідження», «Загальної декларації з біоетики та прав людини» та відповідного законодавства України [12-14]. Усі волонтери підписали інформовану згоду на участь у дослідженні.

Рівні загального холестерину (ЗХС), ТГ та холестерину ліпопротеїдів високої щільності (ХС ЛПВЩ) визначали у сироватці венозної крові ферментативним методом на автоматичних аналізаторах «Cobas 8000», «Cobas PRO» («Roche Diagnostics», Швейцарія), а також з використанням наборів реактивів «Cholesterol liquicolor», «HDL-Cholesterol» та «Triglycerides liquicolor» («Human», Німеччина). На основі отриманих результатів проводили розрахунок

рівня холестерину ліпопротеїдів низької щільності (ХС ЛПНЩ), холестерину ліпопротеїдів дуже низької щільності (ХС ЛПДНЩ), ХС не-ЛПВЩ, КА, індексів ризику Каstellі (СRI-I та СRI-II), а також співвідношення ТГ/ХС ЛПВЩ та ХС ЛПДНЩ/ЗХС.

Статистичну обробку результатів проводили з використанням методів параметричної статистики. Для кількісних показників визначали середнє арифметичне значення та стандартну помилку середнього. Достовірність відмінностей між показниками оцінювали за t-критерієм Стюдента при рівні статистичної значущості  $p \leq 0,05$ .

У результаті проведених досліджень встановлено, що в осіб із набутою короткозорістю порівняно з практично здоровими людьми спостерігалися зміни показників ліпідного профілю та атерогенних фракцій ліпідів. Виявлено достовірне підвищення рівня ЗХС на 5,8 %; ХС ЛПНЩ – на 9,8 %; ХС ЛПДНЩ – на 14,5 %; ХС не-ЛПВЩ – на 11,5 %. Спостерігалася тенденція до збільшення рівня ТГ на 14,3 % та зменшення ХС ЛПВЩ – на 4,4 %.

Серед інтегральних показників атерогенних фракцій ліпідів у групі осіб із набутою короткозорістю встановлено достовірне підвищення КА на 16,1 %, а також співвідношення ТГ/ХС ЛПВЩ – на 17,4 %. Виявлено тенденцію до збільшення значень СRI-I на 10,5 %, СRI-II – на 13,8 %, а також співвідношення ХС ЛПДНЩ/ЗХС – на 8,3 %.

Хоча всі показники перебували у межах референтних значень, отримані результати можуть свідчити про формування метаболічних змін, що супроводжують адаптаційні реакції організму в умовах тривалого зорового навантаження.

Відомо, що холестерин і ліпопротеїди беруть участь у підтриманні структурно-функціонального стану клітинних мембран та ендотелію судин. Підвищення концентрації атерогенних фракцій ліпопротеїдів асоціюється з розвитком ендотеліальної дисфункції, порушенням мікроциркуляції та метаболічними змінами тканин, що потенційно може впливати на трофіку тканин ока й інших органів [15; 16].

Виявлені зміни інтегральних показників атерогенності можуть розглядатися як непрямі маркери адаптаційного напруження та системної перебудови метаболічних процесів. Підвищення КА відображає відносне переважання атерогенних фракцій ліпопротеїдів над антиатерогенними, що традиційно асоціюється з менш сприятливим метаболічним профілем. Співвідношення ТГ/ХС ЛПВЩ також розглядається як один із чутливих маркерів метаболічних порушень та ранніх змін ліпідного обміну. Його збільшення може вказувати на функціональні особливості енергетичного забезпечення організму в умовах тривалого адаптаційного навантаження.

Таким чином, отримані результати свідчать про те, що набута короткозорість супроводжується не лише локальними змінами органа зору, а й системними змінами біохімічних показників крові. Виявлені зміни ліпідного профілю та інтегральних показників атерогенних фракцій ліпідів можуть розглядатися як маркери передпатологічних метаболічних зрушень та відображати адаптаційно-компенсаторні реакції організму.

## Література

1. Holden B. A., Fricke T. R., Wilson D. A., et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*. 2016. Vol. 123, No. 5. P. 1036–1042. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2016.01.006>
2. Morgan I. G., Ohno-Matsui K., Saw S. M. Myopia. *The Lancet*. 2012. Vol. 379, No. 9827. P. 1739–1748. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60272-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60272-4)
3. Dolgin E. The myopia boom. *Nature*. 2015. Vol. 519. P. 276–278. <https://doi.org/10.46299/ISG.2024.MONO.MED.1.10.1https://doi.org/10.1038/519276a>
4. Колесник Ю. І., Шейко В. І. Зміни показників гуморального імунітету в умовах короткозорості набутої форми різного ступеню. *Вісник проблем біології і медицини*. 2018. Т. 4, № 2. С. 383–386. <https://doi.org/10.29254/2077-4214-2018-4-2-147-383-386>
5. Івасенко А. Ю., Переходько К. М. Особливості адаптаційних механізмів серцево-судинної системи на тлі набутої короткозорості. *Intermedical journal*. Ужгород: УЖНУ, 2025. Т. 2. С. 128–133. <https://doi.org/10.32782/2786-7684/2025-2-23>.
6. Ohguro H., Umetsu A., Sato T., et al. Lipid metabolism regulators are the possible determinant for characteristics of myopic human scleral stroma fibroblasts (HSSFs). *International Journal of Molecular Sciences*. 2024. Vol. 25, No. 1. Article 501. <https://doi.org/10.3390/ijms25010501>
7. Che D., Lv L., Cao Y., et al. Lipid profile in the aqueous humor of patients with myopia. *Experimental Eye Research*. 2024. Vol. 247. Article 110023. <https://doi.org/10.1016/j.exer.2024.110023>
8. Mori K., Kuroha S., Hou J., et al. Lipidomic analysis revealed n-3 polyunsaturated fatty acids suppressed choroidal thinning and myopia progression in mice. *The FASEB Journal*. 2022. Vol. 36, No. 6. Article e22312. <https://doi.org/10.1096/fj.202101947R>
9. Mach F., Baigent C., Catapano A. L., et al. 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: lipid modification to reduce cardiovascular risk: The Task Force for the management of dyslipidaemias of the European Society of Cardiology (ESC) and European Atherosclerosis Society (EAS). *European Heart Journal*. 2020. Vol. 41, No. 1. P. 111–188. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz455>
10. Rye K. A., Barter P. J. Cardioprotective functions of HDLs. *Journal of Lipid Research*. 2014. Vol. 55, No. 2. P. 168–179. <https://doi.org/10.1194/jlr.R039297>
11. Grundy S. M., Stone N. J., Bailey A. L., et al. 2018 AHA/ACC/AACVPR/AAPA/ABC/ACPM/ADA/AGS/APhA/ASPC/NLA/PCNA Guideline on the Management of Blood Cholesterol: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Journal of the American College of Cardiology*. 2019. Vol. 73, No. 24. P. e285–e350. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.11.003>
12. WMA Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Participants. 2013. <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki/>
13. Universal Declaration on Bioethics and Human Rights. Paris: UNESCO, 2005. <https://www.unesco.org/en/legal-affairs/universal-declaration-bioethics-and-human-rights>
14. Про затвердження порядку проведення клінічних випробувань лікарських засобів та експертизи матеріалів клінічних випробувань і Типового положення про комісії з питань етики : наказ М-ва охорони здоров'я України від 23.09.2009 р. № 690. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1010-09#Text>
15. Katsi V., Argyriou N., Fragoulis C., et al. The Role of Non-HDL Cholesterol and Apolipoprotein B in Cardiovascular Disease: A Comprehensive Review. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*. 2025. Vol. 12, No. 7. Article 256. <https://doi.org/10.3390/jcdd12070256>
16. Kosmas C. E., Rodriguez Polanco S., Bousvarou M. D., et al. The Triglyceride/High-Density Lipoprotein Cholesterol (TG/HDL-C) Ratio as a Risk Marker for Metabolic Syndrome and Cardiovascular Disease. *Diagnostics*. 2023. Vol. 13, No. 5. Article 929. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13050929>

## Динаміка SARS-CoV-2 у постпандемічний період в Черкаській області

Курінна А.Ю., Федорченко Н. Ф.

*ДУ «Черкаський обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України», м. Черкаси, Україна*

Після завершення активної фази пандемії COVID-19 SARS-CoV-2 продовжує циркулювати серед населення, характеризуючись постійною генетичною мінливістю та періодичними підйомами захворюваності. У постпандемічний період особливого значення набувають лабораторний моніторинг та епідеміологічний нагляд за циркуляцією вірусу.

Метою роботи було дослідити особливості динаміки інфікування SARS-CoV-2 та циркуляції його генетичних ліній у Черкаській області у постпандемічний період.

У роботі використано молекулярно-генетичний метод дослідження — полімеразну ланцюгову реакцію (ПЛР). Проведено аналіз результатів лабораторних досліджень за 2020–2025 роки, а також даних щодо генетичних варіантів SARS-CoV-2.

Встановлено поступове зниження кількості тестувань та позитивних результатів, починаючи з 2022 року. У 2023 році кількість ПЛР-досліджень значно зменшилась, що пов'язано із завершенням карантинних заходів та впливом воєнного стану на систему охорони здоров'я. Водночас у 2024-2025 роках продовжували реєструватися окремі випадки та локальні підйоми захворюваності.

Під час дослідження генетичних ліній SARS-CoV-2 встановлено домінування різних варіантів штаму Omicron. У 2023 році виявляли генетичну лінію EG.5.1 («Eris»), а у 2024 році — лінію JN.1 («Jenny») та її похідний варіант FLiRT. За 2025 рік, в результаті секвенування зразків, домінувала нова генетична лінія XFG («Stratus») з додатковими або специфічними мутаціями XFG.3.

Також проаналізовано результати епіднагляду за SARS-CoV-2 у господарсько-побутових стічних водах. Виявлено, що збільшення вірусного навантаження у стічних водах передувало підвищенню рівня захворюваності та госпіталізації населення, що свідчить про ефективність такого моніторингу для раннього прогнозування епідемічної ситуації.

Отримані результати підтверджують доцільність подальшого молекулярно-генетичного моніторингу SARS-CoV-2 та використання епіднагляду за стічними водами як інструменту раннього виявлення епідемічних ризиків.

### Література

1. World Health Organization. Tracking SARS-CoV-2 variants. URL: <https://www.who.int>
2. Centers for Disease Control and Prevention. SARS-CoV-2 Variant Classifications and Definitions. URL: <https://www.cdc.gov>
3. Medema G., Heijnen L., Elsinga G. et al. Presence of SARS-Coronavirus-2 in sewage. MedRxiv. 2020. <https://doi.org/10.1101/2020.03.29.20045880>
4. European Centre for Disease Prevention and Control. Methods for the detection and characterization of SARS-CoV-2 variants.

## Бактеріологічні аналізатори в лабораторній практиці

Лазарєва Н. О.<sup>1</sup>, Соколенко С. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ДУ «Черкаський обласний центр контролю та профілактики хвороб  
МОЗ України», м. Черкаси, Україна

<sup>2</sup>Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького)  
м. Черкаси, Україна

У сучасних клінічних бактеріологічних лабораторіях відбувається низка змін, зокрема, їх автоматизація. Технологічний прогрес призвів до появи нових методів діагностики інфекційних захворювань на основі молекулярної біології і розширив можливості виявлення бактерій та окремих маркерів антибіотико-резистентності. Працівникам бактеріологічних лабораторій важливо набути навичок роботи з новими приладами, щоб мати змогу правильно ставити тести, інтерпретувати їх, а також співпрацювати з іншими діагностичними відділеннями [1; 2].

В бактеріологічній лабораторії ДУ «Черкаський обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України» нещодавно було встановлено автоматичний бактеріологічний аналізатор MicroScan WalkAway 40 Plus. Прилади цієї серії призначені для діагностичної ідентифікації виділених з клінічних зразків мікроорганізмів, а також визначення їх чутливості до антимікробних препаратів.

Для визначення мікроорганізмів у приладі використовуються планшети з ідентифікаційним середовищем, яке реагує на ряд біохімічних речовин, типових для бактерій, важливих з медичного погляду. Щоб визначити мінімальні інгібуючі концентрації антибіотиків (МІК) для мікроорганізму, використовують планшети з лунками, які містять специфічні концентрації антимікробних препаратів. Прилад порівнює дані кожного зчитування тестованої лунки з граничним фіксованим значенням [3].

З початку 2026 року на приладі WalkAway було зроблено 28 аналізів, із них 17 – виділення із ран. Серед ідентифікованих збудників: *P. mirabilis*, *K. pneumoniae*, *S. aureus*, *S. haemolyticus*, *P. fluorescens*, *S. marcescens*, *A. baumannii*, *P. aeruginosa*, *P. vulgaris*, *E. Faecalis*. 9 з виявлених бактерій виявились антибіотико-резистентними. Отримані результати свідчать про ефективність використання сучасного автоматизованого обладнання в бактеріологічних лабораторіях для призначення ефективного цілеспрямованого лікування.

### Література

Patel, R. (2016, October). New developments in clinical bacteriology laboratories. In *Mayo Clinic Proceedings* (Vol. 91, No. 10, pp. 1448-1459). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2016.06.020>

Biney-Assan, T., & Kron, M. (2022). Molecular Microbiology in Clinical Practice: Current and Future Applications: Molecular Microbiology. *AL-Kindy College Medical Journal*, 18(3), 167-172. <https://doi.org/10.47723/kcmj.v18i2.857>

## **Лабораторні методи дослідження наночастинок золота, отриманих методом зеленого синтезу**

Литвин В. А.

*Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького  
м. Черкаси, Україна*

Розвиток нанотехнологій є одним із найперспективніших напрямів сучасної науки. Особливу увагу дослідників привертають наночастинки благородних металів, зокрема золота, завдяки їх унікальним фізико-хімічним і біологічним властивостям. Наночастинки золота широко використовуються у біомедичній діагностиці, системах адресної доставки лікарських засобів та біосенсорах [1].

Властивості наночастинок значною мірою залежать від їх розміру, форми, ступеня агрегації та поверхневого заряду. Саме тому важливим етапом дослідження є застосування сучасних лабораторних методів аналізу, які дозволяють охарактеризувати структуру та стабільність наноматеріалів [1].

Метою роботи є аналіз основних лабораторних методів дослідження наночастинок золота, отриманих методом зеленого синтезу та оцінка їх значення для біологічних і медичних застосувань.

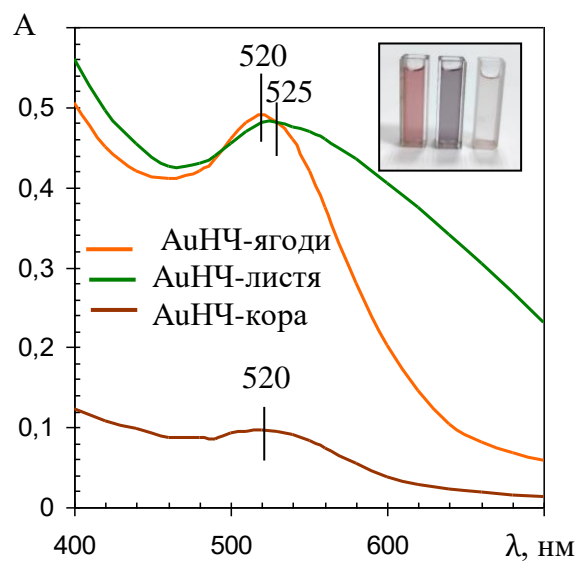
На сьогодні для синтезу наночастинок золота використовують різноманітні фізичні та хімічні процеси, які дозволяють отримувати наночастинки із заданими властивостями. Однак, не дивлячись на широке розповсюдження, це, як правило, вартісні, трудомісткі процеси, спряжені з ризиком та потенційною небезпекою для навколишнього середовища та живих організмів. В останні роки набув розвитку альтернативний та екологічно безпечний метод – зелений синтез наночастинок золота, який передбачає використання в якості відновників  $\text{Au}^{3+}$  йонів та стабілізаторів утворених наночастинок різноманітних рослинних екстрактів.

У цьому контексті особливу увагу привертає горобина звичайна, багата на поліфеноли та антиоксиданти, які здатні ефективно відновлювати й стабілізувати наночастинки золота. Дослідження таких біосинтезованих наноматеріалів є важливим не лише для розвитку зеленої хімії, але й для оцінки їхнього потенціалу застосування.

Для дослідження було використано ягоди, листя та кору горобини звичайної. Для приготування водного екстракту наважку сухої рослинної сировини, перенесли в хімічний стакан та заливали дистильованою водою. Одержану суміш кип'ятили протягом 10 хвилин та охолоджували при кімнатній температурі. Після цього відвар профільтрували для відокремлення рослинних залишків. Отримані водні екстракти різних частин горобини звичайної використовували у синтезі наночастинок золота.

Змішування рослинних екстрактів з  $\text{HAuCl}_4$  у лужному середовищі приводить до утворення наночастинок золота. Наявність в одержаних розчинах наночастинок золота підтверджується також спектром поглинання (рис. 1), який у всіх випадках містить одну смугу із максимумом при 520 нм (у випадку використання ягід та листя горобини) та 525 нм (при використанні кори

горобини). Дана смуга є типовою для нанорозмірного золота і пояснюється явищем поверхневого плазмонного резонансу. Оскільки спектр поглинання містить лише один максимум, то можна зробити висновок, що одержані наночастинки мають сферичну форму. Порівняльний аналіз отриманих спектрів поглинання показує, що найкращим відновником і стабілізатором у синтезі наночастинок золота є екстракт з ягід горобини звичайної, оскільки в даному випадку максимум поглинання є найбільш інтенсивним з чітко вираженим максимумом. В той час як смуга поглинання золю отриманого з використанням листя горобини є досить широкою, що свідчить про широкий розподіл отриманих наночастинок за розмірами. Найменшу інтенсивність мав спектр золю, отриманого з використанням кори горобини, що свідчить про малу кількість утворених наночастинок золота і найгіршу відновлюючу здатність фітореагентів даної частини горобини.

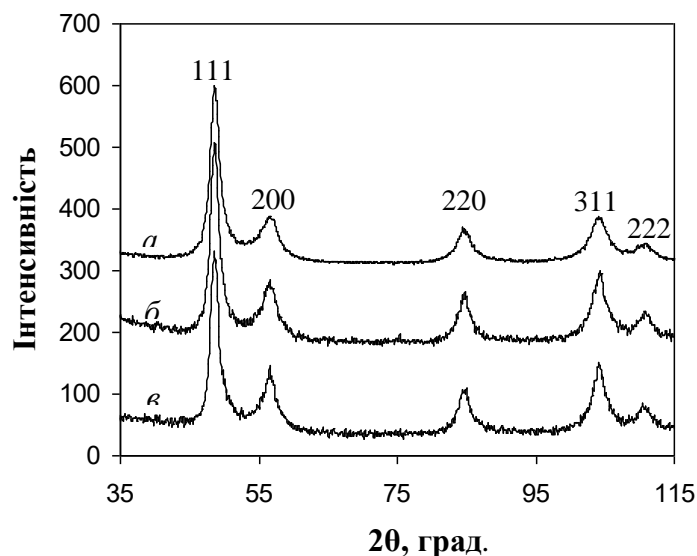


*Рис. 1. Спектр поглинання гідрозолів золота, отриманих зеленим синтезом з використанням екстрактів різних частин горобини звичайної*

Дослідження кристалічної структури синтезованих наночастинок золота проводили методом рентгеноструктурного аналізу. Отримані дифрактограми наночастинок золота, одержаних з використанням екстрактів різних частин горобини наведені на рис.2. На всіх дифрактограмах спостерігаються характерні піки при кутах розсіяння, що відповідають гранецентрованої кубічній структурі металічного золота. Розрахований середній розмір синтезованих наночастинок золота за даними рентгенівської дифракції становив 19,5 нм (при використанні екстракту ягід горобини), 30,3 нм (при використанні екстракту листя горобини) та 24,5 нм (при використанні екстракту кори).

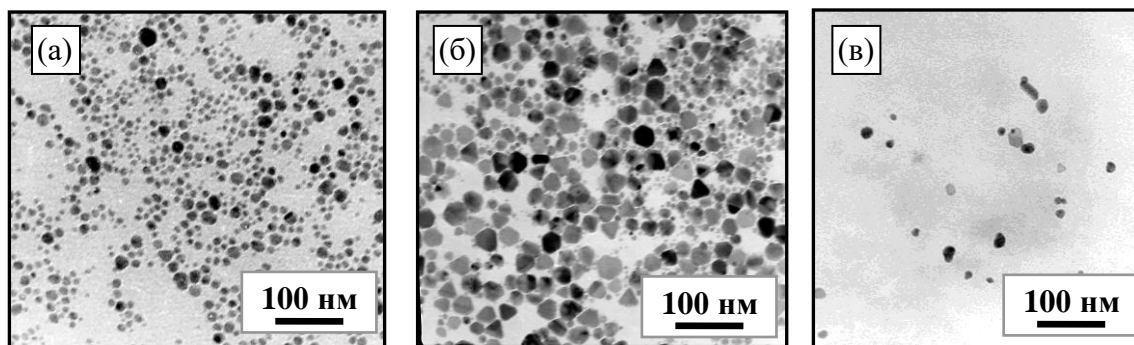
Розмір отриманих наночастинок золота та їх форму досліджували також на електронному мікроскопі (рис. 3). Аналіз отриманих знімків показує, що одержані наночастинки золота мають сферичну форму. Встановлено, що середній діаметр наночастинок золота складає 20 нм (при використанні екстракту ягід горобини), 35 нм (при використанні екстракту листя горобини) та

25 нм (при використанні екстракту кори горобини), що добре узгоджується з даними рентгенівської дифракції.



*Рис. 2. Рентгенівські дифрактограми наночастинок золота, одержаних з використанням екстрактів ягід (а), листя (б) та кори (в) горобини звичайної*

Аналіз даних знімків показує, що наночастинки золота, отримані з використанням екстракту листя горобини характеризуються широким розподілом за розмірами, що пояснює широкую смугу поглинання у спектрі.



*Рис. 3. ПЕМ-зображення наночастинок золота*

Таким чином, найбільш інформативними методами дослідження наночастинок золота є УФ-видима спектрофотометрія, електронна мікроскопія, рентгенодифракційний аналіз. Комплексне використання цих методів дозволяє отримати повну характеристику наночастинок та оцінити перспективи їх практичного застосування у біомедичних технологіях.

### Література

1. Daniel M.-C., Astruc D. Gold nanoparticles: assembly, supramolecular chemistry, quantum-size-related properties, and applications toward biology, catalysis, and nanotechnology // Nanotechnology Chemical Reviews. 2004. Vol. 104, № 1. P. 293–346. <https://doi.org/10.1021/cr030698+>

## **Перспективи запровадження національної програми «Скринінг 40+» як фактора раннього виявлення гіперхолістеринемії та цукрового діабету серед населення України.**

Литовченко І. В.

*Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя,  
м. Ніжин, Україна*

Атеросклероз різних артеріальних басейнів [1, 3] був та залишається основною причиною смертності в Україні та, разом з захворюваністю на цукровий діабет, який призводить до прискорення формування гемодинамічно значимих атеросклеротичних бляшок та формування стійких форм артеріальної недостатності, призводить до значної інвалідизації працездатного населення, зниження обороноздатності держави [2, 4] та значного економічного навантаження через збільшення потреб у фінансуванні всіх ланок медичної допомоги. Приблизно 65% смертей в Україні відбувається саме через серцево-судинні захворювання [3], а окрім того, даний показник має тенденцію до зростання, збільшившись за останні 30 років на 8%. Окрім смертності, висока поширеність атеросклерозу, цукрового діабету та наслідків цих захворювань призводить до значного скорочення тривалості якісного життя населення [3]. Актуальною проблемою залишається низька освіченість населення щодо даної проблеми, що призводить до пізньої діагностики на етапі вже сформованого стійкого дефіциту артеріального кровотоку в міокарді, судинах головного мозку та/або нижніх кінцівках.

Згідно з міжнародними класифікаторами SCORE2 та SCORE-OP, які розробляються для кожної з країн європейського континенту, враховуючи соціально-економічні чинники, доступність та якість медичних послуг, епідеміологічну ситуацію, Україна є країною високого ризику серцево-судинних подій: якщо жінки віком до 50 років, що не палять та мають контрольовану АГ/не мають гіпертонічної хвороби, можуть мати низький та помірний ризик серцево-судинних подій протягом наступних десяти років (до 2.5-7.5% в залежності від віку), то чоловіки, незалежно від анамнестичних обставин та рівнів атерогенного холестерину не-ліпопротеїдів високої щільності (холестерин не-ЛПВЩ), мають високий ризик серцево-судинних подій (7.5-15%) протягом наступних десяти років. Тенденція до збільшення серцево-судинного ризику серед населення лише посилилася з початком активних бойових дій на всій території країни та має тенденцію до швидкого зростання у зв'язку з тривалістю війни.

Проблема ранньої діагностики атеросклерозу та цукрового діабету є не тільки проблемою української, а й глобальної медичної системи загалом через пізню симптоматичну маніфестацію захворювань. Ускладнює діагностику та відтерміновує час звернення хворого за медичною допомогою наявність цукрового діабету, на який – за даними МОЗ України – хворіє приблизно 1,3 млн українців, а ще велика частина хворих залишається поза полем зору медичної системи через різні соціально-економічні чинники. Цукровий діабет та атеросклероз, як захворювання, що порушують ключові елементи

метаболізму та гомеостазу, призводять до формування патологічного кола, в якому одне захворювання пришвидшує розвиток іншого.

Серед інших проблем ранньої діагностики захворювань в Україні також є низька довіра до медичних працівників, упередженість у професіоналізмі лікарів, що працюють у державних закладах охорони здоров'я та якості обладнання таких установ, при тому, що приватна медицина залишається фінансово недосяжною для значної частки населення.

Національна програма «Скринінг 40+» запущена у 2026, що має на меті профілакувати серцево-судинні хвороби та цукровий діабет, може стати фактором, що може допомогти у ранній діагностиці захворювань, виявленні груп ризику, ранній профілактиці та лікуванню, що, в свою чергу, призведе до зменшення смертності та подовження тривалості якісного життя, а також дасть можливість для широкого збору статистичних даних та поле для наукових досліджень.

### Література

1. Іванюк А. В., Орлова Н. М. Ішемічна хвороба серця у населення працездатного віку Київської області: статистичний аналіз сучасної епідеміологічної ситуації. Вісник Вінницького національного медичного університету. 2020. Т. 24, №4. 694-699 DOI:10.31393/reports-vnmedical-2020-24(4)-24

2. Д. О. Білий, Д. А. Базика. *Захворювання серцево-судинної системи військовослужбовців Збройних Сил України в умовах воєнного стану*. Матеріали науково-практичної конференції "Судинна патологія: організаційні та клінічні аспекти надання медичної допомоги в умовах воєнного стану". Клінічна та профілактична медицина, № 3(25), 2023. 122.

3. Серцево-судинні захворювання – головна причина смерті українців. Висновки дослідження глобального тягаря хвороб у 2019 році. Центр Громадського здоров'я МОЗ України.

4. Olena Kolesnikova. Anastasiia Radchenko. Olga Zaprovalna. Nataliia Yemelianova. Vilena Chupina. Elevated atherosclerosis risk in Ukrainian soldiers after one year of war. *Atherosclerosis*. V 392, 2024. P 95. DOI:10.1016/j.atherosclerosis.2024.117919

### **Роль лабораторної діагностики у виявленні та аналізі генетичних маркерів лікарських рослин у фармакологічних дослідженнях**

Мельник Н. В., Різничук Н. І.

*Карпатський національний університет імені Василя Стефаника,  
м. Івано-Франківськ, Україна*

Сучасний розвиток молекулярної біології, фармакогеноміки та біотехнології зумовлює активне впровадження молекулярно-генетичних методів у систему лабораторної діагностики лікарських рослин. Генетичні маркери є важливим інструментом для ідентифікації видів, оцінки генетичної стабільності популяцій та контролю автентичності лікарської сировини. Їх використання дозволяє значно підвищити точність фармакологічних

досліджень і створити науково обґрунтовану систему стандартизації фітопрепаратів.

У роботі проведено аналіз сучасних методів лабораторної діагностики, які застосовуються для виявлення генетичних маркерів лікарських рослин Івано-Франківської області. Встановлено, що найбільш інформативними є методи полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР), RAPD-, AFLP-, SSR- та ISSR-аналізу, а також ДНК-баркодинг [1,4]. Вказані методи забезпечують точність ідентифікації рослин на рівні 95–99 %, тоді як ефективність традиційних морфолого-анатомічних методів становить лише 60–80 %.

У процесі дослідження методів екстракції ДНК встановлено, що оптимальні результати забезпечує СТАВ-метод у поєднанні з криогенним подрібненням рослинного матеріалу [2,5]. При використанні даного підходу чистота ДНК становила 1,80–1,95 A260/A280, а вихід нуклеїнових кислот досягав 100–160 мкг/г тканини, що є достатнім для проведення високоточних молекулярно-генетичних досліджень. Комерційні набори забезпечували чистоту ДНК до 2,00 A260/A280, однак характеризувалися значно вищою вартістю аналізу.

Під час аналізу лікарських рослин *Hypericum perforatum*, *Mentha piperita*, *Primula veris*, *Salvia officinalis* та *Tradescantia zebrina* встановлено високий рівень генетичної автентичності досліджуваних зразків [5]. Точність ідентифікації *Tradescantia zebrina* становила 99,1 %, *Hypericum perforatum* — 98,7 %, *Mentha piperita* — 97,5 %, а *Primula veris* — 95,2 %. Водночас визначено залежність між генетичною стабільністю рослин та вмістом біологічно активних речовин. Зокрема, у генетично підтверджених зразках *Tradescantia zebrina* вміст флавоноїдів становив 27,3 мг/г, а біоактивність екстракту досягала 95 %.

Порівняльна характеристика традиційних та сучасних методів лабораторної діагностики показала, що молекулярно-генетичні технології дозволяють скоротити тривалість аналізу до 4–6 годин, забезпечуючи мінімальну залежність результатів від умов навколишнього середовища [3]. Натомість класичні морфолого-анатомічні методи потребують 1–3 діб та характеризуються високою варіабельністю результатів під впливом екологічних факторів.

Отримані результати підтверджують перспективність використання генетичних маркерів у системі фармакологічного контролю лікарської сировини. Застосування молекулярно-генетичних методів дозволяє здійснювати стандартизацію фітопрепаратів, створювати генетичні паспорти лікарських рослин та запобігати фальсифікації рослинної продукції. Впровадження сучасних технологій лабораторної діагностики сприятиме розвитку доказової фітотерапії, фармакогеноміки та біотехнології лікарських рослин в Україні.

## Література

1. Іванишин Р. В., Сливка Н. П. Застосування ISSR- та RAPD-маркерів у дослідженні лікарських рослин Прикарпаття // Наукові записки Прикарпатського університету. Серія Біологія. – 2023. – №48. – С. 65–73.

2. Матвеева Н. П. Використання ДНК-маркерів у лабораторній діагностиці рослинних видів // Вісник ботаніки. – 2023. – №1(59). – С. 41–49.
3. Паламарчук В. Є., Сіренко А. Г., Івасюк О. Р. Молекулярно-генетичні методи у фармакогнозії лікарських рослин. – Київ: Наукова думка, 2022.
4. Сіренко А. Г. Генетичні маркери у рослинництві та фармакології: сучасні тенденції. – Київ: Академперіодика, 2023. – 264 с.
5. Слюсар С. М. Молекулярно-генетичні підходи до вивчення лікарських рослин України. – Львів: Світ, 2021.

**Імуногенетичний та фармакохімічний аналіз ідентифікації генів-кандидатів індивідуальної чутливості відносно протипухлинного препарату бортезомібу у хворих на плазмоклітинну мієлому**

Мінченко Ж. М.

*Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького,  
м. Черкаси, Україна*

Актуальним на сьогодні є напрямок пошуку специфічних маркерів оптимізації терапії протипухлинними препаратами, що включає фармакогенетичний аналіз для ідентифікації генів-кандидатів індивідуальної чутливості. Сучасні підходи до лікування онкогематологічних захворювань базуються на принципах таргетної терапії з використанням препаратів направленої дії «імуноної» спрямованості, зокрема бортезомібу, який призначений для пригнічення конкретних молекулярних шляхів, критичних для виживання пухлинних клітин і є інгібітором протеасоми 20S. Оскільки, мішенями дії даного препарату у хворих на плазмоклітинну мієлому (ПКМ) є лімфоїдні клітини, а наші дослідження пов'язані з фармакохімічною структурою антигенів системи АВ0, вивчення характеру міжмолекулярного розпізнавання і специфіки відповіді на бортезоміб, як біологічно активної сполуки, розглядалась в контексті немішенєвої взаємодії [1-5].

Ефективність терапії ПКМ було проаналізовано у 104 пацієнтів, які отримували лікування у відділенні радіаційної онкогематології та трансплантації стовбурових клітин інституту клінічної радіології Державної установи «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України. Критерії позитивної відповіді на лікувальні програми визначались на основі терміну ремісії і зниження рівня клініко-гематологічних показників, які визначають ступінь ускладнення – хронічна ниркова недостатність (ХНН). Аналіз імуногенетичної структури АВ0 досліджених когорт проводили уніфікованим методом. Квантово-хімічний розрахунок енергетичних параметрів та геометрії комплексів проводився в пакеті програм HyperChem 8.07 за методом молекулярної механіки, з використанням силового поля AMBER та Polak-Ribier алгоритму.

Встановили, що у хворих на ПКМ з урахуванням перебігу захворювання показана вірогідно підвищена частота зустрітваності фенотипу В з порушенням генної рівноваги внаслідок зростання частоти алеля  $I^B$  у пацієнтів з ХНН, що

дає підставу віднести даний імуногенетичний маркер до предикторів ускладненого перебігу захворювання (табл. 1).

Результати дослідження специфіки відповіді на бортезоміб, як біологічно активної сполуки, глікопротеїнів А і В в системі «антиген-антитіло» свідчать, що при взаємодії бортезомібу та глікопротеїну В препарат уповільнює розпізнавання антигену з антитілом, подовжуючи термін появи аглютинації на 66%.

Можливо, виявлені відмінності взаємодії глікопротеїну В з антитілами обумовлені фармакохімічними особливостями будови АВ0-антигенних детермінант і препарату. Для перевірки даної гіпотези було проведено квантово-хімічний розрахунок супрамолекулярних структур пептидилборонової кислоти (бортезоміб) з антигенами АВ0 системи крові.

**Таблиця 1**

**Характеристика розподілу генів еритроцитарної системи АВ0 у хворих на ПКМ в залежності від наявності ХНН**

Алельні гени	Контрольна група, $n = 250$	Загальна група хворих на ПКМ, $n = 104$	Групи хворих на ПКМ з урахуванням наявності ХНН, $n=104$		Рівень значущості ( $p$ )
			хворі з нирковою недостатністю, $n = 39$	хворі без ниркової недостатності, $n = 65$	
$I^O$	0,540	0,600	0,5267	0,6324	$> 0,05$
$I^A$	0,290	0,243	0,2100	0,2533	$> 0,05$
$I^B$	0,170	0,162	0,2633*	0,1143	$< 0,05$

\* Вірогідність розбіжностей в групах порівняння,  $p < 0,05$ .

Виявлені порівняно високі значення зниження енергії системи з утворенням перехідного стану комплексів групи В пояснюється компліментарністю антигену В до молекули бортезомібу, що проявляється в утворенні двох водневих зв'язків (рис. 1, а). Це вказує на селективність препарату саме до цього антигену, а невисокі енергії сольватованого комплексу  $B_1$  (рис. 1, б) свідчать про високу імовірність його утворення.

Відповідно, здатність до комплексоутворення змінюється в ряду антигенів:  $B_1 > O_1 > A_1$ , що відповідає клінічним дослідженням. Таким чином, переважною мішенню впливу для бортезомібу є глікопротеїн В. Препарат уповільнює розпізнавання і взаємодію антигену з антитілом, що свідчить про певну модифікацію антигенних детермінант. Квантово-хімічні розрахунки підтверджують зроблене припущення щодо підвищеної ймовірності утворення комплексів бортезомібу з глікопротеїном В, що конкурує з основною реакцією інгібування протеасоми, чим послаблює лікувальну дію препарату.

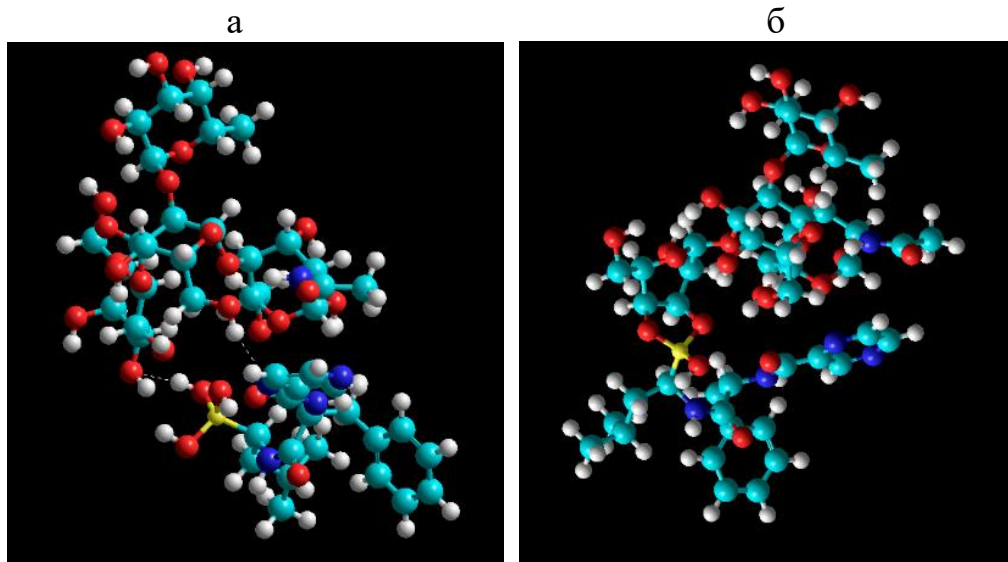


Рис. 1. Модель стабілізованого комплексу  $B_1$ , а – перехідний стан, б – ковалентний комплекс. Кольорами позначено: жовтий – бор, червоний – кисень, синій – азот, білий – водень, блакитний – вуглець

### Література

1. Askin, L., Cetin, M., & Turkmen, S. (2018). Absence of a correlation between the ABO blood group and thrombus burden in patients with ST-segment elevation myocardial infarction. *Coronary Artery Disease*, 29(2), 145-150. <https://doi.org/10.1097/MCA.0000000000000564>
2. Beauchemin, C., Johnston, J. B., Lapierre, M. E., Aissa, F., & Lachaine, J. (2015). Relationship between progression-free survival and overall survival in chronic lymphocytic leukemia: a literature-based analysis. *Current oncology*, 22(3), e148. <https://doi.org/10.3747/co.22.2119>.
3. Franchini, M., Liumbruno, G. M., & Lippi, G. (2015). The prognostic value of ABO blood group in cancer patients. *Blood Transfusion*, 14(5), 434. <https://doi.org/10.2450/2015.0164-15>
4. Kano, T., Kondo, K., Hamako, J., Matsushita, F., Sakai, K., & Matsui, T. (2018). Effects of plasma glycosyltransferase on the ABO (H) blood group antigens of human von Willebrand factor. *International journal of hematology*, 108(2), 139-144. <https://doi.org/10.1007/s12185-018-2452-0>
5. Tiongco, R. E., Paragas, N. A., Dominguez, M. J., Lasta, S. L., Pandac, J. K., & Pineda-Cortel, M. R. (2020). ABO blood group antigens may be associated with increased susceptibility to schistosomiasis: a systematic review and meta-analysis. *Journal of helminthology*, 94, e21. <https://doi.org/10.1017/S0022149X18001116>

### Біохімічні методи діагностики акне

Мохонь Л. І., Кучменко О. Б.

*Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя  
м. Ніжин, Україна*

Акне – це поширене захворювання шкіри, пов'язане з порушенням роботи сальних залоз. Ця патологія може вражати найбільш соціально активне населення у віковій групі від 14 до 25 років. В останні роки спостерігається

зростання кількості помірних та важких форм акне, що зумовлено генетичними факторами, впливом зовнішніх чинників, особливостями догляду за шкірою та іншими причинами [7]. Для кращого розуміння особливостей діагностики акне необхідно зосередитися на патофізіологічних механізмах цієї шкірної патології. У патогенетичних механізмах акне виділяють чотири основні та взаємопов'язані аспекти: підвищення концентрації андрогенних гормонів, діяльність яких пов'язана зі стимуляцією проліферації кератиноцитів, виробленням шкірного сала (себуму) та ростом сальних залоз; аномальна проліферація кератиноцитів, що сприяє утворенню комедонів; локальний хронічний запальний процес, локалізований у волосяному фолікулі, та бактеріальна колонізація *Cutibacterium acnes* [7].

Біохімічні методи діагностики акне (вугрової хвороби) не є основними для постановки діагнозу, але вони критично важливі для виявлення етіологічних факторів та супутніх патологій. Їх можна класифікувати за функціональними напрямками. Відомо, що гіперандрогенія є ключовим тригером гіперпродукції шкірного сала (себуму). Для оцінки гормонального профілю (ендокринні маркери) проводять визначення загального та вільного тестостерону (оцінка андрогенного статусу), дигідротестостерону (найбільш активний андроген у шкірі), дегідроепіандростерон-сульфату (маркер надниркової андрогенії), лютеїнізуючого (ЛГ) та фолікулостимулюючого (ФСГ) гормонів (співвідношення ЛГ/ФСГ для виключення поліендокринного метаболічного оваріального синдрому), глобуліну, що зв'язує статеві гормони (зниження рівня підвищує фракцію вільного тестостерону) [4].

Акне є хронічним запальним захворюванням. Для оцінки інтенсивності процесу досліджують С-реактивний білок (високочутливий маркер системної запальної відповіді), прозапальні цитокіни (ІЛ-1 $\alpha$ , ІЛ-6, ІЛ-8, ФНП- $\alpha$ ) у сироватці або біоптатах шкіри, показники ліпопероксидації (малоновий діальдегід) та антиоксидантного захисту (глутатіонпероксидаза, супероксиддисмутаза), які відображають рівень оксидативного стресу, що пошкоджує себоцити [1-3].

Зміна складу шкірного сала під дією *Cutibacterium acnes* підтримує запалення. Для біохімічного дослідження ліпідного обміну проводять спектральний аналіз ліпідів поверхні шкіри (визначення співвідношення сквалену, воскових ефірів, тригліцеридів та вільних жирних кислот), оцінку рівня лінолевої кислоти (маркер порушення бар'єрної функції та фолікулярного гіперкератозу), а також вимірювання стандартного ліпідного профілю крові (вмісту загального холестеролу, тригліцеридів, холестеролу ЛПВЩ і ЛПНЩ), що є важливим для контролю метаболізму, особливо перед призначенням системних ретиноїдів (ізотретиноїну) [1, 6].

Харчування з високим глікемічним індексом стимулює інсуліноподібний фактор росту-1 (ІФР-1), що посилює акне. Тому важливим є оцінка рівня інсуліноподібного фактора росту-1 (активатор ліпогенезу в сальних залозах), а також глюкози натще та інсуліну (з розрахунком індексу НОМА-IR для виявлення інсулінорезистентності) [5].

Отже, для верифікації патогенетичних ланок акне доцільно застосовувати комплекс біохімічних методів: імуноферментний аналіз для визначення рівнів стероїдних гормонів (тестостерон, дегідроепіандростерон-сульфат) та ІФР-1; колориметричні та спектрофотометричні методи для оцінки показників окисного стресу (малоновий діальдегід), антиоксидантної системи (глутатіонпероксидаза, супероксиддисмутаза) та ліпідного спектру сироватки крові; ензиматичні методи визначення маркерів запалення (високочутливий С-реактивний білок, прозапальні цитокіни) тощо.

### Література

1. Мохонь, Л. І., & Кучменко, О. Б. (2025). Ліпідний профіль та ступінь окисленої модифікації ліпопротеїнів у пацієнтів з акне. Наукові записки. Біологічні науки (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя), (1), 52–59. <https://doi.org/10.31654/2786-8478-2025-BN-1-52-59>
2. Al-Khuzaei, A., Smith, J., & Davis, R. (2024). Circulating biomarkers of oxidative stress in people with acne vulgaris: A systematic review and meta-analysis. *Biomarkers*, 29(3), 142–155. <https://doi.org/10.1080/13510002.2024.2314567>.
3. Ibrahim, M., Ali, S., & Hassan, K. (2025). Serum high-sensitive C-reactive protein, interleukin-6 and malondialdehyde in acne vulgaris. *Journal of Inflammation Research*, 18, 89–98. <https://doi.org/10.2147/JIR.S441205>.
4. Nowak, K., Kowalski, M., & Wiśniewski, A. (2024). Selected hormone levels and lipid abnormalities in patients with acne vulgaris and compare them to healthy population. *Advances in Dermatology and Allergology / Postępy Dermatologii i Alergologii*, 41(2), 190–197. <https://doi.org/10.5114/ada.2024.137890>.
5. Rossi, L., Bianchi, E., & Romano, G. (2023). Biochemical and hormonal abnormalities in adult female acne. *Clinical and Experimental Dermatology*, 48(4), 312–319. <https://doi.org/10.1093/ced/llad012>.
6. Santos, J., Lima, M., & Silva, A. (2023). Alterations in lipid and hormonal titers in patients with acne vulgaris. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 22(8), 2234–2241. <https://doi.org/10.1111/jocd.15789>.
7. Zapolskiy, M. E., Svyatenko, T. V., Zapolska, D.M. (2025). Analysis of modern methods of acne disease and its complications diagnostic and treatment. *World of medicine and biology*, 1(91), 239-237. <https://doi.org/10.26724/2079-8334-2025-1-91-230-237>.

### Окремі прояви старіння імунної системи у працівників освіти в період воєнного стану

Кобаль І. В.<sup>1,2</sup>, Соколенко В. Л.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Черкаська медична академія, м. Черкаси, Україна

<sup>2</sup>Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя,  
м. Ніжин, Україна

<sup>3</sup>Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького  
м. Черкаси, Україна

Вивчення ознак старіння імунної системи (імуносенесценції) є одним з актуальних напрямів досліджень сучасної біології та медицини. Класичними ознаками є пригнічення функцій адаптивного імунітету з паралельною мобілізацією запальних процесів [1-4]. Одним з вагомих факторів, здатних

впливати на розвиток імуносенесценції, є психологічний стрес, інтенсивність якого в умовах воєнного стану в Україні істотно зросла [5; 6]. Відповідно, наразі виникла нагальна необхідність пошуку доступних біомаркерів імунного старіння. Ми проаналізували особливості показників лейкоцитарної формули та С-реактивного протеїну у працівників галузі освіти різного віку в період воєнного стану.

Дослідження були проведені у 2023/2024 роках. У якості контролю брали показники студентів Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького віком 18-22 років. Дослідну групу сформували педагогічні працівники закладів загальної середньої освіти м. Черкаси та Черкаського району, котрі проходили планові медичні огляди. В межах групи виділили підгрупи першого зрілого віку (26-34 років) та другого зрілого віку (35-52 років). Показники лейкограми визначали за мазком крові, фарбованим за Паппенгеймом, концентрацію С-реактивного протеїну – на автоматичному біохімічному аналізаторі Bioassays 240 Plus на базі КНП «Черкаська центральна районна лікарня» Червонослобідської сільської ради.

Встановили, що в осіб, котрі працюють в галузі освіти, в період воєнного стану спостерігаються ознаки стресового впливу, які проявляються змінами кількісних показників популяцій лейкоцитів та їх співвідношення. Окремі зі стрес-індукованих змін природної резистентності, особливо виражені серед освітян другого зрілого віку, є ознаками мобілізації запальних процесів та реакцій гіперчутливості і можуть характеризуватися як первинні маркери старіння імунної системи. Це, зокрема вихід у багатьох обстежених за нижню межу референтних значень кількості лімфоцитів та перевищення верхньої межі кількості паличкоядерних нейтрофілів. Подібні явища спостерігалися і в контрольній групі, але виражені значно менше. Найбільшу кількість випадків зниження кількості лімфоцитів виявлено в осіб другого зрілого віку, найбільшу кількість випадків перевищення верхньої межі кількості паличкоядерних нейтрофілів – в осіб першого зрілого віку.

У працівників освіти як першого, так і другого зрілого віку спостерігалися випадки перевищення рівня верхньої межі норми концентрації С-реактивного білка. При цьому його концентрація позитивно корелювала з кількістю моноцитів. Іншими проявами передчасної імуносенесценції доцільно вважати мобілізацію моноцитарної ланки та зростання кількості базофілів, як потенційних факторів формування прозапальних явищ.

### Література

1. Goyani P, Christodoulou R, Vassiliou E. Immunosenescence: aging and immune system decline. *Vaccines*. 2024;12(12):1314. <https://doi.org/10.3390/vaccines12121314>
2. Liu Z, Liang Q, Ren Y, Guo C, Ge X, Wang L, et al. Immunosenescence: molecular mechanisms and diseases. *Signal Transduct Target Ther*. 2023;8(1):200. <https://doi.org/10.1038/s41392-023-01451-2>
3. Wrona, M. V., Ghosh, R., Coll, K., Chun, C., & Yousefzadeh, M. J. (2024). The 3 I's of immunity and aging: immunosenescence, inflammaging, and immune resilience. *Frontiers in Aging*, 5, 1490302. <https://doi.org/10.3389/fragi.2024.1490302>

4. Puzianowska-Kuźnicka, M., Owczarz, M., Wieczorowska-Tobis, K., Nadrowski, P., Chudek, J., Slusarczyk, P., ... & Mossakowska, M. (2016). Interleukin-6 and C-reactive protein, successful aging, and mortality: the PolSenior study. *Immunity & Ageing*, 13(1), 21. <https://doi.org/10.1186/s12979-016-0076-x>

5. Lavrysh, Y., Lytovchenko, I., Lukianenko, V., & Golub T (2025). Teaching during the wartime: Experience from Ukraine. *Educ Philos Theory*, 57(3), 197-204. <https://doi.org/10.1080/00131857.2022.2098714>

6. Nadyukova, I., & Frenzel, A. C. (2025). Ukrainian teachers' stress and coping during the war: Results from a mixed methods study. *Teach Teach Educ*, 157, 104941. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2025.104941>

## **Перевірка ефективності дезінфекційних засобів для контролю мікробіологічної контамінації чистих приміщень фармацевтичного підприємства**

Рубан Н. Ю., Бойко Ю. М., Хоменко А. Ю.

*Фармацевтична корпорація ТОВ «Юрія-фарм», м. Черкаси, Україна*

Для очищення класифікованих приміщень фармацевтичних підприємств використовують дезінфекційні засоби, які повинні мати державну реєстрацію Міністерства охорони здоров'я України. Відповідно до вимог СТ-Н МОЗУ 42-4.0/1:2023, п. 4.34, «процес дезінфекції має бути валідованим. У ході валідаційних досліджень слід довести придатність та ефективність дезінфікуючих засобів при конкретному способі їх застосування для відповідного матеріалу поверхонь або репрезентативного матеріалу, якщо це обґрунтовано, а також підтвердити терміни придатності приготованих до використання розчинів».

У зв'язку з цим при використанні дезінфекційних засобів на фармацевтичному виробництві необхідно проводити:

- оцінку поверхонь матеріалів, що використовуються у чистих приміщеннях, для вибору репрезентативних зразків поверхонь;
- визначення коефіцієнта вилучення мікроорганізмів (recovery coefficient) із поверхонь різних матеріалів;
- оцінку проникності поверхонь для дезінфекційних засобів;
- визначення ефективності дезінфекційних засобів;
- обґрунтування ротації дезінфекційних засобів.

План проведення перевірки ефективності дезінфекційних засобів у виробничих приміщеннях ТОВ «Юрія-Фарм» розроблено відповідно до рекомендацій USP <1072> *Disinfectants and Antiseptics*, GMP Annex 1 та EPA Guidance and Test Methods for Disinfection of Soft Surfaces [1, 8, 9].

Випробування проводили з використанням мікроорганізмів, отриманих із колекції Інституту мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, які супроводжувалися відповідними паспортами штамів:

- вегетативні форми бактерій: *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027;
- спорові форми бактерій: *Bacillus subtilis* ATCC 6633;

- дріжджові гриби: *Candida albicans* ATCC 10231;
- плісняві гриби: *Aspergillus brasiliensis* ATCC 16404.

Крім того, використовували виробничі ізоляти, виділені із середовища фармацевтичного виробництва.

Для оцінки ефективності дезінфекційних засобів на найбільш поширених та критичних матеріалах чистих приміщень здійснили відбір репрезентативних поверхонь. Критеріями відбору були ймовірність мікробного забруднення, пористість поверхні, поширеність матеріалу у чистих приміщеннях.

Оцінку ризику забруднення здійснювали за бальною системою.

До поверхонь високого ризику віднесено: ПВХ-покриття підлоги; монолітний полікарбонат; хлорсульфований поліетилен; загартоване скло; штучну шкіру. До поверхонь середнього ризику віднесено: нержавіючу сталь 304L та 316L; силікон; композиційні епоксидні матеріали; оцинкований метал із лакофарбовим покриттям.

Висока пористість матеріалів обумовлює наявність мікропор і капілярів, у яких можуть затримуватися мікроорганізми, органічні залишки та волога. Тому найбільш сприятливими для проведення дезінфекції є гладкі непористі поверхні (нержавіюча сталь 316L; загартоване скло; ПВХ; оцинкований метал із лакофарбовим покриттям). До матеріалів із підвищеною пористістю або текстурованою поверхнею належать штучна шкіра, поліуретан, герметики, ущільнювачі.

Для отримання достовірних результатів оцінювали ефективність вилучення мікроорганізмів із поверхонь методом змиву. Методика передбачала:

- нанесення аліквоти культури мікроорганізмів на досліджувану поверхню;
- підсушування під ламінарним потоком протягом 30 хв;
- відбір проб стерильним свабом, змоченим фізіологічним розчином;
- перенесення сваба у пробірку з 10 мл фізіологічного розчину;
- проведення мембранної фільтрації з використанням соєво-казеїнового агару.

Концентрація вегетативних форм у інокулумі становила  $10^1$ – $10^2$  КУО/100 мкл. Коефіцієнт вилучення розраховували за формулою:

$$X = \frac{S \times 100 \%}{K +}$$

де: (X) – коефіцієнт вилучення; (S) – кількість колоній після вилучення; (K<sup>+</sup>) – кількість колоній в інокулумі. Критерієм прийнятності вважали коефіцієнт вилучення понад 50 % для кожного тест-штаму.

Методика оцінки проникності передбачала нанесення інокулуму на поверхню матеріалу розміром не менше 5 × 5 см із наступним підсушуванням протягом 30 хв. Концентрація мікроорганізмів в інокулумі становила: для вегетативних форм –  $10^5$ – $10^6$  КУО/100 мкл; для спорових форм –  $10^3$ – $10^4$  КУО/100 мкл; для дріжджових грибів –  $10^4$ – $10^5$  КУО/100 мкл.

Після нанесення дезінфекційного засобу витримували експозицію 15 хв, після чого проводили нейтралізацію антимікробної дії та визначали залишкову кількість життєздатних мікроорганізмів.

Критерії оцінки проникності: повне знезараження – відсутність росту на поверхні та всередині матеріалу; часткове знезараження – зниження кількості мікроорганізмів  $\geq 3 \log$  на поверхні при наявності росту у внутрішніх шарах; недостатнє проникнення – збереження значної кількості мікроорганізмів у глибині матеріалу.

Оцінка ефективності дезінфекційних засобів ґрунтувалася на визначенні часу, необхідного для загибелі визначеної кількості тест-мікроорганізмів.

Відповідно до вимог СТ-Н МОЗУ 42-4.0/1:2023, п. 4.33, рекомендовано проводити ротацію дезінфекційних засобів. Для визначення періодичності ротації було проаналізовано результати мікробіологічного моніторингу чистих приміщень класів С та D протягом одного року.

Результати моніторингу методом відбитків продемонстрували тенденцію до зниження рівня мікробного навантаження на початку місяця після зміни дезінфекційного засобу. Отримані результати підтверджують доцільність щомісячної ротації дезінфекційних засобів з урахуванням їх хімічного складу. У разі виявлення пліснявих грибів або спороутворюючих мікроорганізмів рекомендовано проводити позапланове генеральне прибирання із застосуванням дезінфекційних засобів високого рівня дії.

Таким чином, визначення репрезентативних поверхонь дозволяє оптимізувати програму валідації дезінфекції у чистих приміщеннях. Пористість матеріалів суттєво впливає на ефективність вилучення мікроорганізмів та проникнення дезінфекційних засобів. Використання тестів на коефіцієнт вилучення та проникність забезпечує об'єктивну оцінку ефективності методів дезінфекції. Щомісячна ротація дезінфекційних засобів сприяє зниженню мікробного навантаження у чистих приміщеннях. При зміні типу поверхонь, концентрації або часу експозиції дезінфекційного засобу необхідно проводити повторну оцінку його ефективності.

## Література

1. СТ-Н МОЗУ 42-4.0/1:2023. Лікарські засоби. Належна виробнича практика. Додаток 1. Виробництво стерильних лікарських засобів.
2. ASTM E2966. Standard Test Method for Quantitative Assessment of Sanitizing Solutions for Carpet.
3. EN 13727. Chemical disinfectants and antiseptics — Quantitative suspension test for the evaluation of bactericidal activity.
4. EN 13697. Chemical disinfectants and antiseptics — Quantitative non-porous surface test.
5. EN 13704. Chemical disinfectants — Quantitative suspension test for evaluation of sporicidal activity.
6. EPA Guidance and Test Methods for Disinfection of Soft Surfaces.
7. European Pharmacopoeia. 11th ed. Strasbourg: European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare.
8. GMP Annex 1. Manufacture of Sterile Medicinal Products.
9. USP <1072> Disinfectants and Antiseptics.

## **Значення та перспективи HLA-типування в супроводі трансплантацій**

Рудакова Л. І., Джирма Н. Ю., Філімонова Ю. В.  
*КНП «Клінічний центр онкології, гематології, трансплантології та паліативної допомоги Черкаської обласної ради»,  
м. Черкаси, Україна*

Комплекс HLA (human leucocyte antigens – лейкоцитарний антиген людини) розташований на короткому плечі 6 хромосоми і забезпечує регуляцію імунної відповіді, контролюючи такі найважливіші фізіологічні процеси, як взаємодію імунокомпетентних клітин організму, розпізнавання клітин, запуск та реалізацію імунної відповіді. Молекули HLA виконують роль своєрідних «антен» на поверхні клітин, що дозволяють організму розпізнавати власні та чужі клітини (бактерії, віруси, ракові клітини і т.д.) і, за необхідності, запускати імунну відповідь, що забезпечує вироблення специфічних антитіл та видалення чужорідного агента з організму. Система HLA є індивідуальним набором білкових молекул різного типу, розташованих на клітинній поверхні. Набір таких антигенів (HLA-статус) унікальний для кожної людини [1].

До першого класу головного комплексу гістосумісності належать молекули типів HLA-A, HLA-B і HLA -C. Антигени першого класу містяться на поверхні будь-яких клітин. Представниками другого класу є HLA-DR, HLA-DQ, HLA-DP. Антигени другого класу системи HLA містяться на поверхні антигенпрезентуючих клітин імунної системи. Молекули HLA класу I беруть участь в ініціації клітинної імунної відповіді на ендогенні пептиди, а молекули HLA класу II – гуморальної імунної відповіді на екзогенні білки [2].

Хірургічний досвід показує: при трансплантації органів чи гемопоетичних стовбурових клітин важливо, щоб HLA-генотип донора й реципієнта були максимально сумісними. Це є передумовою приживлення трансплантату, запобігає його відторгненню та небажаній імунній реакції на нього організму реципієнта. HLA-антигени успадковуються від матері та батька. Тому найкращий потенційний збіг може бути у рідних брата або сестри. Для підбору оптимальних донорів в лабораторіях проводять відповідне генетичне дослідження – HLA-типування [3].

З 2019 року КНП «КЦОГТПД Черкаської обласної ради» став центром трансплантації кісткового мозку, а в 2020 році тут вперше здійснили трансплантацію нирки від живого родинного донора.

Для ефективного підбору пари «донор-реципієнт» та наступної трансплантації у 2022 році відділом спеціальних лабораторних досліджень (ВСЛД) почали виконуватися HLA-типування низької та високої роздільної здатності. На цей час КНП «КЦОГТПД Черкаської обласної ради» є єдиним

закладом в Черкаській області та одним з небагатьох в Україні, де виконуються таких досліджень.

Кількість виконаних HLA-типувань за 2022-2025 роки:

2022 р. - 85 осіб, 2023 р. - 195 осіб, 2024р. - 216 осіб, 2025р. - 261 особа, 4 місяці 2026 р.- 76 осіб.

У 2025 р. наш заклад став другим в Україні за кількістю трансплантацій кісткового мозку.

Перспективи напряму:

- перехід до високоточного HLA-типування (NGS, HI-FI тощо);
- персоналізований підбір донорів за допомогою комплексної імуногенетичної оцінки;
- розширення міжнародних донорських реєстрів;
- HLA-типування в ксенотрансплантації.
- активне використання біоінформатики та ШІ для ефективного підбору донорів

### **Література:**

1. Choo, S. Y. (2007). The HLA system: Genetics, immunology, clinical testing, and clinical implications. *Yonsei Medical Journal*, 48(1), 11–23. <https://doi.org/10.3349/ymj.2007.48.1.11>

2. Cruz-Tapias, P., Castiblanco, J., & Anaya, J. M. (2013). Major histocompatibility complex: Antigen processing and presentation. In J. M. Anaya, Y. Shoenfeld, A. Rojas-Villarraga, et al. (Eds.), *Autoimmunity: From bench to bedside* (Chapter 10). El Rosario University Press. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459466/>

3. Sheldon, S., & Poulton, K. (2006). HLA typing and its influence on organ transplantation. In D. T. Dennis (Ed.), *Methods in molecular biology* (Vol. 333, pp. 157–174). Humana Press.

### **Лабораторна оцінка показників безпечності та якості харчових продуктів та сировини**

Слюсар Т. А., Стецюра І. С.

*Черкаська регіональна державна лабораторія Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів м. Черкаси, Україна*

Лабораторна оцінка безпечності та якості харчових продуктів — це комплекс аналітичних досліджень, спрямованих на перевірку відповідності продукції встановленим законодавчим, санітарно-гігієнічним та технічним нормам. Це ключовий елемент системи НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Point), що дозволяє виявити небезпечні чинники (фізичні, хімічні, біологічні) на всіх етапах виробництва.

Базовим документом у цій сфері є Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» [1]. Згідно з європейськими нормами, стандарти на харчові продукти здебільшого мають статус необов'язкових, проте сам випуск безпечної продукції є суворою вимогою закону. Цей принцип є фундаментальною основою сучасного харчового законодавства Європейського Союзу, закріпленого в Генеральному харчовому законі ЄС (Регламент № 178/2002) [2].

В європейській практиці відбувається чіткий розподіл на юридично обов'язкові вимоги безпеки та добровільні стандарти якості.

Раніше державні стандарти (як колишні радянські ГОСТи чи ДСТУ) суворо регламентували рецептуру: скільки саме грамів м'яса, жиру чи солі має бути в ковбасі. Європейський підхід відмовився від цього, щоб:

- стимулювати інновації: виробники мають право розробляти унікальні рецептури та нові продукти;

- розвивати конкуренцію: бізнес сам вирішує, які якісні характеристики (смак, текстура, сортність) запропонувати споживачеві;

Виробник може взагалі не використовувати державні чи міжнародні стандарти якості (ISO, ДСТУ), а розробити власні технічні специфікації. Але його продукт зобов'язаний бути безпечним.

Якщо якість (смакові властивості, відсоток жиру та ін.) – це зона комерційного вибору виробника, то безпека – це безальтернативна вимога закону. Європейське законодавство встановлює жорсткі, обов'язкові для всіх норми (Регламенти ЄС), які заборонено порушувати:

Мікробіологічні критерії (Регламент ЄС № 2073/2005) – суворі ліміти на наявність *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *E. coli*.

Максимально допустимі рівні забруднювачів (Регламент ЄС № 2023/915) – жорсткі обмеження на мікотоксини, важкі метали, діоксини та інші.

Залишки пестицидів та ветеринарних препаратів – будь-яке перевищення автоматично робить товар незаконним для продажу.

Для підтвердження експортних чи імпортних характеристик використовується Сертифікат відповідності або результати лабораторних досліджень акредитованих випробувальних центрів. Перелік акредитованих установ для проведення аналізів зафіксований в базі Національного агентства з акредитації України (НААУ), яке гарантує офіційність та точність результатів.

В Україні функціонування будь-якого харчового бізнесу неможливе без впровадження системи НАССР. Лабораторний контроль є невід'ємною частиною цієї системи. Він дозволяє:

- контролювати «критичні контрольні точки» (ККТ) під час приготування або переробки продукції;

- контролювати змиви з робочих поверхонь, обладнання та рук персоналу для перевірки санітарного стану;

- перевіряти воду, що використовується у виробничих процесах [3].

Показниками безпечності харчових продуктів є:

Мікробіологічні критерії: визначення наявності та кількості патогенних мікроорганізмів (наприклад, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *E. coli*, ЗБЗ);

Токсичні елементи та важкі метали: контроль гранично допустимих концентрацій свинцю, кадмію, миш'яку, ртуті та олова;

Мікотоксини: виявлення токсичних продуктів життєдіяльності мікроскопічних грибів (афлатоксини, охратоксин А, дезоксиніваленол, Т-2 токсин, зеараленон, патулін);

Залишки пестицидів: перевірка рослинної та тваринної сировини на наявність фосфорорганічних, хлорорганічних сполук, синтетичних піретроїдів та поліхлорованих біфенілів;

Ветеринарні препарати: контроль залишків антибіотиків, гормонів та стимуляторів росту у продуктах тваринного походження;

Радіологічні показники: вимірювання питомої активності радіонуклідів цезію-137 та стронцію-90;

ГМО: наявність та кількісне визначення генетично модифікованих організмів.

Показники якості харчових продуктів:

Органолептичні показники: оцінка зовнішнього вигляду, текстури, консистенції, кольору, смаку, запаху продукту та інше;

Фізико-хімічні показники: визначення масової частки вологи, сухої речовини, кислотності, лужності, вмісту солі та інше;

Харчова та енергетична цінність: кількісний аналіз вмісту білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, клітковини, а також розрахунок калорійності;

Фальсифікація: визначення тригліцеридного складу (заміна молочного жиру рослинним), додавання крохмалю, води [4].

Сучасні випробувальні лабораторії застосовують високоточні інструментальні методи для забезпечення достовірності результатів, проведення глибокого аналізу складу та структури матеріалів. Ці методи дозволяють працювати з мікро- та нанокількостями речовин.

Серед основних груп виділяють наступні:

Спектроскопічні методи: включають атомно-абсорбційну, оптико-емісійну та інфрачервону спектроскопію (FTIR). Дозволяють проводити кількісний та якісний елементний аналіз речовин.

Хроматографія: рідинна (HPLC) та газова (GC), що часто поєднуються з мас-спектрометрією. Забезпечують розділення та ідентифікацію складних сумішей (наприклад, у фармакології, екології чи харчовій промисловості для виявлення залишків пестицидів, мікотоксинів, вітамінів, антибіотиків та харчових добавок).

Полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР): метод ідентифікації ДНК для виявлення ГМО, м'ясних фальсифікацій та патогенних бактерій;

Класичні методи: титрування, гравіметрія, фотометрія та органолептичний аналіз профільними фахівцями.

Обладнання такого класу вимагає високої кваліфікації персоналу та обов'язкової калібровки за стандартами.

Етапи лабораторної оцінки:

- відбір проб (семплінг) – взяття репрезентативної частини партії продукту згідно з вимогами ДСТУ. Неправильний відбір анулює точність усього подальшого аналізу;
- підготовка зразків – гомогенізація (подрібнення), екстракція, висушування або спалювання зразка для виділення потрібних речовин;
- безпосереднє вимірювання – аналіз за допомогою специфічного лабораторного обладнання;
- оформлення результатів – порівняння отриманих даних із нормативами та видача Протоколу випробувань [5].

Лабораторна оцінка є наріжним каменем безпечності та якості харчових продуктів. Вона захищає споживачів від харчових отруєнь та алергій, забезпечує відповідність національним і міжнародним стандартам (у тому числі вимогам НАССР) та дозволяє операторам ринку законно реалізовувати свою продукцію.

### **Література**

1. Закон України “Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів” від 23.12.1997 № 771/97-ВР. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/>
2. РЕГЛАМЕНТ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ПАРЛАМЕНТУ І РАДИ (ЄС) №852/2004 від 29 квітня 2004 року про гігієну харчових продуктів. <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEEI/es-8522004.pdf>
3. Що таке система НАССР: основи та особливості (13.05.2025). <https://www.galecotrade.com/shho-take-systema-haccp-osnovy-ta-osoblyvosti-gal-eko-trejd/>
4. Ткачук Г. Основні методи визначення якості харчових продуктів. 2019. 300-303. <https://docs.academia.vn.ua/bitstream/handle/>
5. Методи відбору зразків та лабораторних досліджень: нові стандарти безпечності харчових продуктів з 2026 року (2026). <https://dpssko.gov.ua/blog/>

### **Значення лабораторних досліджень для аналізу формування алоstaticного навантаження у біологічних об’єктів з різних таксономічних груп**

Соколенко С. В.

*Черкаський національний університет  
імені Богдана Хмельницького, м. Черкаси, Україна*

Лабораторні дослідження – важливий етап наукових проектів, які протягом тривалого часу реалізувались в лабораторії цитології, мікробіології, та імунології Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Це, зокрема, дослідження в межах тем «Біохімічні, імуногенетичні та екологічні аспекти адаптації організму людини до екзогенних чинників» (№ держреєстрації 0116U003828) та «Імунологічні та мікробіологічні критерії формування алоstaticного навантаження» (номер державної реєстрації: 0121U107531).

Під час виконання досліджень науково-педагогічні працівники та здобувачі освітньої програми «Лабораторний аналіз» проаналізували

особливості показників імунної системи, ліпідного обміну, та ендокринного статусу у процесі адаптації організму осіб різного віку до екзогенних чинників, а також можливі патологічні наслідки дезадаптації. Результати продемонстрували наявність ранніх проявів імуносупресії в осіб, котрі зазнали хронічного впливу малих доз радіації. Паралельно цей стан характеризується підвищеним рівнем кортизолу, змінами тиреоїдного статусу, ліпідного обміну, редокс-гомеостазу. Спостерігалася розбалансованість взаємозв'язків між цими показниками, що максимально проявлялася за умов додаткового емоційного навантаження. Відповідно, науковці кафедри відмітили формування в обстежених чітких ознак алостазу [1].

Більшість досліджень останнього часу, проведених в лабораторії цитології, мікробіології, та імунології, стосувалися формування алостатичного навантаження у населення різного віку та професій у стресових умовах, спричинених як карантинним періодом COVID-19, так і воєнним станом в Україні. Отримані результати показали, що алостатичне навантаження може стати причиною передчасного розвитку імунного старіння, що характеризується змінами співвідношення імунних клітин та мобілізацією прозапальних факторів. Причому, наявність в анамнезі обстежених інфікування SARS-CoV-2 посилювала прояви алостатичного навантаження і часто призводила до виходу аналізованих показників за межі норми [2-4].

Алостатичне навантаження є загальнобіологічним явищем. Відповідно, в лабораторії проведено аналіз його потенційних ознак у різних таксономічних групах багатоклітинних організмів. Зокрема, ми виявили, що у дощових черв'яків (*Lumbricus terrestris*), як представників безхребетних тварин, співвідношення популяцій ціломоцитів змінювалося під впливом електромагнітного випромінювання високовольтних ліній електропередач, сублетальних доз мінеральних добрив. Було з'ясовано, що дозування мінеральних добрив, які використовуються на полях, є смертельним для дощових черв'яків у лабораторних умовах з обмеженим об'ємом ґрунту [5; 6].

Зміни кількості імунних клітин та їх морфології, як прояви стрес-індукованого алостатичного навантаження, виявили також під час аналізу периферійної крові бройлерів (*Gallus gallus domesticus*) після транспортування чи у випадку вирощування на територіях з помірно підвищеним радіаційним фоном [7].

Загалом, проведені в лабораторії цитології, мікробіології, та імунології ЧНУ імені Богдана Хмельницького дослідження показали, що ознаки алостатичного навантаження, спричиненого стресовими впливами різної природи, спостерігаються для різних таксономічних груп багатоклітинних організмів. Спільним важливим біомаркером цього явища були показники природної резистентності організму.

### Література

1. Sokolenko, V. L., & Sokolenko, S. V. (2019). Manifestations of allostatic load in residents of radiation contaminated areas aged 18–24 years. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10(4), 422-431. <https://doi.org/10.15421/021963>

2. Кобаль, І., Соколенко, С., & Соколенко, В. (2024). Показники лейкограми у працівників освітньої галузі на другому році пандемії COVID-19. *Наукові записки. Біологічні науки (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя)*, 3, 66-73. <https://doi.org/10.31654/2786-8478-2024-BN-3-66-73>.

3. Кобаль, І. В., & Соколенко, В. Л. (2025). Ознаки імуносенесценції на рівні лейкограми в освітян різного віку у період воєнного стану. *Вісник проблем біології і медицини*, 4(179). 140-148. <https://dx.doi.org/10.29254/2077-4214-2025-4-179-140-148>

4. Кобаль, І. В., & Соколенко, С. В. (2026). Значення статевого фактора у формуванні ознак імуносенесценції в періоди тривалих стресових впливів «Український журнал природничих наук», 2026. 15. 59-71. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.15.2026.6>

5. Соколенко, С. В., Соколенко, Ю. В., Зубенко, О. Г., Кобаль, І. В., & Соколенко, В. Л. (2022). Співвідношення популяцій целомоцитів у *Lumbricus terrestris* за умов впливу високовольтних ліній електропередач. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*, (2), 148-254. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.2.20>

6. Popova, Y., Sokolenko, V., & Sokolenko, S. (2025). Influence of nitrogen fertilizers on coelomocyte indicators in *Lumbricus terrestris*. *Collection of Scientific Papers «SCIENTIA»*, (December 19, 2025; Chicago, USA), 204–205. Retrieved from <https://previous.scientia.report/index.php/archive/article/view/3401>

7. Sokolenko, S. V., Sokolenko, Y. V., Van, Y. L., Ozymok, M. O., Kobal, I. V., & Sokolenko, V. L. (2024). Hematological parameters of domestic chickens as stress reaction markers derived from different etiologies. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 15(4), 767-775. <https://doi.org/10.15421/0224111>

## **Підготовка магістрів біології для роботи в лабораторіях різного профілю**

Соколенко В. Л.

*Черкаський національний університет  
імені Богдана Хмельницького, м. Черкаси, Україна*

Аналіз медико-біологічних публікацій останніх років у виданнях, що індексуються у провідних наукометричних базах світу Scopus та Web of Science, зокрема, таких як Nature чи Cell, свідчать – жодне відкриття у біології, жодне впровадження нових практик у медицині неможливе без лабораторних досліджень. Для їх проведення необхідно підготувати фахівців, які можуть не лише працювати з сучасним обладнанням, але й правильно аналізувати отримані результати.

Такий стан зумовлений істотною трансформацією лабораторних досліджень у біології та медицині від початку 20-го століття. При багатьох медичних закладах світу рудиментарні лікарняні лабораторії перетворилися на технологічно розвинені центри наукових досліджень. Функції фахівців в таких центрах дедалі частіше виходять за межі традиційних рутинних аналізів і передбачають інтерпретацію складних даних та кооперацію в багатопрофільних командах. Це є важливою передумовою інтеграції окремих лабораторій у світовий науковий та прикладний простір [1; 3; 4].

Як показує практика, жоден заклад вищої освіти України не може дозволити собі придбати нові зразки лабораторного обладнання, які постійно удосконалюються. Викладачі ОП «Лабораторний аналіз» переконалися в цьому, відвідуючи виставки LABExpo, які регулярно проводяться в Києві. Але доцільно враховувати: по-перше, нове обладнання стає дедалі більше автоматизованим і часто не вимагає для обслуговування висококваліфікованого спеціаліста. По-друге – інтерпретувати результати, які видають такі прилади, може лише фахівець з належною теоретичною підготовкою.

Саме від цих тез відштовхувалась проєктна група, коли запровадила у 2017 році магістерську освітню програму «Лабораторний аналіз». Завданням була підготовка фахівців для широкого спектра лабораторій – як діагностичних, так і виробничих різного профілю. Крім того, були враховані вимоги освітнього стандарту спеціальності «Біологія», яка зараз перейменована в «Біологію та біохімію», що показує значущість розуміння молекулярних і біохімічних процесів для майбутнього біолога.

Відповідно, дисциплінами, які мають ознайомити магістранта з принципами організації живого, еволюційними та адаптивними процесами, взаємозв'язками між біологічними об'єктами, стали «Цитогенетика», «Еволюційна імунологія», «Біологічні особливості старіння організмів», «Фізіологічні, біохімічні та еволюційні аспекти адаптогенезу», «Епідеміологія людських популяцій». Оскільки багато випускників освітньої програми ідуть працювати в діагностичні лабораторії, найбільшою за обсягом дисципліною є «Лабораторна діагностика».

Наразі освітня програма має 91 випускника і ще 9 навчаються зараз. Аналіз працевлаштування показує, що група забезпечення обрала правильний підхід. Випускники ОП вже працюють в лабораторіях не лише міста та області, але й в сусідніх областях, за кордоном. Серед популярних місць працевлаштування – Черкаський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, фармацевтична корпорація «Юрія-Фарм», Черкаська регіональна державна лабораторія державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів, КНП «Клінічний центр онкології, гематології, трансплантології та паліативної допомоги Черкаської обласної ради», ДУ «Черкаський обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України».

Враховуючи, що багато фахівців у період війни виїхали за кордон, окремі лабораторії міста Черкаси вже мають незакриті вакансії. Тому проєктна група готова поліпшувати освітню програму і максимально акцентувати її на потреби ринку. Для цього важлива участь в реалізації освітньої програми потенційних роботодавців, що підтверджують також дані літератури [2]. Кафедра залучає їх як до обговорення освітньої програми, так і безпосередньо до освітнього процесу.

З освітньою програмою можна ознайомитися на сайті Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Гарант та група забезпечення завжди готові отримати відгук та рекомендації щодо її удосконалення.

## Література

1. Lippi, G., & Ognibene, A. (2026). Perspectives on emerging challenges and training needs for the Laboratory Medicine specialist of the future. *Advances in Laboratory Medicine/Avances en Medicina de Laboratorio*, 7(1), 16-25. <https://doi.org/10.1515/almed-2025-0146>
2. Osadchuk, Y. S., Vezhnovets, T. A., Tanasiichuk, I. S., & Natrus, L. V. (2025). Study of stakeholder interest in improving specialists training for the laboratory industry. *Medical Science of Ukraine*, 21(4), 88-96. <https://doi.org/10.32345/2664-4738.4.2025.10>
3. Tolstanov, O. K. (2013). Peculiarities of Specialists Training in Laboratory Diagnostic in the Context of Integration into the European Higher Education Environment. *Pathologia*, (1). <https://doi.org/10.14739/2310-1237.2013.1.14524>
4. Yeromenko, R. F., Kozar, V. V., Dolzhykova, O. V., & Lytvynova, O. M. (2020). The training of specialists according to the educational and professional program “Laboratory diagnostics” as one of the important aspects of social health. *Social Pharmacy in Health Care*, 6(3), 03–07. <https://doi.org/10.24959/sphhcj.20.193>

### Діагностична цінність виявлення специфічної сенсibiliзації до *Alternaria alternata* у пацієнтів з бронхіальною астмою

Сокуренко О.В.

Комунальне некомерційне підприємство

«Черкаська обласна лікарня Черкаської обласної ради»

Централізована імунологічна лабораторія, м. Черкаси, Україна

Бронхіальна астма (БА) залишається однією з найбільш актуальних проблем сучасної алергології, причому до 80 % випадків захворювання мають алергічний генез [2]. Серед широкого спектра інгаляційних алергенів особливе місце посідає пліснявий гриб *Alternaria alternata*. Сенсibiliзація до *A. alternata* асоціюється не лише з виникненням алергічного риніту та кон'юнктивіту, але й з тяжчим перебігом БА та вищим ризиком госпіталізації [1]. Високі рівні як специфічного, так і загального імуноглобуліну Е можуть бути прогностичними маркерами клінічних проявів грибкової алергії. Цю інформацію слід враховувати для профілактики грибкової алергії серед населення [3]. В централізованій імунологічній лабораторії було впроваджено методику визначення рівня специфічного IgE (sIgE) до *Alternaria alternata*. Визначення sIgE дозволяє своєчасно діагностувати алергічну патологію та диференціювати її прояви. Важливою клінічною проблемою є виявлення «сірої зони» — групи пацієнтів із типовою симптоматикою, у яких рівень загального IgE залишається в межах норми, що робить стандартні скринінгові методи недостатньо чутливими [4].

Діагностичне лабораторне дослідження базувалося на поетапному алгоритмі оцінки імунологічного статусу 47 дорослих пацієнтів із верифікованою бронхіальною астмою, що розпочинався з визначення базового рівня загального імуноглобуліну класу Е для верифікації загального атопічного фону з подальшим скринінгом специфічних антитіл до алергену *Alternaria alternata* методом імуноферментного аналізу на фотометрі Rayto-2100, при

цьому процес включав підготовку зразків сироватки крові, їх інкубацію на планшетах, сенсibilізованих специфічними антигенами, та фінальне фотометричне вимірювання оптичної густини з автоматичним розрахунком концентрації sIgE, результати яких інтерпретувалися згідно з класичною шкалою (0–4 класи) для детального розмежування ступеня сенсibilізації та виявлення прихованих алергічних реакцій у пацієнтів із «сірої зони», у яких клінічні прояви астми спостерігалися на фоні нормальних показників загального імуноглобуліну (рис. 1).

Результати дослідження підтвердили наявність «сірої зони»: пацієнтів із клінічними симптомами та нормальною концентрацією загального IgE. Із 9 пацієнтів зі значенням загального IgE до 200 МО/мл у трьох осіб виявлено 0 клас алергенспецифічності до *Alternaria alternata*. Розподіл пацієнтів за ступенем сенсibilізації наведено у діаграмі (рис. 2).

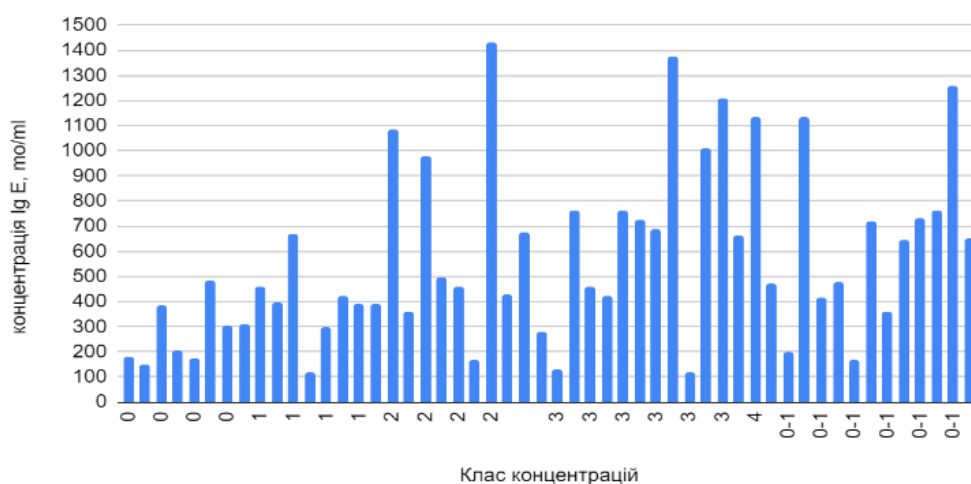


Рис. 1. Залежність загального IgE від виявленого класу спец. Ig



Рис. 2. Розподіл пацієнтів за ступенем сенсibilізації

Аналіз отриманих даних показав, що 40,4% обстежених мали низький рівень sIgE, тоді як у 59,5% виявлено високий ступінь сенсibilізації (класи 2–4).

Впровадження методики визначення специфічних IgE до *Alternaria alternata* в рутинну роботу централізованої імунологічної лабораторії дозволило суттєво оптимізувати діагностичний алгоритм обстеження хворих на БА. Набутий досвід дозволяє зробити наступні висновки.

Дослідження підтвердило, що визначення лише загального рівня IgE є недостатнім для встановлення етіологічного фактора алергії. Виявлення «сірої зони», де клінічні прояви БА маніфестують на фоні нормальних показників загального імуноглобуліну, доводить критичну необхідність використання специфічних тестів.

Використання напівавтоматичних методів імуноферментного аналізу, у лабораторно-діагностичній практиці дозволяє суттєво оптимізувати робочий процес та підвищити надійність отримуваних результатів. В умовах високоінтенсивного навантаження централізованої імунологічної лабораторії такий підхід забезпечує мінімізацію впливу «людського фактора» на кожному етапі дослідження: від стандартизованої інкубації мікропланшетів до прецизійного вимірювання оптичної густини, що гарантує високу відтворюваність показників та виключення варіабельності між серіями аналізів. Окрім того, інтеграція напівавтоматичних систем дозволяє одночасно обробляти значні масиви клінічних зразків, значно скорочуючи час виконання одного тесту без втрати аналітичної точності, що є критично важливим для швидкої діагностики, своєчасного коригування терапевтичних стратегій та забезпечення безперебійної роботи лабораторії навіть при пікових напливах пацієнтів..

Своєчасна ідентифікація сенсibilізації до *A. alternata* відкриває широкі можливості для клініцистів, а саме персоналізація терапії: виявлення специфічного алергену дозволяє призначати АСІТ (алерген-специфічну імунотерапію) або коригувати базисну терапію БА, уникаючи неефективних препаратів. Профілактика: точна діагностика дає змогу надати пацієнту конкретні рекомендації щодо елімінації алергену в побуті, що прямо впливає на зниження частоти загострень та покращення якості життя хворих. Отримані дані створюють базу для розширення алергопанелі та створення регіонального моніторингу сенсibilізації, що є стратегічно важливим для розуміння епідеміологічної ситуації в регіоні.

Таким чином, впровадження методу визначення специфічних IgE до *Alternaria alternata* в рутинну лабораторну практику виходить далеко за межі простого технічного оновлення обладнання, трансформуючись у фундаментальний інструмент підвищення якості діагностичної допомоги та обґрунтованості клінічних рішень. Завдяки отриманню точних та верифікованих даних, лікар отримує можливість не лише підтвердити етіологічну роль конкретного алергену, але й вийти на рівень персоналізованої медицини, де стратегія лікування – від елімінаційних заходів до призначення

алерген-специфічної імунотерапії – базується на доказових показниках, а не на емпіричних спостереженнях. Такий підхід мінімізує ризики гіпердіагностики, сприяє оптимізації бюджету на фармакотерапію та, що найважливіше, забезпечує безпосередній вплив на якість життя пацієнта через адекватний контроль над перебігом бронхіальної астми, запобігаючи розвитку її тяжких ускладнень та необоротних змін дихальної системи. У перспективі, накопичення подібних даних у лабораторній базі створює передумови для моніторингу алергологічного профілю населення регіону, що робить лабораторію ключовою ланкою в системі раннього виявлення та профілактики алергопатологій.

### Література

1. Baxi, S. N., Portnoy, J. M., Larenas-Linnemann, D., Phipatanakul, W., Barnes, C., Baxi, S., ... & Williams, P. B. (2016). Exposure and health effects of fungi on humans. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, 4(3), 396-404. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2016.01.008>
2. Global Initiative for Asthma (GINA). Global Strategy for Asthma Management and Prevention. 2025.
3. Mancini S. et al. Alternaria sensitization and allergy in children and adolescents. *Journal of Asthma and Allergy*. 2026. #19. P. 115–128. <https://doi.org/10.2147/JAA.S499201>.  
Reznik, Y. V., Yermishev, O. V., Palamarchuk, O. V., Balitska, O. P., & Rodinkova, V. V. (2023). Sensitivity patterns to fungal allergens in the population of Vinnytsya region. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(4), 630-633. <https://doi.org/10.15421/022391>

### Вплив імплантації композитних біополімерів на основі полігідроксибутирату на вагові індекси лімфатичних органів у щурів

Федорчук А.<sup>1</sup>, Сковороднікова М.<sup>1</sup>, Степанкевич Б.<sup>1</sup>,  
Довгий Р.<sup>1</sup>, Харчук А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ННЦ “Інститут біології та медицини”, Київський національний університет Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К.Заболотного НАН України, м. Київ, Україна

Полігідроксибутират (ПГБ) – біополімер, що належить до класу полігідроксиалканоатів – є біогенним поліестером, який використовується в ортопедичній практиці для ремоделінгу кісткової тканини. ПГБ забезпечує тимчасову механічну підтримку на період відновлення кісткової тканини, імітує позаклітинний матрикс, має остеоіндукційні та п'єзоелектричні властивості, що сприяє регенерації кісткової тканини. З плином остеорегенерації, ПГБ деградує завдяки високому ступеню біорозкладності, що дозволяє уникнути повторного хірургічного втручання для видалення, типового для використання титанових імплантів [2]. Недоліками у використанні ПГБ є його крихкість, а також низький рівень клітинної адгезії через гідрофобність. Створення комплексних композитів на основі ПГБ дозволяє подолати ці недоліки. Зокрема, додавання гідроксиапатиту (ГА), що

має схожий склад мінеральних компонентів до справжньої кістки, тому має хорошу біосумісність, може індукувати диференціацію мезенхімальних стовбурових клітин на остеобласти [4]. Поліетиленгліколь (ПЕГ) здатний підвищувати життєздатність клітин, підвищує проліферацію клітин, підвищує адгезію білків, роблячи поверхню більш гідрофільною, значно знижує кількість тромбоцитів, що налипають на матеріалі та є біосумісним [1]. Композити на основі ПГБ здатні викликати локальні хронічні запальні процеси, які з часом поширюються системно, спричиняючи системне метазапалення [5]. Вивчення лімфоїдних органів має вирішальне значення для оцінки системного запалення. Вони координують імунні реакції організму, виступаючи як основні місця імунопоезу (кістковий мозок, тимус), а також як центри імунного нагляду та активації (селезінка, лімфатичні вузли й ектопічні лімфоїдні структури) [3]. Мета цієї роботи - аналіз впливу підшкірної імплантації композитів на основі ПГА з додаванням ГА та ПЕГ на показники лімфоїдних органів щурів.

У дослідженні використовували 12 самиць щурів лінії Wistar (середньої ваги 265 г). Тварини були рандомно розподілені на чотири групи, по 3 особини. Перша група – інтактний контроль, де тварин не піддавали жодним маніпуляціям. Друга група – хибно оперовані тварини, яким робили поздовжній розріз довжиною 1,5 см вздовж середньої лінії спини без подальшої імплантації. Третя група – щурі з імплантованим диском 10 мм в діаметрі з ПГБ+ГА. Четверта група – щурі з імплантованим диском 10 мм в діаметрі з ПГБ+ПЕГ. Для проведення хірургічних операцій тварин наркотизували внутрішньочеревною ін'єкцією кетаміну (75 мг/кг) в поєднанні з 2% ксилазином (400 мкл/кг). Тварин було евтаназовано на 21 добу з подальшим визначенням вагових індексів тимуса і селезінки. Статистичну обробку отриманих даних проводили з використанням методів варіаційної статистики.

**Таблиця 1**

Вагові індекси лімфоїдних органів у щурів після підшкірної імплантації композитів на основі полігідроксибутирату ( $M \pm SD$ )

Група тварин	Тимус	Селезінка
Інтактні тварини	0,66 $\pm$ 0,10	3,28 $\pm$ 0,45
Хибно оперовані	0,79 $\pm$ 0,41	3,93 $\pm$ 0,46
ПГБ+ГА	0,62 $\pm$ 0,16	4,05 $\pm$ 0,53
ПГБ+ПЕГ	1,50 $\pm$ 0,58*	4,49 $\pm$ 1,35

Примітка: \* –  $p = 0,05$  порівняно з показником інтактних тварин.

Проведення плацебо-хірургічного втручання спричинило незначне (на 20%) збільшення вагового індексу тимуса порівняно з показниками інтактних тварин. Такі зміни є типовими для динаміки постхірургічного періоду. Хірургічне втручання викликає системну запальну реакцію, розвиток якої супроводжується гострою тимчасовою інволюцією тимусу [7]. Резолюція постхірургічного запалення (як і будь-якого іншого запалення) супроводжується відновленням функціональності та архітектури тимусу у процесі ребаунд-гіперплазії – тимчасового транзиторного збільшення органу, необхідного для відновлення його гомеостазу [6]. Індекс тимусу у тварин з імплантованими дисками з ПГБ+ГА був наближеним до показника інтактних тварин, що вказує на відсутність прозапальної дії імпланта. Натомість, ваговий індекс тимусу у групі з імплантованими дисками з ПГБ+ПЕГ був майже у 2,5 раза вищим за показник інтактних тварин і майже вдвічі вищим за показник хибно оперованих тварин, що вказує на наявність залишкового метазапалення. Варто зазначити, що вказана різниця також була на межі статистичної значущості, що зумовлено індивідуальною варіабельністю показників у групах, а також невеликою кількістю тварин.

Подібний характер змін вагового індексу спостерігали і для селезінки. У хибно оперованих тварин спленічний індекс майже не відрізнявся (був на 19% вищим) від показника інтактних тварин. У групі з імплантованим ПГБ+ГА ваговий індекс селезінки був також незначно (на 23%) більший за показники інтактною групи і не відрізнявся від показника хибно оперованих щурів, що також може бути викликане хірургічним втручанням і елімінацією тканинного дебрису у формі імунних комплексів і вказує на відсутність реакції на імплант. Індекс селезінки у щурів з імплантованими дисками з ПГБ+ПЕГ був підвищений (на 37%) в порівнянні з інтактною групою, що може вказувати на залишкову периферичну імунну активацію і системне запалення низької інтенсивності, викликані імплантованим матеріалом.

Однак, варто зазначити, що при порівнянні отриманих даних від досліджуваних груп у всіх випадках зафіксована різниця показників лімфоїдних органів була статистично не значуща або на межі статистичної значущості, що може свідчити про відносну безпечність використання ПГБ з ГА чи ПЕГ в ортопедичній практиці. Однак невелика вибірка тварин потребує обережної інтерпретації даних та подальшого дослідження.

### Література

1. Chan, R. T. H., Marçal, H., Russell, R. A., Holden, P. J., & Foster, L. J. R. (2011). Application of polyethylene glycol to promote cellular biocompatibility of polyhydroxybutyrate films. *International Journal of Polymer Science*, 2011, Article 473045. <https://doi.org/10.1155/2011/473045>
2. Fu, Z., Qiu, H., Xu, Y., Tan, C., & Wang, H. (2025). Biological effects, properties and tissue engineering applications of polyhydroxyalkanoates: A review. *International journal of biological macromolecules*, 293, 139281. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.139281>
3. Makris, S., de Winde, C. M., Horsnell, H. L., Cantoral-Rebordinos, J. A., Finlay, R. E., & Acton, S. E. (2022). Immune function and dysfunction are determined by lymphoid tissue efficacy. *Disease models & mechanisms*, 15(1), dmm049256. <https://doi.org/10.1242/dmm.049256>

4. Kamiński, P., Kaczmarski, M., Żerebiec, M., Saj, N., Bełżek, A., Rupeć, Z., Turzańska, K., & Drelich, M. (2025). Nanohydroxyapatite as the key factor in bone regeneration. *Wiadomości lekarskie (Warsaw, Poland : 1960)*, 78(3), 551–558. <https://doi.org/10.36740/WLek/202331>
5. Alves, E. G., Rezende, C. M., Serakides, R., Pereira, M.deM., & Rosado, I. R. (2011). Orthopedic implant of a polyhydroxybutyrate (PHB) and hydroxyapatite composite in cats. *Journal of feline medicine and surgery*, 13(8), 546–552. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2011.03.002>
6. Collins, C. P., Khuat, L. T., Sckisel, G. D., Vick, L. V., Minnar, C. M., Dunai, C., Le, C. T., Curti, B. D., Crittenden, M., Merleev, A., Sheng, M., Chao, N. J., Maverakis, E., Rosario, S. R., Monjaze, A. M., Blazar, B. R., Longo, D. L., Canter, R. J., & Murphy, W. J. (2024). Systemic immunostimulation induces glucocorticoid-mediated thymic involution succeeded by rebound hyperplasia which is impaired in aged recipients. *Frontiers in immunology*, 15, 1429912. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1429912>
7. Ruiz Pérez, M., Vandenabeele, P., & Tougaard, P. (2024). The thymus road to a T cell: migration, selection, and atrophy. *Frontiers in immunology*, 15, 1443910. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1443910>

## **Вплив імуностимуляції на сприйняття та обробку подразників адресованої I та II сигнальним системам на фоні набуті короткозорості високого ступеня**

Шейко В. І.<sup>1</sup>, Волошин О. С.<sup>1</sup>, Стрельцова В. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Тернопільський національний педагогічний університет*

*імені Володимира Гнатюка, м. Тернопіль, Україна*

<sup>2</sup>*Айдарська ЗЗСО, с. Айдар Луганської обл., Україна*

Сучасне суспільство є інформаційно-кібернетичним, людина, як його складова має значне інформаційно-емоційне навантаження, яке супроводжується ознаками стресового стану (не інфекційного походження). 80 % інформації людина сприймає органом зору (в першу чергу це розглядання дрібних символів з короткої відстані), що супроводжується значним функціональним навантаженням зорової сенсорної системи. Саме розглядання розглядання дрібних предметів тривалий час з короткої відстані викликає формуванням морфо-функціональних змін в будові ока, які можна розглядати як адаптацію та формування патолофізіологічного стану, а саме набуту короткозорість [1; 2]. Статистичні прогнози міжнародних організацій: Всесвітня організація охорони здоров'я, Організація Об'єднаних Націй, констатують, що до 2050 року кількість людей з короткозорістю (міопією) сягне 5 мільярдів, що становитиме майже половину населення нашої планети [3].

Набута короткозорість, як патолофізіологічний процес супроводжується імунними порушеннями різного ступеня та покращенням нейродинамічних функцій, винятком є набута короткозорість високого ступеня на фоні якої спостерігається значне погіршення показників системного імунітету та стану нейродинамічних функцій [1; 4; 5].

Мета дослідження є вивчення показників нейродинамічних функцій та обробка подразників адресованих I та II сигнальним системам у людей що

страждають на набуту короткозорість високого ступеня на фоні імуностимуляції.

В дослідженні брала участь група волонтерів: I (контроль) – це практично-здорові люди, (40 осіб чоловічої статі); II – група плацебо – люди, які страждали на набуту короткозорість високого ступеня, які замість імуностимулятора приймали фізіологічний розчин, як нозальний спрей (21 особа чоловічої статі) III – люди, які страждали на набуту короткозорість високого ступеня і приймали імуностимулятор назоферено, як нозальний спрей (21 особа чоловічої статі). Вживання назоферону проводилось згідно інструкції до препарату [6]. Діагноз короткозорість був становлений лікарем-офтальмологом. Для отримання інформації про стан нейродинамічних функцій ми використовували методику М. В. Макаренка [7]. За даною методикою досліджували латентні періоди сенсомоторних реакцій різної складності: проста зоровомоторна реакція (ПЗМР), реакція вибору 1 із 3 подразників (ЛПРВ1-3), реакція вибору 2 із 3 (ЛПРВ2-3). Фігури використовуються, як подразник адресований до I сигнальної системи, а слова – як подразник адресований для II сигнальної системи. Функціональну рухливість нервових процесів (ФРНП) визначали шляхом найвищого темпу диференціювання позитивних та гальмівних подразників при мінімальній експозиції їх пред'явлення в режимі «зворотного зв'язку». Рівень функціональної рухливості визначався часом, який необхідний для виконання тесту, чим менший час проходження тесту тим вищий рівень функціональної рухливості і навпаки. Робота виконувалась у відповідності до біоетичних норм.

На фоні набутої короткозорості високого ступеня (подразник фігури) ПЗМР більший на 9,13 % (24,1 мс.), ЛПРВ1-3 – на 16,7 % (57 мс.), ЛПРВ2-3 – на 15,31 % (59,7 мс.), в порівнянні з контролем. ФРНП при обробці подразника фігури на фоні набутої короткозорості високого ступеня була достовірно гірша у порівнянні з контролем. При обробці подразника слова на фоні набутої короткозорості високого ступеня ПЗМР більший на 8,07 % (21,8 мс.), ЛПРВ1-3 – на 6,46 % (30,2 мс.), ЛПРВ2-3 – на 9,53 % (49,2 мс.), в порівнянні з контролем. ФРНП при обробці подразника слова на фоні набутої короткозорості високого ступеня була достовірно гірша у порівнянні з контролем.

Вживання назоферону не викликало достовірних змін у величинах латентних періодів сенсомоторних реакцій різної складності (подразник фігури – I сигнальна система, подразник слова – II) в порівнянні з вихідними значеннями. ФРНП після вживання назоферону мала достовірні зміни в порівнянні з вихідними значеннями; подразник фігури ФРНП стала краща на 2,2 % (1,7 с.), подразник слова ФРНП стала краща на 2,0 % (1,6 с.), але було достовірно гірше в порівнянні з практично здоровими людьми.

### Література

1. Kolesnyk Y., Sheiko V., Dereka T. Comparison of indicators of cellular and humoral immunity in acquired myopia mild and high degree. Zdravotnicke listy. Laboratory Medicine; Public health. 2020;8(4);36-42.

2. Moderní aspekty vědy Svazek XLVIII / Díl mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024. str. 373. – Розд.: Вплив імуностимуляції на сприйняття та обробку інформації адресованої I та II сигнальним системам на фоні набутої короткозорості середнього ступеня. / Стрельцова В. В. – С. 154-173. doi.org/10.52058/48-2024.

3. Holden B. A., Fricke T. R., Wilson D. A., Jong M., Naidoo K. S., Sankaridurg P., Wong T. Y., Naduvilath T. J., Resnikoff S. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*. 2016 May 1;123(5):1036-42.

4. Колесник Ю. І., Шейко В. І., Львов О. С. Аналіз показників вищої нервової діяльності в залежності від ступеня короткозорості. // Український журнал медицини, біології та спорту. 2019;4(4):268-273. DOI: 10.26693/jmbs04.04.268.

5. Sheiko Vitalii, Kuchmenko Olena. Kushch Yulia. Mkhitaryan Laura, Glazkov Eduard, Havii Valentyna State of psycho-physiological functions in persons with a weak degree of acquired myopia // *Notes in Current Biology*. 2022 №2. С. 77-82.

6. Інструкція для медичного застосування препарату НАЗАФЕРОН, затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 24.01.11 № 33. Сертифікат про державну реєстрацію № UA/15653/01/01 Термін державної реєстрації: з 15.12.2021.

7. Макаренко М. В., Панченко В. М. Сенсомоторна реактивність у людей з різними властивостями основних нервових процесів. // Вісник нац. ун-ту оборони України. 2012;4(29):188-193.

## **Показники лейкоцитарної формули у студентів першого року навчання**

Шувалова Є. В., Соколенко В. Л.

*Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького,  
м. Черкаси, Україна*

Період переходу молоді зі шкіл до закладів вищої освіти сповнений тривалих та фундаментальних змін звичного способу життя, що супроводжується помітним навантаженням на адаптаційно-компенсаторні системи організму. Процес відображається на психоемоційних, фізіологічних та імунних показниках. За даними масштабного дослідження WMH-ICS із залученням більше ніж 70 тисяч студентів університетів у різних країнах світу, серед даної групи населення досить часто спостерігаються психічні розлади, що є ознакою необхідності особливої уваги до психічного добробуту молоді в період адаптації до навчання [1].

Високий рівень академічного стресу серед студентів першого року навчання викликає зниження навчальної успішності. Зміна навчального середовища безпосередньо ускладнює процес адаптації [2]. Труднощі інтеграції в нову соціальну спільноту університету є одним з найбільш часто згадуваних стресових факторів [3]. Перехід від школи до університету також супроводжується високою поширеністю дистресу, тривоги, порушень сну та емоційного виснаження [4]. У низці досліджень також відзначається поширеність серед студентів гіподинамії та незадовільного харчування. Всі ці фактори в сукупності можуть мати прояв у вигляді підвищеної втомлюваності, погіршення когнітивних процесів, пам'яті та уваги [5].

На фізіологічному рівні ці деструктивні чинники запускають каскад імунологічних змін. Зокрема, дослідження вказують, що адаптація студентів супроводжується змінами параметрів запальної відповіді [6]. Більше того, такі показники на початку навчання асоціювалися з розвитком депресивних симптомів протягом року [7].

Нами проаналізовано показники лейкоцитарної формули студентів першого року навчання, яким на час обстеження вже виповнилося 18 років. Обстеження проведені через 2 місяці після початку навчання. У якості контролю використані референтні значення норми. Головною спільною ознакою був зміщений до верхньої межі норми або підвищений понад норму нейтрофільно-лімфоцитарний індекс, як класична ознака стресу. Проте, дослідження останнього часу показують істотну роль у формуванні посиленого емоційного стресу фактора воєнного стану в Україні [8]. Тому для з'ясування внеску у виявлений ефект адаптації до процесу навчання в ЗВО потрібні додаткові дослідження.

### Література

1. Mason A. et al. Prevalence, age-of-onset, and course of mental disorders among 72,288 first-year university students from 18 countries in the World Mental Health International College Student (WMH-ICS) initiative. *Journal of Psychiatric Research*. 2025. Vol. 183. P. 225-236. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2025.02.016>.
2. Granada-Granada F., Valencia-Narbona M., Lizana P. A., González-Rojas A. Academic stress and performance in first-year health sciences students in Chile: a cross-sectional study // *Frontiers in Psychology*. 2025. Vol. 16. Article 1662109. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1662109>.
3. Salikhova N., Fakhrudinova A. A first-year students' adaptation to difficulties at high educational establishments. *RSUH/RGGU Bulletin. Series Psychology. Pedagogics. Education*. 2021. P. 97–113. <https://doi.org/10.28995/2073-6398-2021-1-97-113>.
4. Affan R. et al. Mental health status among university students during the transition period from high school to university in Lebanon: a cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2025. Vol. 25. Article 1848. DOI: 10.1186/s12889-025-23087-3.
5. Linnik M. A., Safonov A. I. Dynamics of mental performance of first-year students at the school of mathematics and natural sciences of Kozybayev University. *Vestnik of M. Kozybayev North Kazakhstan University*. 2025. <https://doi.org/10.54596/2958-0048-2025-1-34-40>.
6. Davis K. M., Wright M. A., Engeland C. G., Murdock K. W. Systemic inflammation and ex vivo inflammatory responses in first semester university students. *Psychoneuroendocrinology*. 2026. Vol. 185. Article 107729. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2025.107729>.
7. Che W. et al. Association between inflammatory markers and the change of depressive symptoms in college students. *Wei Sheng Yan Jiu (Journal of Hygiene Research)*. 2025. Vol. 54, #1. P. 92-98. PMID: 39943655.

8. Гончаренко В. В., Соколенко С. В. Значення статевого фактора в реалізації нейтрофільно-лімфоцитарного індексу та інших показників лейкоцитарної формули в умовах стресових факторів сучасності. *Наукові записки. Біологічні науки (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя)*. 2026. №2. С. 102–113. <https://doi.org/10.31654/2786-8478-2026-BN-2-102-113>

### **Detection of TBEV infection**

Cherkashchenko Liubov

*Umea University, Umea, Sweden*

TBEV, a member of Orthoflaviviruses, is positive-sense RNA virus transmitted by ticks. Clinical manifestations of TBEV infection vary widely, ranging from asymptomatic cases and mild febrile disease to severe neurological conditions such as meningoencephalitis or encephalomyelitis, which may lead to long-term sequelae including post-encephalitic and paralytic syndromes [1; 2].

For establishing and/or selection of diagnostic tests for detection of TBEV, the deep understanding of the pathogenesis of TBEV infection is required. In addition, the use of diagnostic assays to detect the virus infection should be guided by the stage of infection in every individual patient.

There are several approaches for direct detection of TBEV infection such as virus isolation which allows to identify the virus subtype as well as perform genetic and phenotypic characterization.

Currently, the most usable and reliable method is PCR. A recent study from Sweden demonstrated that TBEV RNA remains detectable in urine samples by RT-PCR for as long as 19 days after the onset of neurological symptoms.

Indirect approaches for TBEV diagnosis include:

- Complement fixation assay (detection of anti-virus antibodies in the early phase of a potential infection)
- Hemagglutination inhibition test
- Immunofluorescence assay (characteristic fluorescent cytoplasmic staining pattern can be observed and quantified through serial dilutions of the tested serum sample)
- Neutralization test (capability of antibodies to neutralize infectious viruses)
- ELISA (diagnosis of TBEV infection by detecting virus-specific IgM and IgG antibodies in serum or cerebrospinal fluid)

Despite the number of assays that can be used to detect the TBEV infection, cross-reactivity may occur in currently available serological assays due to the close genetic relatedness among members of the genus *Flavivirus*.

However, there is no accepted gold standard test for correct and ascertain identification of TBEV in the samples.

## Reference

1. Kriha, M. F., Kamis, J., Dvorakova, M., Tardy, L., Elsterova, J., Teislerova, D., ... & Hönig, V. (2025). Detection of tick-borne encephalitis virus RNA in patient samples at different stages of infection. *Journal of Infection*, 90(5), 106481.
2. Hennechart-Collette, C., Mathews-Martin, L., Fourniol, L., Fraisse, A., Martin-Latil, S., Bournez, L., ... & Perelle, S. (2024). Development of a cell culture-based method for detecting infectious tick-borne encephalitis virus (TBEV) in milk products. *Food Microbiology*, 124, 104619.

### **Call for a macrophage party: development of LPS injury model for studying phenotypic changes in stria vascularis**

Yuliana V. Sokolenko, Karyn Jourdeuil, Cathy Yea Won Sung  
University of Iowa, Iowa City, USA

**Introduction.** Blood-labyrinth barrier (BLB) is a complex barrier system in the inner ear that separates blood circulation from the fluids of the inner ear [4]. BLB is important to support a normal ion concentration in cochlear perilymph and endolymph and the endocochlear potential to provide the physiological basis for hearing [4]. Stria vascularis is a highly vascularized epithelial tissue that lies on the lateral wall of the scala media in cochlea and serves as a barrier to maintain K<sup>+</sup> and nutrient transport to endolymph [1, 4]. Perivascular macrophages are associated with stria vascularis, wrapping vessels, and being almost equally distributed throughout the tissue [1]. Macrophages influence stria vascularis permeability by producing soluble factors, so in this way they also participate in cochlear homeostasis [1, 3]. The normal function of BLB relies on the integrity of the stria vascularis which is regulated by macrophages [3, 4].

The disruption of BLB permeability can lead to damage of cochlea and hearing loss, which is the most common sensory disorder. Medication with ototoxic effect is one of the reasons for hearing loss [3, 4], but the mechanism of their integration to cochlea is not well described. It is suggested that ototoxic drugs are able to influence perivascular macrophages and BLB permeability that allow drug molecules to get inside the scala media and cause damage [4].

To understand the mechanism of ototoxicity, it is important to have a good positive model that demonstrates strial phenotypes during permeability changes. It is well known that LPS increases permeability across several biological barriers, such as the blood-brain barriers and blood-labyrinth barriers [2]. However, their phenotypes are not described. Therefore, our goal was to develop an LPS-injury model for characterisation of stria vascularis and perivascular macrophages changes to use it in the future as a positive control for studying drug ototoxicity.

**Methods.** Male and female CBA/J x CX3CR1-GFP F1 mice of the same age (9 weeks) were divided to three groups: control (mice have not received any treatment), 7 days LPS treatment and 14 days LPS treatment. Mice were weighing each day. LPS was administered intraperitoneally each day. Mice cochleae were collected the next day after the final treatment day.

For cochlea collection, mice were anesthetized and injected with Dextran-TritC in tail vein to detect changes in BLB permeability. Collected cochleae were fixed in 4% PFA for 4 hours and washed with PBS. Cochleae were dissected to obtain stria vascularis from different tonotopic regions. Stria vascularis was stained and confocal microscopy was performed.

**Results.** First, we assessed body weight as a general indicator of overall health and response to LPS treatment. We observed that both female and male mice rapidly lost weight through day 3 following LPS administration, followed by gradual recovery through day 14. However, female mice, despite bigger weight drop, were able to recover quicker and to a higher extend (Fig.1).

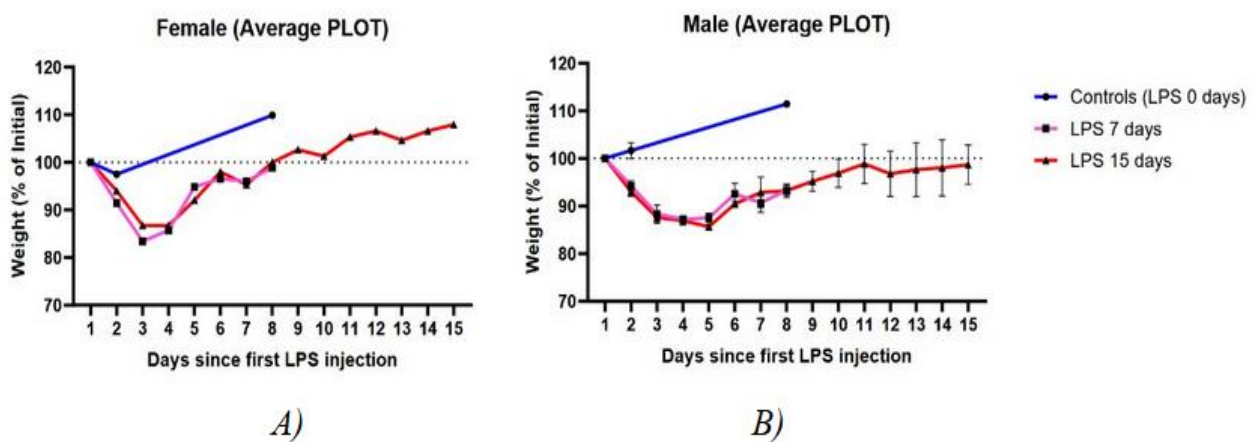


Figure 1: Body weight changes over the experimental period in (A) female and (B) male mice

Second, we made the comparison of stria vascularis at different time points and between sexes to detect phenotypic change. In control groups, we observed normal intact vasculature without any injury sites with almost equally distributed macrophages. At day 7 of LPS treatment in male mice, the number of macrophages increased and the stria vascularis demonstrated a leakage phenotype in the middle apex tonotopic region. A leakage phenotype was characterized by the increased permeability that allows different molecules to go through stria more easily (detection of Dextran-TritC out of the vessels in surrounding tissues). On day 14 following LPS treatment, the leakage phenotype was not observed, suggesting that the leakage may have been resolved, but breakdowns of vasculature were detected with accumulation of macrophages around (“macrophages party” sites). Breakdowns were characterized by disrupted vasculature (detection of holes in stria vascularis with Dextran-TritC) (Fig. 2). Female mice demonstrated higher resistance to the LPS injury as we were able to detect only breakdowns with macrophage accumulations on day 14. Moreover, the breakdowns were observed mostly in the basal tonotopic region (Fig. 3).

Based on our observations, we can speculate about differences in leakage and breakdown phenotypes in stria vascularis and macrophages behavior. Stria vascularis

develops leakage phenotype during LPS injury that demonstrates increased permeability that can lead to a full breakdown in the future.

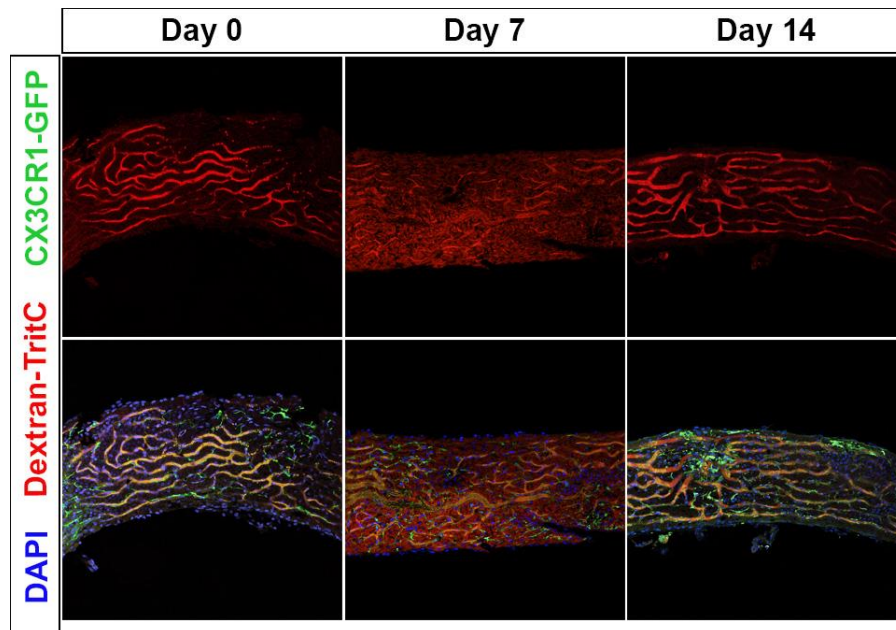


Figure 2: comparison of stria vascularis (middle apex tonotopic region) in male mice at different time points

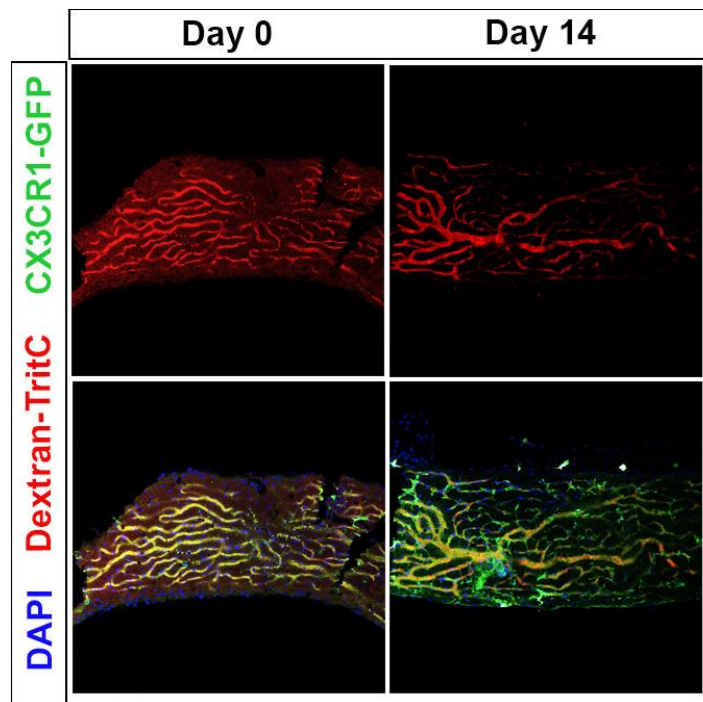


Figure 3: comparison of stria vascularis (basal tonotopic region) in female mice at different time points

**Summary.** 1) LPS model helps to understand leakage (increased permeability) and breakdown (impaired tissue integrity) phenotypes in stria vascularis.

2) Our data suggest there are sex differences in response to LPS injury: male mice develop injury primarily at the mid apex site, while females tend to have injuries in a basal region.

## Resources

1. Ito, T., Kurata, N., & Fukunaga, Y. (2022). Tissue-resident macrophages in the stria vascularis. *Frontiers in Neurology*, 13, <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.818395>.
2. Jangula, A., & Murphy, E. J. (2013). Lipopolysaccharide-induced blood brain barrier permeability is enhanced by alpha-synuclein expression. *Neuroscience letters*, 551, 23-27. <https://doi/10.1016/j.neulet.2013.06.058>
3. Sung, C. Y. W., Hayase, N., Yuen, P. S., Lee, J., Fernandez, K., Hu, X., ... & Cunningham, L. L. (2024). Macrophage depletion protects against cisplatin-induced ototoxicity and nephrotoxicity. *Science advances*, 10(30), <https://doi/10.1126/sciadv.adk9878>
4. Yi, Z., Wang, X., Yin, G., & Sun, Y. (2025). The blood-labyrinth barrier: non-invasive delivery strategies for inner ear drug delivery. *Pharmaceutics*, 17(4), 482, doi: 10.3390/pharmaceutics17040482

## **Розділ 2**

# **ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НА УРОКАХ БІОЛОГІЇ В ЗЗСО. ПЕРСПЕКТИВИ ОРГАНІЗАЦІЇ БІОЛОГІЧНИХ ЛАБОРАТОРІЙ В НУШ**

## Інтеграція науково-дослідницького компонента МАН у лабораторний практикум сучасного наукового ліцею

Бобкова Н. О., Булава Ю. М.

*Черкаський науковий ліцей «ФІМЛІ», м. Черкаси, Україна*

Сучасний етап розвитку вітчизняної освіти характеризується становленням мережі наукових ліцеїв, специфіка функціонування яких передбачає обов'язкове залучення обдарованої учнівської молоді до наукової та науково-технічної діяльності. Традиційна система організації лабораторних робіт у закладах загальної середньої освіти часто носить репродуктивний або ілюстративний характер. Учні зазвичай виконують лінійні інструкції для підтвердження вже відомих теоретичних фактів. Проте для наукових ліцеїв такий підхід є недостатнім. Потреби сьогодення вимагають глибокої трансформації освітнього процесу через інтеграцію науково-дослідницького компонента Малої академії наук України (МАН) безпосередньо у структуру обов'язкового лабораторного практикуму з біології.

Така інтеграція дозволяє розв'язати суперечність між необхідністю засвоєння базового державного стандарту та потребою формування високорівневих дослідницьких компетентностей. На базі наукового ліцею лабораторний практикум трансформується з репродуктивного в інваріантну платформу старту наукових проєктів МАН. Це означає, що кожна фронтальна лабораторна чи практична робота розглядається як потенційне міні-дослідження, де учень опановує науковий метод: від спостереження та висування гіпотези до статистичної обробки експериментальних даних.

Основною метою модернізації практикуму є створення наскрізної траєкторії «урок – гурток – наукове дослідження». Процес базується на принципах індивідуалізації, науковості та системності. Учень перестає бути пасивним виконавцем інструктивної картки; він стає суб'єктом наукового пошуку, який працює із реальними біологічними об'єктами за допомогою сучасного інструментарію. Таким чином, інтеграція складників МАН у повсякденну практику ліцею забезпечує плавний перехід підлітка від шкільного навчання до академічної науки, мінімізуючи адаптаційний бар'єр.

Практична реалізація інтеграційного підходу на уроках біології в ліцеї вимагає кардинальної зміни структури занять та використання обладнання дослідницького класу. Замість застарілих канонічних робіт впроваджуються модульні дослідницькі цикли, що поєднують класичну препарувальну техніку із цифровими вимірювальними комплексами та методами інструментального аналізу.

У нашому досвіді трансформація лабораторного практикуму реалізується через три рівні складності:

- **Модернізований базовий рівень (цитологія та гістологія).** При вивченні клітинного рівня організації живого (9–11 класи) учні замість фіксованих фабричних препаратів створюють власні тимчасові мікропрепарати. Використовуються тринокулярні світлові мікроскопи (наприклад, *Biomed-5* або *Sigeta pro*) з високороздільними цифровими CCD-камерами. Завдяки

програмному забезпеченню для аналізу зображень учні проводять морфометрію — точне вимірювання лінійних розмірів клітин, площі ядер чи підрахунку мітотичного індексу в меристемах рослин під впливом потенційних мутагенів. Це прямий вихід на екотоксикологічні проєкти МАН.

- **Фізіолого-біохімічний рівень (молекулярна біологія та ботаніка).** Дослідження фотосинтезу, транспірації чи дихання переводяться на рейки цифрових STEM-лабораторій (*Vernier* або *Fourier/Einstein*). За допомогою бездротових датчиків концентрації  $O_2$ ,  $CO_2$ , вологості та температури учні в реальному часі реєструють динаміку фізіологічних процесів. Наприклад, вивчення впливу важких металів на інтенсивність дихання проростків на уроці переростає у повноцінне наукове дослідження МАН відділення екології та аграрних наук. Окрім цього, практикується застосування сучасних мікропіпеток-дозаторів (*Eppendorf*) та центрифуг для первинного фракціонування клітинних компонентів.

- **Польовий та моніторинговий рівень.** Проведення літніх навчальних практик із використанням портативних фотометрів, кондуктометрів та рН-метрів для оцінки стану локальних біогеоценозів.

Методичний алгоритм уроку зазнає змін: 20% часу відводиться на експрес-актуалізацію, 60% - на самостійне моделювання експерименту та збір даних, 20% - на математичну обробку за допомогою критерію Стюдента чи кореляційного аналізу Excel/Origin, що є обов'язковою вимогою до робіт МАН.

Результати впровадження інтегрованого науково-дослідницького компонента свідчать про високу педагогічну та практичну ефективність запропонованої моделі. По-перше, спостерігається стрімке зростання внутрішньої мотивації ліцеїстів до вивчення природничих дисциплін. Біологія перестає сприйматися як описова наука; учні усвідомлюють її як точну, експериментальну та високотехнологічну галузь.

По-друге, руйнується психологічний бар'єр перед виконанням курсових дослідницьких робіт МАН. Оскільки базові навички планування експерименту, роботи з дозаторами, калібрування цифрових датчиків та математичної обробки вибірок закладаються під час планових урочних лабораторних робіт, написання наукової роботи МАН у 10–11 класах стає природним продовженням класної діяльності, а не додатковим стресовим навантаженням. Учень приходить до наукового керівника із готовим масивом верифікованих первинних даних та сформованим протоколом експерименту.

Лабораторний практикум такого рівня формує у майбутніх науковців стійкі навички академічної доброчесності. Робота з цифровими комплексами унеможливорює підгонку результатів під «правильну» відповідь підручника, навчаючи аналізувати похибки експерименту та аномальні значення (аутлаєри). Це розвиває критичне мислення та об'єктивність. Окрім того, ліцеїсти здобувають виражені препрофесійні компетентності (лабораторний менеджмент, біоенергетика, основи біотехнології), що забезпечує їм суттєві переваги під час навчання у закладах вищої освіти медичного, біологічного та аграрного профілів. Інтеграція МАНівського компонента у лабораторну

практику є дієвою стратегією випереджального навчання у сучасному закладі загальної середньої освіти нового типу.

### Література

1. Міністерство освіти і науки України. Наказ № 650 від 15.05.2024 р. «Про затвердження Положення про науковий ліцей» (зі змінами від 01.02.2026 р.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0842-24>
2. Гриневич Л. М., Морзе Н. В. Цифровізація профільної середньої освіти: виклики та можливості для природничих дисциплін. Київ : Академічне видання, 2025. 112 с.
3. Козленко О. Г. Нова парадигма дослідницького навчання біології в 10–12 класах: від теорії до STEM-практик. Біологія і хімія в рідній школі. 2025. № 1. С. 8–15.
4. Національна академія наук України / МАН. Методичні рекомендації щодо організації наукових досліджень у відділеннях природничого профілю на 2025/2026 навчальний рік. Київ : Мала академія наук України, 2025. 48 с. URL: <https://man.gov.ua/methodical-recommendations-2025>

### Спектр та значення лабораторних досліджень на уроках біології в закладах загальної середньої освіти

Бобкова Н. О., Булава Ю. М.

*Черкаський науковий ліцей «ФІМЛІ», м. Черкаси, Україна*

Трансформація сучасної шкільної біологічної освіти в контексті реалізації концепції «Нова українська школа» (НУШ) висуває жорсткі вимоги до формування природничо-наукової компетентності учнів. Основним інструментом переходу від репродуктивного засвоєння знань до діяльнісного підходу є шкільний біологічний експеримент. Лабораторні дослідження, лабораторні та практичні роботи є не просто елементом унаочнення, а фундаментальною методологічною базою для розвитку критичного мислення, дослідницьких навичок та STEM-компетентностей школярів.

Сучасний урок біології вимагає відходу від класичного «крейдового» викладання. Практичний компонент дозволяє учням самостійно відкривати закони живої природи, інтегруючи теоретичні знання з реальними біологічними процесами. Метою цих тез є систематизація сучасного спектра лабораторних досліджень у закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО) та обґрунтування їхнього значення з позиції вчителя-практика, який використовує як класичне, так і високотехнологічне цифрове обладнання згідно з чинними державними стандартами та переліками матеріально-технічного забезпечення.

Сучасний спектр лабораторних робіт з біології охоплює декілька рівнів організації живого (від молекулярно-клітинного до екологічного) і диференціюється залежно від вікових особливостей учнів та наявного матеріально-технічного забезпечення закладу освіти. У структурі освітнього процесу ми виділяємо три ключові блоки досліджень:

**Класичні мікроскопічні та цитологічні дослідження (7–9 класи).** Сюди відносяться вивчення будови рослинних і тваринних клітин, плазмолізу

та деплазмолізу в клітинах шкірочки луски цибулі, спостереження мітозу в клітинах корінця часнику. Використання сучасних світлових мікроскопів (наприклад, лінійки *Biomed* або *Sigeta*) з LED-освітленням дозволяє досягти чіткої візуалізації без додаткового тривалого налаштування дзеркал. Особливу роль відіграють цифрові USB-камери (наприклад, *Sigeta Cam*), які інтегруються в окулярну трубку та виводять зображення мікропрепарату на інтерактивну панель кабінету. Це забезпечує можливість колективного обговорення, маркування структур клітини в реальному часі та створення учнями цифрових паспортів мікрооб'єктів.

**Фізіологічні та біохімічні експрес-дослідження (9–11 класи).** Цей блок включає дослідження властивостей ферментів (наприклад, каталазна активність шматочків сирові та вареної картоплі/м'яса під дією пероксиду водню), виділення хлорофілу методом паперової хроматографії за Краусом, виявлення органічних речовин у продуктах харчування (йодна проба на крохмаль, біуретова реакція на білки).

**Цифрова лабораторія та екологічний моніторинг (10–11 класи).** Інтеграція STEM-технологій реалізується через впровадження сучасних цифрових комплексів (наприклад, *Vernier*, *Einstein* або *Logis*), використання яких регламентовано профільним Міністерством. За допомогою бездротових датчиків учні проводять високоточні вимірювання, які раніше були неможливі у шкільних умовах. Зокрема, датчик вуглекислого газу ( $\text{CO}_2$ ) та кисню ( $\text{O}_2$ ) застосовується для дослідження інтенсивності фотосинтезу й дихання кімнатних рослин при різному спектрі освітлення, а датчики рН та електропровідності — для експрес-аналізу якості питної води чи вивчення властивостей ґрунтів під час екологічних практикумів.

Методика проведення таких досліджень базується на **проблемно-пошуковому методі**. Замість виконання роботи за сухим лінійним алгоритмом, учням пропонується сформулювати та перевірити міні-гіпотезу. Наприклад: «Як зміна температури чи кислотності середовища вплине на швидкість розщеплення крохмалю амілазою слини?». Учні самостійно фіксують змінні, будують графіки залежності у програмі збору даних (наприклад, *Logger Pro* або *MiLab*), що безпосередньо формує дослідницькі вміння та математичну грамотність природничника.

Значення лабораторних досліджень виходить далеко за межі суто біологічної підготовки. Вони є каталізатором системних змін у структурі мислення здобувача освіти:

1. **Формування наукового світогляду.** Учні переконуються в матеріальності та пізнаваності біологічних явищ. Коли дитина власноруч виділяє ДНК з томата або банана за допомогою сольово-мильного розчину та ізопропілового спирту, абстрактне поняття «нуклеїнова кислота» перетворюється на відчутний фізичний об'єкт.

2. **Розвиток soft skills та навичок командної роботи.** Робота в малих групах (лабораторних тандамах) навчає чіткого розподілу обов'язків, лідерству, взаємодопомозі та коректній аргументації власної думки під час презентації та захисту результатів дослідження перед класом.

3. **Профорієнтаційний вектор.** Робота з професійним лабораторним посудом (мірні колби, піпетки-дозатори, циліндри), хімічними реактивами та цифровими датчиками моделює роботу реальних науково-дослідних лабораторій, стимулюючи інтерес до майбутніх професій у сферах медицини, біотехнологій, екологічного менеджменту та прогресивного агросектору.

Розвиток дослідницьких умінь школярів у галузі природничих наук за допомогою поєднання натурального (класичного) та цифрового експерименту є перевіреною практикою вектором, який закладає міцний фундамент для формування критично мислячої особистості.

### Література

1. Коршевнюк Т. В., Козленко О. Г. Аналітичні матеріали щодо стану біологічної освіти в закладах загальної середньої освіти. Інститут педагогіки НАПН України. Київ, 2022. 84 с. URL: [https://lib.iitta.gov.ua/739188/1/Biology\\_Analitychni\\_materialy\\_2022.pdf](https://lib.iitta.gov.ua/739188/1/Biology_Analitychni_materialy_2022.pdf)

2. Міністерство освіти і науки України. Наказ № 574 від 29.04.2020 р. «Про затвердження Типового переліку засобів навчання та обладнання для навчальних кабінетів і STEM-лабораторій» (зі змінами від 19.03.2026 р.). URL: <https://mon.gov.ua/npa/prozatverdzhennya-tipovogo-pereliku-zasobiv-navchannya-ta-obladnannya-dlya-navchalnih-kabinetiv-i-stem-laboratorij>

3. Ягенська Г. В., Степанюк А. В. *Формування дослідницьких умінь школярів у галузі природничих наук (друга половина ХХ – початок ХХІ століття)* : монографія. Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2021. 282 с.

4. Ягенська Г. В. Особливості організації дослідницької діяльності учнів на уроках біології в умовах сучасного освітнього простору. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна.* 2022. Вип. 28. С. 94–98.

## Молекулярне моделювання програмою Avogadro як інструмент НУШ

Дем'яненко А. М.

*Комунальний заклад «Сунківський ліцей»*

*Березняківської сільської ради, с. Сунки, Україна*

В умовах реалізації державного стандарту Нової української школи (НУШ) біологічна освіта зміщує акцент із запам'ятовування морфологічних ознак на розуміння молекулярних механізмів життя. Лабораторні дослідження в ЗЗСО сьогодні мають заповнити прогалину між макросвітом (те, що ми бачимо в мікроскоп) та наносвітом (рівень біополімерів).

Сучасний етап розвитку освіти характеризується активною цифровізацією навчального процесу та переорієнтацією на компетентнісну модель навчання. У цих умовах особливої актуальності набуває впровадження інструментів, що забезпечують поєднання наочності, інтерактивності та дослідницької діяльності учнів. Природничі дисципліни, зокрема хімія та біологія, потребують ефективних засобів візуалізації об'єктів мікросвіту, які неможливо безпосередньо спостерігати. Одним із таких інструментів є некомерційна програма 3D-моделювання Avogadro [1, 2], що дозволяє створювати, редагувати та аналізувати просторові моделі молекул. Програма Avogadro

виступає як інноваційне середовище для «*in silico*» експериментів (комп'ютерного моделювання), що дозволяє учням стати активними учасниками побудови біологічних моделей (рис. 1), а не просто глядачами статичних схем.

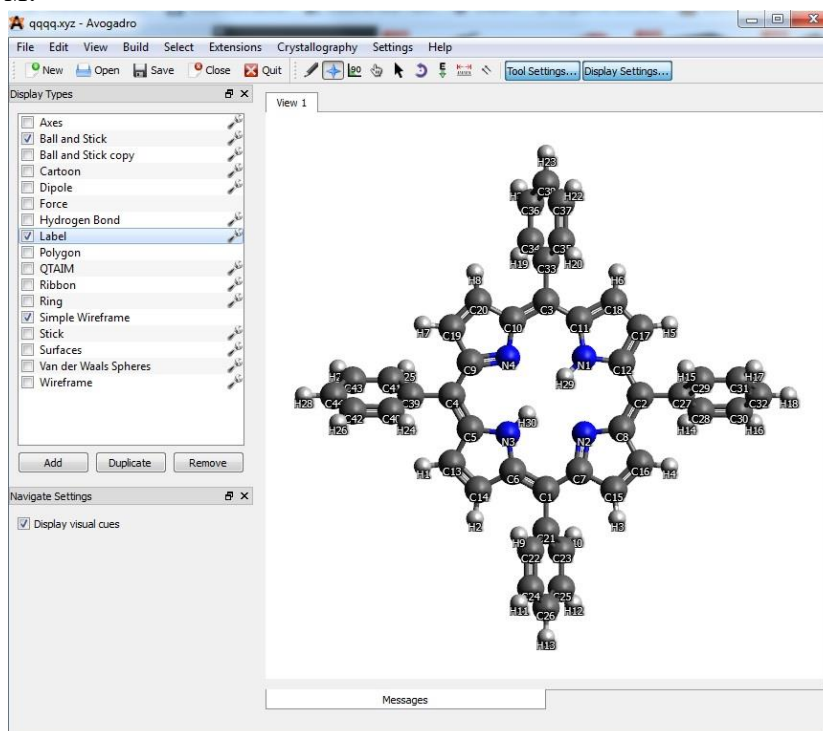


Рис. 1. Інтерфейс програмного середовища Avogadro з тривимірною моделлю (приклад навчальної візуалізації)

Використання в 3D-моделювання забезпечує міжпредметні зв'язки: хімія – будова речовин; біологія – структура біомолекул. Таким чином формується цілісне наукове бачення світу. Крім цього, згідно із сучасними освітніми стандартами, цифрова компетентність є однією з ключових. Використання програми Avogadro в лабораторних дослідженнях дозволило реалізувати модель міждисциплінарної інтеграції, яка поєднує хімію [3], біологію [4], інформатику, фізику та математику в рамках єдиного цифрового освітнього простору.

Під час роботи з «Avogadro» учні опановують спеціалізоване програмне забезпечення, працюють із різними форматами файлів, створюють скріншоти та презентації результатів та аналізують цифрові дані. Це сприяє підготовці здобувачів освіти до подальшої професійної діяльності в умовах цифрового суспільства. Використання сучасних цифрових інструментів значно підвищує навчальну мотивацію. Учні сприймають роботу з 3D-моделями як елемент наукового дослідження. Ефект візуальної наочності перш за все викликає зацікавленість, зменшує страх перед складними темами, сприяє позитивному емоційному фону уроку. Мотивація є важливим фактором успішності навчання, а інтерактивні технології посилюють її вплив. Таким чином програмний засіб Avogadro дозволяє реалізувати різні рівні складності завдань [3]: базовий рівень – побудова простих молекул; середній рівень – аналіз ізомерії; високий рівень – дослідження просторових конфігурацій та оптимізація структури. Це створює

умови для роботи з учнями різного рівня підготовки та сприяє індивідуалізації освітнього процесу.

Згідно з теорією когнітивного навантаження, надмірна абстрактність матеріалу ускладнює його засвоєння. Візуалізація складних структур зменшує навантаження на оперативну пам'ять, оскільки учні отримують можливість «бачити» об'єкт, а не лише уявляти його. Це сприяє кращому розумінню нового матеріалу, довготривалому збереженню знань, формуванню міцних асоціативних зв'язків. Тому використання програмного засобу Avogadro доцільне під час пояснення нового матеріалу, на практичних і лабораторних роботах, у проектній діяльності, в умовах дистанційного навчання. Особливо ефективним є впровадження інтегрованих лабораторних досліджень, у яких поєднуються знання з кількох дисциплін.

Впровадження цифрового тривимірного моделювання в освітній процес здійснювалося без збільшення навчального навантаження та без зміни кількості годин, передбачених діючими модельними навчальними програмами Міністерства освіти і науки України. Інтеграція цифрових інструментів проводилась у рамках чинного календарно-тематичного планування з хімії та біології розробленого на основі типових освітніх програм МОН України (МОН України, 2024) [5]:

#### 1. Молекулярний рівень організації життя (9, 10 клас)

Традиційно теми «Біополімери» вважаються одними з найскладніших для засвоєння через їхню абстрактність. Avogadro дозволяє перетворити їх на інтерактивне дослідження, зокрема, лабораторне дослідження структури білків. Учні можуть не просто вивчити назви амінокислот, а змоделювати пептидний зв'язок, побачити, як радикальні групи впливають на згортання білка у вторинну структуру. Наступне – моделювання вуглеводів. Побудова моделей моносахаридів (глюкоза, фруктоза) та пояснення їхньої розчинності через наявність гідроксильних груп.

#### 2. Спадковість та мінливість (9, 10 клас)

Дослідження ДНК та РНК: Програма дозволяє завантажувати готові фрагменти нуклеїнових кислот. Учні можуть виміряти відстань у парах А-Т та Г-Ц, переконавшись у принципі комплементарності на фізичному рівні. Мутагенез: Експериментальна заміна нуклеотиду в моделі дозволяє наочно продемонструвати, як точкова мутація змінює просторову конфігурацію гена.

#### 3. Обмін речовин та енергообмін (10 клас)

Роль АТФ: Моделювання процесу гідролізу АТФ. Учні бачать «напруженість» зв'язків між залишками фосфатної кислоти, що пояснює високу енергоємність цієї молекули. Ферментативний каталіз: Створення моделей «субстрат-фермент», де наочно демонструється відповідність геометричних форм молекул.

Отже, використання Avogadro в ЗЗСО – це не просто заміна пластилінових моделей на цифрові. Це підготовка учнів до сучасної біоінформатики та біотехнології. Перспективним є створення міжшкільних проектів, де результати моделювання в Avogadro стають основою для подальших досліджень у Малій академії наук (МАН). Таким чином, шкільна

лабораторія перетворюється на майданчик справжньої науки, де учень не повторює пройдений матеріал, а створює власну модель світу на молекулярному рівні. Спектр лабораторних досліджень у сучасній біології має бути збалансованим. Класична мікроскопія дає розуміння цілісності клітини, цифрова лабораторія – динаміку процесів, а програма Avogadro — фундаментальну логіку будови життя. Тільки такий комплексний підхід дозволить реалізувати місію НУШ: виховати покоління, здатне розуміти та змінювати світ на краще за допомогою науки та інновацій.

### Література

1. Avogadro Development Team. (n.d.). *Avogadro: An open-source molecular builder and visualization tool* (Version 1.2.0). <http://avogadro.cc/>
2. Rayan, B., Rayan, A. (2017). *Avogadro program for chemistry education: To what extent can molecular visualization and three-dimensional simulations enhance meaningful chemistry learning?* *World Journal of Chemical Education*, 5(4), 136–141. <https://doi.org/10.12691/wjce-5-4-4>
3. Hayati, N. (2023). *The impact of Avogadro software on conceptual chemistry learning*. In *Proceedings of the International Conference on Education and Learning Technologies* (pp. 194–200). ACM. <https://doi.org/10.1145/3631991.3632023>
4. Craig, P. A., Michel, L. V., Bateman, R. C., & Luttikhedde, H. (2013). A survey of educational uses of molecular visualization. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 41(4), 247–257. <https://doi.org/10.1002/bmb.20693>
5. Міністерство освіти і науки України. (2024). *Модельні навчальні програми для 5–9 класів НУШ*. <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/2024/09.08.2024/typova-osvitnya-prohrama-dlya-5-9-klasiv-zzso-1120-vid-09082024.pdf>

### Проблеми і перспективи лабораторних досліджень у закладах загальної середньої освіти

Назаренко Н. В., Шмиголь І. В.

*Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького,  
м. Черкаси, Україна*

Лабораторні дослідження є важливою складовою майбутнього всього людства. Підготовка фахівців у цій галузі починається зі шкільних природничих лабораторій, в яких учні на уроках біології і хімії знайомляться з правилами роботи з лабораторним обладнанням, дотриманням техніки безпеки, методами мікроскопічного аналізу, будовою живих організмів та особливостями їх життєдіяльності, властивостями речовин та перебігом хімічних реакцій.

Лабораторні роботи є важливими для розвитку дослідницької компетентності учнів, творчого мислення, самостійності і вміння працювати в колективі. Виконуючи завдання, школярі навчаються планувати експеримент, висувати гіпотези, спостерігати і вимірювати, узагальнювати результати та формулювати висновки. Лабораторні дослідження забезпечують поєднання теоретичного матеріалу із практикою, сприяють розвитку пізнавальної

активності, зацікавленості предметом. Вони є ефективним засобом формування практичних умінь, самостійності, відповідальності, колективізму, природничо-наукової картини світу у школярів [3].

Реалії сьогодення України, воєнний стан, велика наповнюваність класів, низький рівень матеріально-технічного оснащення закладів освіти та підготовки педагогів не сприяють належному рівню організації та проведення природничих лабораторних досліджень у ЗЗСО. Навчальні програми містять значний обсяг теоретичного матеріалу, тому на практичну діяльність залишається мало часу. У багатьох закладах освіти відсутнє, або недостатнє, застаріле необхідне лабораторне обладнання, реактиви. У класах з великою кількістю учнів практично неможливо повноцінно організувати індивідуальну діяльність кожного, складно контролювати як виконання роботи, так і дотримання правил техніки безпеки. Тому лабораторні роботи часто проводяться формально або демонстраційно [1].

Низький рівень мотивації навчання учнів, недостатня їхня підготовка до виконання практичних завдань також ускладнює проведення лабораторних робіт. За умов дистанційного навчання, відсутності цифрових лабораторій, спеціального програмного забезпечення практичні роботи часто замінюються відеодемонстраціями. Зазначені проблеми і недостатні умови прискорили впровадження в освітній процес віртуальних лабораторій, інтерактивних платформ, які знайомлять учнів з дослідженнями, недоступними для ЗЗСО. «Внаслідок цифровізації в освітньому просторі стали активно використовуватися такі поняття, як «біологія-онлайн», «онлайн-лабораторії», «віртуальна лабораторія», «онлайн-експеримент» та «віртуальний лабораторний практикум». Використання цих педагогічних форм і методів навчання свідчить про значне поширення інноваційних цифрових технологій в освітніх середовищах» – зазначають В. Гнатюк та інші [2].

Незважаючи на наявні проблеми, педагоги підвищують кваліфікацію щодо організації дослідницької діяльності учнів на курсах, беруть участь у тренінгах, семінарах, конференціях. Розвиток STEM-освіти сприяє формуванню дослідницької компетентності школярів, здатності застосовувати інтегровані знання для вирішення реальних проблем [4]. Модернізація лабораторного обладнання, забезпечення шкіл реактивами, комп'ютерною технікою, програмним забезпеченням, мультимедійними засобами значно підвищить ефективність практичного навчання.

Організація досліджень з урахуванням рівня підготовки учнів, їхніх інтересів сприятиме підвищенню мотивації та розвитку наукового потенціалу. Перспективною і продуктивною буде співпраця ЗЗСО з університетами, науковими установами та лабораторіями.

Перспективи організації та проведення досліджень у школі пов'язані з упровадженням інноваційних технологій, модернізацією освітнього середовища та активізацією практичної діяльності вчителів і учнів. Це сприятиме формуванню компетентного, творчого та дослідницьки орієнтованого покоління здобувачів освіти.

## Література

1. Гнатюк В. В., Аркушина Г. Ф., Скорик О. Д. Інноваційні методи викладання біології: від традиційних до цифрових підходів. Академічні візії. 2024. № 28. DOI:<https://doi.org/10.5281/zenodo.10656827>
2. Гнатюк В. В., Упатова І. П., Дехтярьова О. О., Куруц Н. В. Віртуальні лабораторії в біологічній освіті: моделювання експериментальних досліджень. Академічні візії. 2023. № 21. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8199004>.
3. Нікітченко Л. О. Біологічний експеримент у теорії і методиці шкільної біологічної освіти. Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Теорія та методика навчання природничих наук. № 4. 2023 DOI: 10.31652/2786-5754-2023-4-29-36
4. Сердюк Г. Янченко В. Мехед О. Міждисциплінарні підходи в природничій освіті як модель взаємодії ліцею з університетом. Вітчизняний і зарубіжний досвід розвитку освіти. Вісник 2025. № 33 (189). Серія: Педагогічні науки. DOI 10.58407/visnik.253338

### **STEM-підхід як засіб підвищення ефективності лабораторних досліджень у навчанні хімії в умовах НУШ**

Шафорост Ю. А., Баранова Д. І., Войко А. О.

*Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького,  
м. Черкаси, Україна*

Сучасний розвиток освіти в Україні передбачає реалізацію концепції Нової української школи (НУШ), яка спрямована на формування компетентної особистості, здатної застосовувати набуті знання в практичній діяльності, критично мислити та вирішувати проблемні ситуації [2]. Особливого значення в навчанні хімії набуває організація лабораторних досліджень, що забезпечують розвиток дослідницьких умінь, пізнавальної активності та формування природничо-наукової компетентності учнів. Водночас традиційне проведення лабораторних робіт нерідко передбачає відтворення готових алгоритмів дій без залучення учнів до самостійного пошуку способів розв'язання навчальних завдань. У зв'язку з цим актуальним є використання STEM-підходу як засобу підвищення ефективності лабораторних досліджень у навчанні хімії.

STEM-освіта передбачає інтеграцію природничих наук, технологій, інженерії та математики, що сприяє формуванню цілісного сприйняття навчального матеріалу та розвитку практичних навичок [1]. Використання STEM-підходу під час проведення лабораторних досліджень дозволяє перетворити учнів із пасивних виконавців інструкцій на активних дослідників, які висувають гіпотези, планують експеримент, аналізують результати та роблять висновки.

Зміст модельних навчальних програм НУШ із хімії створює сприятливі умови для реалізації STEM-підходу через організацію практично орієнтованих досліджень [4]. Так, у 7 класі під час вивчення теми «Досліджуємо речовини та суміші» учням можна запропонувати STEM-орієнтоване лабораторне дослідження «Способи очищення води». Під час виконання роботи учні можуть моделювати процес очищення забрудненої води за допомогою різних

фільтрувальних матеріалів (пісок, вата, активоване вугілля, папір), аналізувати ефективність очищення та робити висновки щодо можливості використання різних способів фільтрації. Таке дослідження поєднує знання з хімії, екології, технологій та сприяє розвитку навичок дослідницької діяльності.

У 8 класі під час вивчення теми «Досліджуємо гази довкілля» можна реалізувати STEM-дослідження «Виявлення карбон(IV) оксиду в навколишньому середовищі». Учні можуть проводити досліди з утворенням і визначенням карбон(IV) оксиду, досліджувати його властивості та встановлювати джерела його утворення у побуті й природі. Під час виконання дослідження учні можуть аналізувати основні джерела утворення карбон(IV) оксиду, порівнювати їх значення для навколишнього середовища та представляти результати у вигляді таблиць, схем або діаграм.

Одним із доступних прикладів STEM-орієнтованого лабораторного дослідження у 9 класі НУШ може бути робота «Визначення ознак фальсифікації молока», яку доцільно використовувати під час вивчення теми «Досліджуємо хімічні реакції в розчинах». У процесі роботи учні застосовують якісні реакції для виявлення сторонніх домішок у харчових продуктах, що дозволяє пов'язати навчальний матеріал із реальними життєвими ситуаціями.

Під час виконання дослідження учні можуть аналізувати зразки молока різних виробників або порівнювати домашнє та магазинне молоко з метою виявлення можливих ознак фальсифікації. Практична частина роботи може передбачати визначення наявності крохмалю за допомогою розчину йоду, виявлення домішок соди із застосуванням кислотно-основних індикаторів та дослідження фізичних характеристик зразків. Наприклад, поява синьо-фіолетового забарвлення після додавання розчину йоду може свідчити про наявність крохмалю, який іноді використовують для штучного підвищення густини молока після його розбавлення водою.

Реалізація такого дослідження дозволяє інтегрувати всі компоненти STEM-освіти. Наукова складова полягає у вивченні властивостей речовин та проведенні якісних реакцій; технологічна – у використанні цифрових засобів для фіксації та опрацювання результатів; інженерна – у плануванні послідовності проведення експерименту; математична – у порівнянні, аналізі та інтерпретації отриманих даних. Результати дослідження можуть бути представлені учнями у вигляді таблиць, графіків, презентацій або мініпроектів.

Додаткові можливості для реалізації STEM-підходу створює використання віртуальних лабораторних практикумів, які дозволяють моделювати експерименти, проводити дослідження в умовах обмеженого матеріального забезпечення та підвищувати пізнавальну активність учнів [3].

Отже, використання STEM-підходу під час проведення лабораторних досліджень у навчанні хімії в умовах НУШ сприяє розвитку дослідницьких умінь, підвищенню мотивації учнів та формуванню ключових компетентностей [5]. Практична спрямованість таких досліджень забезпечує зв'язок між навчальним матеріалом і реальними життєвими ситуаціями, що підвищує ефективність навчального процесу.

## Література

1. Концептуальні засади розвитку STEM-освіти в Україні : схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 05 серпня 2020 р. № 960-р.
2. Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року : схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 грудня 2016 р. № 988-р.
3. Лут О. А., Шафорост Ю. А., Литвин В. А. Інтеграція віртуальних лабораторних практикумів у шкільний курс хімії. *Вісник науки та освіти. Серія «Педагогіка»*. 2025. № 2(32). С. 1167–1180. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6165-2025-2\(32\)-1167-1180](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2025-2(32)-1167-1180).
4. Модельна навчальна програма «Хімія. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти.
5. Шафорост Ю. А., Лут О. А., Смалиус В. В., Шевченко О. П. Хакатон як інноваційний метод вивчення хімії. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія: Педагогічні науки*. 2023. № 4. С. 80–86.

### **Лабораторні дослідження на уроках біології в ЗЗСО як шлях до формування дослідницької компетентності здобувачів освіти**

Шелюк Ю.С.

*Житомирський державний університет імені Івана Франка,  
м. Житомир, Україна*

Нова українська школа передбачає модернізацію змісту освіти в усіх його аспектах, тому формування компетентностей є одним із найважливіших завдань. Національна доктрина розвитку освіти задекларувала зміну мети, стратегії та напрямів подальшого розвитку освіти в Україні, що стало початком впровадження Нової української школи. Суспільство на даному етапі розвитку має потребу у висококваліфікованих спеціалістах, які готові швидко приймати рішення, виконувати складні завдання. Сформовані в школі ключові компетентності, особливо дослідницька, є запорукою вирішення таких завдань [2].

Сучасна біологічна освіта в ЗЗСО вимагає переходу від репродуктивного засвоєння фактів до формування дослідницької компетентності учнів. Дослідницька компетентність належить до загальних (універсальних, ключових), оскільки її формування є необхідною умовою для успішного подальшого навчання у ЗВО природничого, медичного, фармацевтичного, біотехнологічного, аграрного і природоохоронного спрямування, подальшої професійної діяльності здобувача освіти в різних сферах суспільства й біологічній галузі зокрема, а також для його особистісного розвитку [3]. Їй відповідають усі ознаки, властиві ключовим компетентностям: поліфункціональність й універсальність, надпредметність і міждисциплінарність, багатовимірність, приналежність до сфери розвитку особистості та інші [1]. Одним із ключових засобів формування дослідницької компетентності і застосування діяльнісного підходу є лабораторні дослідження.

Під час виконання лабораторних робіт здобувачі опановують методи біологічних досліджень: спостереження, моніторинг, моделювання,

мікроскопіювання, порівняльний, статистичний тощо. Вони сприяють сформуванню у випускників здатності досліджувати й оцінювати стан біологічних систем різного рівня організації з подальшим впровадженням досягнень у виробничу та соціальну сфери, інтерес до подальшого навчання та зацікавленість у поглибленому вивченні окремих галузей біології. Активне залучення учнів до лабораторних досліджень створює передумови для високого рівня самореалізації в процесі отримання вищої освіти у подальшому.

Спектр лабораторних досліджень у ЗЗСО, який передбачає реалізація НУШ: мікроскопічні (вивчення клітин рослин, тварин, мікроорганізмів, грибів, тканин), фізіологічні (реакції на подразники, визначення ЧСС, життєвої ємності легень, рефлексів), екологічні (аналіз впливу факторів на проростання насіння, забруднення води/грунту, пристосування до умов існування тварин різних екологічних груп), біохімічні та якісні реакції (виявлення білків, вуглеводів, жирів, вітамінів), етологічні (вивчення поведінки тварин), анатомічні та порівняльно-морфологічні (розпізнавання видів, будова квітки, скелета, листка), біотехнологічні (моделювання процесів бродіння, ферментативного розщеплення).

Однак, системне проведення лабораторних досліджень в ЗЗСО має низку проблем, зокрема брак обладнання (мікроскопічна техніка, реагенти) і ресурсного забезпечення, обмежений час уроку, потреба зміни формату підготовки вчителів до проведення таких досліджень. Проте, ці проблеми значною мірою покликана вирішити реалізація профільної освіти у 10–12 класах, використання за потреби віртуальних лабораторій і симуляцій як додаткового ресурсу, упровадження міні-досліджень у формі лабораторних практикумів з елементами STEM; залучення шкільних біологічних гуртків для проведення тривалих досліджень, надання кваліфікованої методичної допомоги вчителям за рахунок реалізації доктрини «освіта впродовж життя».

Отже, лабораторні дослідження на уроках біології – це не ілюстрація до теорії, а системоутворювальний компонент навчального процесу. Оптимізація їх спектру (від мікроскопії до екомоніторингу) сприяє формуванню ключових та предметних компетентностей, необхідних для життя в сучасному технологічному світі. Першочерговим завданням ЗЗСО є оновлення лабораторної бази та методична підготовка вчителя до організації дослідницької діяльності учнів, реалізація пропедевтики профорієнтації (ознайомлення з методами медицини, агрономії, екології, фармації), виховання відповідальності (дотримання правил безпеки, охайність, бережливе ставлення до живих об'єктів), підвищення мотивації (наочність та ефект «відкриття» зменшують абстрактність біологічних знань), формування практичних навичок: робота з мікроскопом, лабораторним посудом, реагентами, вимірювальними приладами).

### **Література:**

1. Дубасенюк О.А., Вознюк О.В. Формування дослідницької компетентності здобувачів вищої освіти засобами педагогічного проектування. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. 2023, Т. 2, № 126. С. 141-151.

2. Романюк Р.К. Підготовка вчителя біології профільної школи: теорія і практика: монографія, Видавець ПП "Євро-Волинь", Житомир, 2021. 212 с.
3. Шапран Ю.П., Довгопола Л.І. Практичний аспект професійної підготовки вчителів біології. Вид-во: ФОП Домбровська, Переяслав, 2020. 198 с.

## Учасники конференції:

**Баранова Дар'я Ігорівна**, магістрант спеціальності А4 Середня освіта (А4.06 Хімія) Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького

**Бобкова Наталія Олександрівна**, вчитель вищої категорії, вчитель-методист, заступник директора Черкаського наукового ліцею «ФІМЛП»;

**Бойко Юлія Миколаївна**, начальник мікробіологічної лабораторії фармацевтичної корпорації ТОВ «Юрія-Фарм»;

**Булава Юлія Миколаївна**, вчитель вищої категорії, вчитель-методист, вчитель біології Черкаського наукового ліцею «ФІМЛП»;

**Веретільник Дарина Миколаївна**, головний судовий експерт відділу біологічних досліджень та обліку Черкаського НДЕКЦ МВС України;

**Войко Анастасія Олександрівна**, магістрант спеціальності А4 Середня освіта (А4.06 Хімія) Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького

**Волошин Олена Сергіївна**, кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін Тернопільського національного педагогічного університету;

**Гончар Володимир Михайлович**, магістрант ОП «Лабораторний аналіз» (спеціальність Е1 Біологія та біохімія), лаборант ДУ «Черкаський обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України».

**Гончаренко Владислав Віталійович**, аспірант Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя;

**Гулька Ольга Василівна**, аспірантка Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка;

**Гуриненко Євгеній Григорович**, магістрант ОП «Лабораторний аналіз» (спеціальність Е1 Біологія та біохімія), лаборант ДУ «Черкаський обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України».

**Дем'яненко Аліна**, вчитель біології Комунального закладу «Сунківський ліцей» Березняківської сільської ради;

**Джирма Наталія Юріївна**, лікар-лаборант, лікар-лаборант-імунолог відділу спеціальних лабораторних досліджень КНП «Клінічний центр онкології, гематології, трансплантології та паліативної допомоги Черкаської обласної ради»;

**Довгий Роман Сергійович**, кандидат біологічних наук, асистент кафедри мікробіології та імунології ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка;

**Доценко Данило Віталійович**, магістрант ОП «Лабораторний аналіз» (спеціальність Е1 Біологія та біохімія), лаборант Львівського регіонального фтизіо-пульмонологічного клінічного лікувально-діагностичного центру.

**Івасенко Артур Юрійович**, аспірант спеціальності «Біологія» Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя;

**Карасьова Ольга Анатоліївна**, заступник завідувача відділу біологічних досліджень та обліку Черкаського НДЕКЦ МВС України;

**Кобаль Іван Володимирович**, викладач кафедри фармацевтичних дисциплін Черкаської медичної академії, аспірант Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя;

**Курінна Альона Юріївна**, вірусолог ДУ «Черкаський обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України»;

**Кучменко Олена Борисівна**, доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри біології Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя

**Лазарєва Наталія Олегівна**, магістрант ОП «Лабораторний аналіз» (спеціальність Е1 Біологія та біохімія), лаборант ДУ «Черкаський обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України».

**Литвин Валентина Анатоліївна**, кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімії та наноматеріалознавства Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького

**Литовченко Іван Володимирович**, аспірант спеціальності «Біологія та біохімія» Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя;

**Мельник Наталія**, здобувач ВО Карпатського національного університету імені Василя Стефаника;

**Мінченко Жанна Миколаївна**, доктор біологічних наук, професор, професор кафедри клітинної біології та методики викладання біологічних дисциплін Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького;

**Мосіюк Катерина Василівна** завідувач відділу біологічних досліджень та обліку Черкаського НДЕКЦ МВС України;

**Мохонь Людмила Іванівна**, аспірантка спеціальності «Біологія та біохімія» Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя;

**Назаренко Наталія Володимирівна**, кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри клітинної біології та методики викладання біологічних дисциплін Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького;

**Побігайло Ольга Валеріївна**, магістрант ОП «Лабораторний аналіз» (спеціальність Е1 Біологія та біохімія), лаборант фармацевтичної корпорації ТОВ «Юрія-Фарм».

**Різничук Надія Іванівна**, кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри біології та екології Карпатського національного університету імені Василя Стефаника;

**Рубан Ніна Юріївна**, провідний мікробіолог фармацевтичної корпорації ТОВ «Юрія-Фарм»;

**Рудакова Лариса Іванівна**, керівник відділу спеціальних лабораторних досліджень, лікар-лаборант КНП «Клінічний центр онкології, гематології, трансплантології та паліативної допомоги Черкаської обласної ради»;

**Сковороднікова Меланія Костянтинівна**, студент-бакалавр ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка;

**Слюсар Тетяна Антонівна**, завідувач хіміко-токсикологічного відділу Черкаської регіональної державної лабораторії Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів;

**Соколенко Вадим Леонідович**, кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри клітинної біології та методики викладання біологічних дисциплін Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького;

**Соколенко Світлана Вікторівна**, кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри клітинної біології та методики викладання біологічних дисциплін Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького;

**Сокурєнко Олена Вікторівна**, імунолог, завідувач централізованої імунологічної лабораторії КНП «Черкаська обласна лікарня Черкаської обласної ради»;

**Степанкевич Богдана Вікторівна**, студент-бакалавр ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка;

**Стецюра Ірина Сергіївна**, заступник директора Черкаської регіональної державної лабораторії Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів;

**Стрельцова Валерія Віталіївна**, магістр ОП «Середня освіта. Біологія та здоров'я людини. Психологія» Тернопільського національного педагогічного університету, психолог Айдарського ЗЗСО, с. Айдар Луганської обл. (евакуйоване в м. Дніпро з 2022 року);

**Суворова Емілія Олексіївна**, головний судовий експерт відділу біологічних досліджень та обліку Черкаського НДЕКЦ МВС України;

**Федорченко Наталія Федорівна**, завідувач лабораторії вірусології ДУ «Черкаський обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України»;

**Федорчук Анастасія Андріївна**, студент-бакалавр ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка;

**Філімонова Юлія Василівна**, вірусолог відділу спеціальних лабораторних досліджень КНП «Клінічний центр онкології, гематології, трансплантології та паліативної допомоги Черкаської обласної ради»;

**Харчук Аліна Володимирівна**, аспірантка Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України

**Хоменко Артур Юрійович**, керівник департаменту контролю якості фармацевтичної корпорації ТОВ «Юрія-Фарм»;

**Черевко Ольга Олександрівна**, аспірантка спеціальності «Біологія та біохімія» Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя;

**Черепинська Ірина Сергіївна**, магістрант ОП «Лабораторний аналіз» (спеціальність Е1 Біологія та біохімія), лаборант ПП «Імперіал плюс Sladosvit»

**Шафорост Юлія Анатоліївна**, кандидат хімічних наук, доцент, завідувач кафедри хімії та наноматеріалознавства Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького

**Шейко Віталій Ілліч**, доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін Тернопільського національного педагогічного університету;

**Шелюк Юлія Святославівна**, доктор біологічних наук, професор, професор кафедри ботаніки, біоресурсів та збереження біорізноманіття Житомирського державного університету імені Івана Франка;

**Шмиголь Ірина Василівна**, кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри клітинної біології та методики викладання біологічних дисциплін Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького;

**Шувалова Євгенія Володимирівна**, магістрант ОП «Лабораторний аналіз» (спеціальність Е1 Біологія та біохімія).

**Cherkashchenko Liubov**, PhD, Postdoc in Clinical Microbiology Department, Umea University;

**Jourdeuil Karyn**, PhD, Associate Research Scientist, The University of Iowa;

**Sokolenko Yuliana**, PhD Student, Department of Microbiology and Immunology, The University of Iowa;

**Yea Won Sung Cathy**, PhD, Assistant Professor, Principal Investigator, The University of Iowa.

## **Наукове видання**

**Досягнення та перспективи лабораторних досліджень у біології та медицині.** Збірник наукових праць за матеріалами Всеукраїнської наукової конференції з міжнародною участю. 28-29 травня 2026 року / За ред. Соколенка В. Л. Черкаси: ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2026. 80 с. 5 др. арк.: іл.

*Рекомендовано до друку Вченою радою Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького  
(протокол № 11 від 18.06.2026 року)*