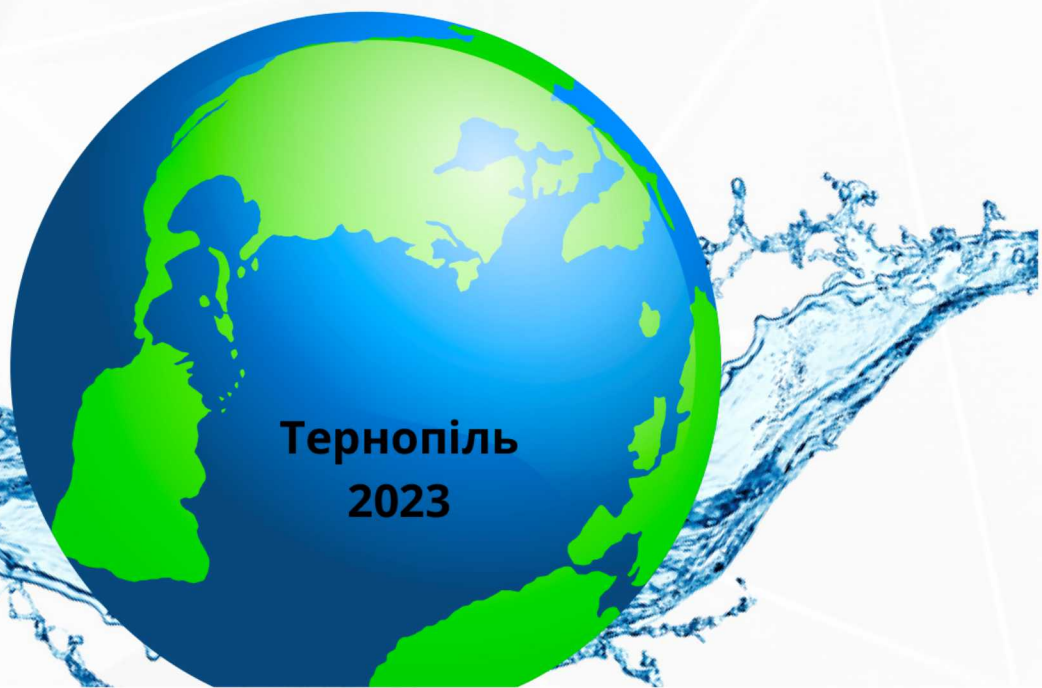


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ**

# **ЯКІСТЬ ВОДИ: БІОМЕДИЧНІ, ТЕХНОЛОГІЧНІ, АГРОПРОМИСЛОВІ І ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ**

**Збірник матеріалів  
II Міжнародної науково-технічної  
конференції  
24-25 травня 2023 року**



**Тернопіль  
2023**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА**  
**ПУЛЮЯ**  
*(Україна)*  
**ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІМ. І.Я.ГОРБАЧЕВСЬКОГО**  
*(Україна)*  
**ІНСТИТУТ МЕДИЦИНИ ПРАЦІ ІМ. Ю.І. КУНДІЄВА**  
*(Україна)*  
**ІНСТИТУТ МОЛЕКУЛЯРНОГО ВОДНЮ**  
*(США)*  
**ЄВРОПЕЙСЬКОЮ АКАДЕМІЄЮ ДОСЛІДЖЕНЬ МОЛЕКУЛЯРНОГО ВОДНЮ**  
**В БІОМЕДИЦИНІ**  
*(Словаччина)*  
**ВАРМІНСЬКО-МАЗУРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
*(Польща)*  
**ЯПОНСЬКА АСОЦІАЦІЯ МЕДИЧНИХ І БІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**  
**МОЛЕКУЛЯРНОГО ВОДНЮ**  
*(Японія)*  
**СЛОВАЦЬКИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
*(Словаччина)*  
**НАЦІОНАЛЬНИМ УНІВЕРСИТЕТОМ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА**  
**ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**  
*(Україна)*  
**НАЦІОНАЛЬНИМ УНІВЕРСИТЕТОМ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**  
*(Україна)*  
**ПОЛЬСЬКА АКАДЕМІЯ ЗДОРОВ'Я**  
*(Польща)*

**II Міжнародна науково-технічна конференція**  
**Якість води: біомедичні, технологічні,**  
**агропромислові і екологічні аспекти**

**Збірник матеріалів**  
**24 – 25 травня 2023 р.**  
**Тернопіль**

УДК 001+664+576.8.095.16+577.472+628.543+613  
Я45

ISBN 978-617-7875-61-0

## ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

### *Голова*

**Митник М.** – к.т.н., доцент, ректор ТНТУ імені Івана Пулюя

### *Заступник голови*

**Марущак П.** – д.т.н., професор, проректор з наукової роботи ТНТУ імені Івана Пулюя

### *Наукові секретарі*

**Криськова Л.** – асистент кафедри харчової біотехнології і хімії

**Кравченко Х.** – к.т.н., асистент кафедри харчової біотехнології і хімії

### *Члени програмного комітету*

Покотило О.	Україна
Кухтин М.	Україна
Юкало В.	Україна
Лещук Р.	Україна
Корда М.	Україна
Тайлер В. ЛеБарон	США
Бриндза Ян	Словаччина
Вавренчик М.	Польща
Шигео Охта	Японія
Слезак Ян	Словакія
Соколюк В.	Україна
Андрусишина І.	Україна
Кривцова М.	Україна
Гудзь Н.	Україна

Якість води: біомедичні, технологічні, агропромислові і екологічні аспекти:  
Я45 Збірник матеріалів II Міжнародної науково-технічної конференції. (Тернопіль  
24–25 травня 2023 року) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т  
ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2023. – 109 с.

УДК 001 + 664+576.8.095.16+577.472+628.543+613  
ISBN 978-617-7875-61-0

© Тернопільський національний технічний  
університет імені Івана Пулюя, 2023  
© ФОП Паляниця В. А., 2023

Ternopil Ivan Puluj National Technical University (Ukraine)  
Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University (Ukraine)  
Kundiiev Institute of Occupational Health of  
the National Academy of Medical Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)  
Institute of Molecular Hydrogen (USA)  
European Academy for Molecular Hydrogen Research in Biomedicine (Slovakia)  
University of Warmia and Mazury (Poland)  
The Japanese Society for Medical and Biological  
Research on Molecular Hydrogen (Japan)  
Slovak University of Agriculture (Slovakia)  
National University of water and environmental engineering (Ukraine)  
Lviv Polytechnic National University (Ukraine)  
Polish Academy of Health (Poland)

## II International Scientific and Technical Conference

# **Water quality: biomedical, technological, agro- industrial and environmental aspects**

**Book of abstracts**

**24 – 25 May 2023**

**Ternopil**

УДК 001+664+576.8.095.16+577.472+628.543+613  
Я45

ISBN 978-617-7875-61-0

***Chairman of the Program Committee***

Mytnyk M. (*Ukraine*)

***Program Committee Co-Chair***

Marushchak P. (*Ukraine*)

***Scientific secretaries***

Kryskova L., Kravcheniuk K. (*Ukraine*)

***Program Committee members***

Pokotylo O.	Ukraine
Kukhtyn M.	Ukraine
Yukalo V.	Ukraine
Korda M.	Ukraine
Taylor W.Le Baron	USA
Brynza Yan	Slovakia
Vavrenchyk M.	Poland
Shigeo	Japan
Slezak Jan	Slovakia
Sokoliuk V.	Ukraine
Andrusyshyna I.	Ukraine
Kryvtsova M.	Ukraine
Hudz N.	Ukraine

Я45 Water quality: biomedical, technological, agro-industrial and environmental aspects: Book of abstracts of the II International Scientific and Technical Conference (Ternopil, 24 – 25 May 2023) / Ministry of Education and Science of Ukraine, Ternopil Ivan Puluj National Technical Universtiy [and other.]. – Ternopil: PE Palianytsia V. A., 2023 – 109 p.

ISBN 978-617-7875-61-0

## **ЗМІСТ**

### **СЕКЦІЯ: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ АНАЛІЗУ ВОДИ, ВОДОПІДГОТОВКИ, ВОДООЧИЩЕННЯ, ВОДОПОСТАЧАННЯ І ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

<b>В.В. Бабієнко, А.В. Мокієнко</b> ВОДА ТА ІНФЕКЦІЇ (АНОНС МОНОГРАФІЇ)	<b>10</b>
<b>Л.М.Мельник, Н.А.Мельник</b> ВИКОРИСТАННЯ МОРДЕНІТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ ВІД ВАЖКИХ МЕТАЛІВ	<b>12</b>
<b>В.В. Бабієнко, А.В. Мокієнко</b> ПРОГРАМА ВИЗНАЧЕННЯ ТА КОРЕКЦІЇ ДЕФІЦИТУ МАГНІЮ	<b>14</b>
<b>Ю.П. Холмовой В.А. Корсун</b> ВИКОРИСТАННЯ СКЛОВУГЛЕЦЕВОГО ЕЛЕКТРОДА ДЛЯ ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ХСК ПРИРОДНОЇ ВОДИ	<b>15</b>
<b>В.В. Бабієнко, А.В. Мокієнко</b> ОЦІНКА РИЗИКУ В МІКРОБІОЛОГІЇ ВОДИ	<b>18</b>
<b>Ю.Б. Стецишин, Ю. В. Панченко, В.П. Васильєв, В.А. Дончак</b> ПОЛІМЕРНІ ЩІТКИ, ПРИЩЕПЛЕНІ НА НАНОЧАСТИНКИ СИЛІКИ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ІОНІВ КУПРУМУ З ПИТНОЇ ВОДИ	<b>20</b>
<b>В.В. Бабієнко, А.В. Мокієнко</b> ЩОДО РОЗРОБКИ СИСТЕМИ ЗАХОДІВ АДЕКВАТНОГО ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СІЛЬСЬКОГО НАСЕЛЕННЯ	<b>21</b>
<b>Ю.Б. Стецишин, Ю. В. Панченко, В.П. Васильєв, В.А. Дончак</b> ПАСИВНІ ТА АКТИВНІ АНТИВІРУСНІ ПОВЕРХНІ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ	<b>22</b>
<b>В.В. Бабієнко, І.В. Сахарова</b> АЗОТОВМІСНІ ДЕТЕРГЕНТИ ЯК ПРОБЛЕМА САНІТАРНОЇ ОХОРОНИ ВОДОЙМ	<b>23</b>
<b>О. Бондарчук, Л. Спасьонова, А. Мокієнко</b> РЕЗУЛЬТАТИ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КОМБІНОВАНОГО ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ ДІОКСИДОМ ХЛОРУ ТА ГІПОХЛОРИТОМ НАТРІЮ	<b>26</b>
<b>В.М. Попова, М.Г.Чехун</b> ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ВОДИ ДЛЯ АЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ	<b>27</b>
<b>О.А. Здибель, О.І. Вічко, Г.В. Карпик</b> ПІДГОТОВКА ЯКІСНОЇ ПИТНОЇ ВОДИ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРООРГАНІЗМІВ	<b>29</b>
<b>СЕКЦІЯ: ВОДА І ХАРЧОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ</b>	
<b>О.В. Гудим</b> ФРУКТОВІ НАПОВНЮВАЧІ У КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТАХ	<b>31</b>
<b>О.В. Коковський</b> ВИКОРИСТАННЯ ЙОШТИ У ВИРОБНИЦТВІ КИСЛОМОЛОЧНИХ НАПОЇВ	<b>32</b>
<b>Х.Ю., Кравченко, І.М. Воробчук</b> ВОДА В ХЛІБОПЕКАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ	<b>33</b>
<b>І.В. Масняк</b> ВИРОБНИЦТВО ЖИРОВМІСНИХ ПРОДУКТІВ ПІДВИЩЕНОЇ АНТИОКСИДАНТНОЇ СТІЙКОСТІ	<b>34</b>
<b>П.В. Процак</b> АКТУАЛЬНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ЖИТНЬО-ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА З РІЗНИМИ ФІТОДОБАВКАМИ	<b>35</b>
<b>А.М. Сідоров</b>	<b>36</b>

УДК 613.32:616.36 - 002.1 - 036.22 (477.74)

**В.В. Бабієнко, докт. мед. наук, проф.; А.В. Мокієнко, докт. мед. наук**  
Одеський національний медичний університет

## ОЦІНКА РИЗИКУ В МІКРОБІОЛОГІЇ ВОДИ

**V.V. Babienko, dr. med. sciences, prof.; A.V. Mokienko, dr. med. sciences**  
Odessa National Medical University

## RISK ASSESSMENT IN WATER MICROBIOLOGY

Сьогодні змінюється погляд на наявність у питній воді патогенних мікроорганізмів. Вимога повної відсутності будь-яких патогенних організмів більше не є важливою у світлі нових патогенів, деякі з яких навіть здатні розмножуватися в системі питної води. Нова Директива Ради Європейського Союзу (Directive (EU) 2020/2184) щодо якості води, призначеної для споживання людиною, враховує цей новий погляд і дає нове визначення питної води.

Стаття 4 (п. 1) цієї директиви вимагає, щоб вода для споживання людиною була «...вільна від будь-яких мікроорганізмів і паразитів, а також від будь-яких речовин, які у кількості або концентрації становлять потенційну небезпеку для здоров'я людини». Це означає, що патогенні мікроорганізми допустимі у воді, яка призначена для споживання людиною, якщо вони не присутні в концентраціях, які викликають неприйнятні проблеми зі здоров'ям, такі як спалахи або велика кількість спорадичних випадків. Всесвітня організація охорони здоров'я дотримується подібної точки зору.

У Статті 7 Директиви сформульовано ризик-орієнтований підхід до забезпечення безпеки водних ресурсів.

1. Держави-члени забезпечують, щоб постачання, очищення та розподіл води, призначеної для споживання людиною, здійснювалися з урахуванням заснованого на ризику підходу, що охоплює весь ланцюжок поставок від водозбірної басейну, забору, обробки, зберігання та розподілу води до пункту отримання, зазначеного в статті 6 (1a): у випадку води, призначеної для споживання людиною, що подається з розподільчої мережі, у точці, що знаходиться в приміщенні або установі, в якій вода виходить із кранів, які зазвичай використовуються для води, призначеної для споживання людиною.

Ці твердження призводять, звичайно, до питання про прийнятний ризик зараження патогенними мікроорганізмами у воді та максимально допустиму концентрацію мікроорганізмів, що відповідає цьому ризику. Прийнятний рівень ризику має базуватися на консенсусі в суспільстві. Ризик небезпеки  $10^{-4}$ - $10^{-5}$  (тобто 1 випадок на 10 000 до 1 випадку на 100 000) вважається прийнятним у багатьох сферах (наприклад, хімічні небезпеки та аварії). Відповідно, Агентство з охорони навколишнього середовища США визначило річний ризик  $10^{-4}$  (одна інфекція на 10 000/рік) як прийнятний для інфекційних захворювань, отриманих через питну воду. Щоб визначити допустиму концентрацію збудника, яка відповідає цьому узгодженому прийнятному ризику, необхідно знати співвідношення доза-реакція між концентрацією збудника та кількістю інфікованих осіб серед загальної кількості осіб, які зазнали впливу.

Взаємозв'язки доза-відповідь були встановлені для кількох патогенів, у тому числі *S. typhi*, *G. lamblia* та ротавірусу, головним чином шляхом проковтування різних рівнів патогенів здоровими добровольцями та спостереження за швидкістю розвитку інфекції або захворювання. Результати показали, що інфекційна доза була найвищою для класичних патогенів, таких як *V. cholerae* або *S. typhi* і найнижчою для деяких нових патогенів, таких як ротавірус, *G. lamblia* та *C. jejuni*. Для 1 % зараження

розраховано такі інфекційні дози: холерний вібріон 1428 клітин; *V. cholera* El Tor, 667 клітин; *S. typhi*, 263 клітини; ротавірус, 0,03 віруси; *G. lamblia* 0,5 кл.; *C. jejuni*, 1,4 клітини.

З практичних причин ці експерименти проводилися з відносно високими дозами патогенів. Таким чином, результати впливу низьких рівнів патогенів повинні бути екстрапольовані з експериментальних даних за допомогою математичних ймовірнісних моделей. Було описано кілька моделей, які дозволяють, з певними додатковими припущеннями, передбачити ризик впливу, пов'язаний із впливом низьких рівнів патогенів. На основі цих моделей можна розрахувати допустиму концентрацію відповідного збудника у воді, яка відповідає прийнятному ризику  $10^{-4}$ . Отримані допустимі концентрації є дуже низькими для патогенів із низькими інфекційними дозами, тобто 0,3 вірусів/100 літрів і 0,2 цист/100 літрів для ротавірусу та *G. lamblia*, відповідно (припускаючи щоденне споживання 2 літрів питної води). У світлі цих результатів рутинний моніторинг цих патогенів у питній воді, звичайно, нерентабельний. Однак виявлення класичних індикаторів не вказує на контамінацію більшістю нових патогенів, оскільки *E. coli* та ентерококи набагато менш стійкі до хлору, ніж, наприклад, цисти *Cryptosporidium*. Спороутворюючу бактерію *Clostridium perfringens* було запропоновано як новий індикатор присутності *Cryptosporidium* і *Giardia spp.* Виявлено певну кореляцію в поверхневих водах, особливо якщо вони забруднені стічними водами, на відміну від підземних вод або питної води.

Одним із способів моніторингу концентрації цих патогенів у питній воді є визначення їх концентрації в сирій воді та судження про ефективність процесів очищення. Це призводить до припущення, що фактична концентрація патогенів у питній воді навіть нижче межі виявлення. Наприклад, якби обробка дозволила зменшити кількість цист лямблій на 3 log, концентрація 20 цист у 100 літрах була б допустимою в сирій воді з річним ризиком  $10^{-4}$ .

Вищі концентрації в сирій воді призведуть до підвищення рівня ризику. Те ж саме вірно, якщо *C. parvum* або *G. lamblia* виявлені у питній воді на рівнях вище 0,3 цист/100 літрів для *G. lamblia*. У цих системах водопостачання ризик зараження ймовірно, вищий, ніж прийнятний ризик  $10^{-4}$ .

Виникає питання: чи наслідки цього підвищеного ризику настільки серйозні, що потрібно вживати додаткових заходів для зменшення кількості цих патогенів у системах водопостачання і на якому рівні ці додаткові заходи є економічно ефективними? Запропоновано розрахувати витрати, викликані вищим рівнем захворювання, використовуючи концепцію років життя з поправкою на інвалідність [(кількість смертей x очікувана тривалість життя) + (кількість хвороб x тривалість x тяжкість)] і встановити ці витрати по відношенню до витрат на краще лікування або кращий захист ресурсів від фекального забруднення.

Підсумок показав, що оцінка мікробіологічного ризику дозволить нам визначати стандарти якості води шляхом кількісних оцінок ризиків для здоров'я населення. Однак проблема полягає в тому, що даних, необхідних для виконання такої оцінки, мало. Епідеміологічні дані, які б корелювали захворюваність із кількістю збудників у воді, здебільшого відсутні. Крім того, експериментальні залежності доза-реакція були встановлені на обмеженій кількості здорових добровольців. Тоді як багато нових патогенів є особливо критичними для людей з ослабленим імунітетом. Взаємозв'язки доза-відповідь доступні лише для дуже небагатьох патогенів. Оцінка ризику щодо інших нових патогенів поки що неможлива. Це особливо вірно для нових патогенів, які здатні рости у системах розподілу води, таких як легіонели та мікобактерії.

Вищезазначене свідчить, що проблема ризику водних патогенів та інфекцій, які вони викликають, залишається глобальним фактором впливу на здоров'я населення.