

Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції

# МОЛОДІЖНА НАУКА ЗАРАДИ МИРУ ТА РОЗВИТКУ

12-14 грудня 2024 року

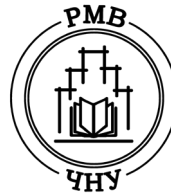


МІНІСТЕРСТВО  
ОСВІТИ І НАУКИ  
УКРАЇНИ





МІНІСТЕРСТВО  
ОСВІТИ І НАУКИ  
УКРАЇНИ



Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції

# «МОЛОДІЖНА НАУКА ЗАРАДИ МИРУ ТА РОЗВИТКУ»

*присвяченої Всесвітньому дню науки  
(12-14 грудня 2024 року)*



Чернівці

Чернівецький національний університет  
імені Юрія Федьковича  
2025

УДК 0/9(082)  
М 754

*Рекомендовано до друку Вченою радою  
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича  
(протокол № 2 від 24 лютого 2025 року)*

М 754 Молодіжна наука заради миру та розвитку : зб. матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції (12-14 грудня 2024 року, м. Чернівці). Чернівці : Чернівецьк. нац. ун-т. ім. Ю. Федьковича. 346 с.

ISBN 978-966-423-938-4

У Збірнику представлені результати теоретичних і практичних досліджень із широкого спектру напрямів: суспільні науки, гуманітарні науки, технічні науки, природничі та математичні науки, економічні науки.

Збірник містить матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Молодіжна наука заради миру та розвитку»\* (12-14 грудня 2024 року). Конференція була організована та проведена Чернівецьким національним університетом імені Юрія Федьковича, Радою молодих вчених Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, Радою молодих учених при Міністерстві освіти і науки України.

ISBN 978-966-423-938-4

УДК 796.54:378.147.091.33-027.22](075.8)

*\*За достовірність результатів дослідження відповідальність несуть автори*

© Чернівецький національний  
університет імені Юрія Федьковича, 2025

## ЗМІСТ

### Напрямок: Природничі та математичні науки

|  |    |
|--|----|
| <b>Костянтин Кузь</b><br>Математичне моделювання взаємодії забруднення і природи .....   | 14 |
| <b>Володимир Нестеренко, Ігор Малик</b><br>Дослідження впливу методу оптимізації виключенням слів на моделі трансформерів<br>класифікації текстів в ONNX форматі .....   | 19 |
| <b>Денис Оніпа, Олександр Маслюченко</b><br>Про $\omega$ -нормальність метризованих просторів.....   | 23 |
| <b>Іван Порохнавець, Ігор Шапочка</b><br>Описання неізоморфних груп деякого класу черніковських 3-груп.....  | 26 |
| <b>Уляна Костюк, Яна Поп'юк</b><br>Пошкодження об'єктів нафтопереробної промисловості України внаслідок бойових дій.....   | 29 |
| <b>Ангеліна Коцюбан, Сергій Кирилюк</b><br>Щільність забудови м. Хотин та її вплив на стан природного середовища міста.....  | 32 |
| <b>Яна Поп'юк, Уляна Костюк, Ірина Мельничук, Анатолій Кушнір, Тарас Гуцул, Микола Хобзей</b><br>Моніторинг наслідків російсько-української війни за даними ДЗЗ.....   | 36 |
| <b>Тетяна Чорней, Галина Ковбінська</b><br>Нестандартні уроки географії .....  | 41 |
| <b>Шавранський Василь, Пастушенко Роксолана</b><br>Палеорельєф ложа долини річки Прут у районі «Чернівецьких воріт» .....  | 44 |
| <b>Федір Гладких</b><br>Характеристика синтезу білка при експериментальному аутоімунному гепатиті на тлі введення<br>кондиціонованого середовища мезехімальних стовбурових клітин.....   | 47 |
| <b>Тетяна Грек, Юрій Тинкевич</b><br>Генетичний поліморфізм українських популяцій інвазійної рослини <i>Impatiens parviflora</i> DC. ....  | 51 |
| <b>Федір Гладких</b><br>Аутозапальний синдром, індукований ад'ювантами: імунопатогенез та новітні терапевтичні стратегії.....  | 53 |
| <b>Євген Шевченко, Микола Чиж, Тетяна Лядова, Федір Гладких</b><br>Децелюляризація скафолдів для судинної трансплантації: кріомедичні підходи та проблема імуногенності.....   | 57 |
| <b>Олександр Цигикало, Костянтин Владиченко</b><br>Інтеграція досліджень з порівняльної морфології людини та ссавців у ксенотрансплантологію .....   | 61 |
| <b>Ruslan Aminov</b><br>Wound healing effect of medicinal leech <i>Hirudo Verbana</i> .....  | 63 |
| <b>Град Мар'яна, Роман Іван, Федоренко Віктор</b><br>Вплив симбіотичних актиноміцетів у формуванні стійкості рослин до біотичних та абіотичних стресорів.....  | 65 |
| <b>Людмила Козуб</b><br>Ідентифікація та біоінформатичний аналіз генів малих білків теплового стресу (sHSP) в <i>Oryza sativa</i> .....  | 67 |
| <b>Михайло Войтович, Єлизавета Стаднік, Богдан Гонжак, Олексій Шупік, Євгеній Рибальченко,<br/>Владислав Чемерис, Юлія Мархоцька, Галина Мороховець</b><br>Цифрова грамотність освітян: результати опитування та перспективи ..... | 70 |
| <b>Юліана Йосипенко, Юрій Халавка</b><br>Температурна чутливість та оптичні властивості композитів на основі $AgInS_2$ .....   | 76 |

## ДЕЦЕЛЮЛЯРИЗАЦІЯ СКАФОЛДІВ ДЛЯ СУДИННОЇ ТРАНСПЛАНТАЦІЇ: КРІОМЕДИЧНІ ПІДХОДИ ТА ПРОБЛЕМА ІМУНОГЕННОСТІ

Євген Шевченко<sup>1</sup>, Микола Чиж<sup>2</sup>, Тетяна Лядова<sup>1</sup>, Федір Гладких<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний університет імені Василя Назаровича Каразіна МОН України,

<sup>2</sup>Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України,

<sup>3</sup>Державна установа «Інститут медичної радіології та онкології  
імені Сергія Петровича Григор'єва НАМН України, м. Харків, Україна

E-mail: [fedir.hladkykh@gmail.com](mailto:fedir.hladkykh@gmail.com)

**АНОТАЦІЯ.** Зростання захворюваності на серцево-судинні недуги вимагає розробки малокаліберних судинних трансплантатів, здатних замінити пошкоджені судини. Одним із перспективних методів є децелюляризація, яка дозволяє створити біоактивні каркаси з позаклітинного матриксу. Важливою проблемою є збереження функціональності цих трансплантатів після стерилізації та дезінфекції, оскільки ці процеси можуть змінювати їх властивості. Для тривалого зберігання використовують методи ліофілізації та кріоконсервації, що забезпечують збереження гістологічної цілісності та біологічної активності трансплантатів.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** децелюляризація, позаклітинний матрикс, серцево-судинні захворювання, імунна відповідь, тканинно-інженерний судинний трансплантат

### I. Вступ

Серцево-судинні захворювання (ССЗ) є основною причиною смерті в усьому світі, і їх кількість стрімко зростає. ССЗ, зокрема, ішемічна хвороба серця та захворювання периферійних артерій, є основною причиною смерті в усьому світі. Особливо це притаманно розвиненим країнам, де ССЗ вражають більше людей, ніж усі види раку разом узяті [1].

В Європі 3,9 млн. смертей щорічно (1,8 млн. лише в Європейському Союзі (ЄС)) пов'язані з ССЗ, тоді як загальні витрати для ЄС обчислюються в 210 млрд. євро на рік. На пізніх стадіях ССЗ основною тактикою лікування досі залишається артеріальне шунтування – забір кровеносної судини з іншої частини тіла та імплантація її до пошкодженої артерії [2, 3]), оскільки жоден з сучасних методів виготовлення синтетичних судинних трансплантатів не досяг достатньої ефективності для створення артерій малого калібру.

**Мета дослідження** – охарактеризувати сучасні підходи до створення децелюляризованих судинних скафолдів за даними відкритих джерел інформації.

### II. Матеріали та методи дослідження

Підбір публікацій виконано за базами даних PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>), Clinical Key Elsevier (<https://www.clinicalkey.com>), Cochrane Library (<https://www.cochranelibrary.com/>), eBook Business Collection (<https://www.ebsco.com/>) та Google Scholar (<https://scholar.google.com/>), у яких висвітлювались відомості про до створення децелюляризованих судинних скафолдів. На першому етапі проводили пошук літературних джерел за ключовими словами: децелюляризація, позаклітинний матрикс, серцево-судинні захворювання, імунна відповідь, тканинно-інженерний судинний трансплантат. На другому етапі вивчались резюме статей та виключались публікації, які не відповідали критеріям дослідження. На третьому етапі вивчали повні тексти відібраних статей на відповідність критеріям включення до списку літератури та релевантність досліджень. Критеріями включення публікацій до вибірки, яка підлягала контент-аналізу, були наступні: 1) висвітлення сучасних відомостей щодо створення децелюляризованих судинних скафолдів; 2) відповідність досліджень ключовим засадам доказової медицини; 3) відкритий доступ до повнотекстової статті.

### III. Результати дослідження та їх обговорення

Зростання захворюваності на ССЗ та потреба в їх хірургічному лікуванні обґрунтувало необхідність, серед іншого, створення штучних малокаліберних серцево-судинних трансплантатів – заміників кровоносних судин, особливо малого калібру (<6 мм) [4]. Загалом, кровоносні судини можна охарактеризувати за їх калібром, тобто внутрішнім діаметром (ВД), як макросудини (ВД > 6 мм), дрібні судини (1 < ВД < 6 мм) та мікросудини (ВД < 1 мм). Судини в кожній із цих трьох категорій відрізняються клітинним складом, гістологічною організацією та фізіологічною функцією. Проте всі три типи кровоносних судин містять неоднорідні, але добре організовані мережі ПКМ, які регулюють функції клітин і тканин і підтримують структурну цілісність судин [5].

Децелюляризація – це метод видалення клітинних компонентів з органів або тканин для створення безклітинного каркасу, що складається з позаклітинного матриксу (ПКМ) тканин, здатного забезпечити біоміметичне мікрооточення [6, 7, 8]. Найефективніші агенти для децелюляризації кожної тканини та органу залежатимуть від багатьох факторів, включаючи клітинність тканини (наприклад, печінка проти сухожиль), щільність (наприклад, дерма проти жирової тканини), вміст ліпідів (наприклад, мозок проти сечового міхура), і товщина (наприклад, дерма проти перикарда) [9]. Слід розуміти, що кожен агент і метод видалення клітин змінюватиме склад ПКМ і спричинить певний ступінь порушення ультраструктури. Мінімізація цих небажаних ефектів, а не повне уникнення, є метою вдосконалення ефективності децелюляризації [9]. Складність і тривалість протоколу децелюляризації (рис. 1) зазвичай пропорційні ступеню геометричного та біологічного збереження, бажаного для тканини після обробки (наприклад, макроструктури, ультраструктури, білків матриксу та базальної мембрани, факторів росту тощо), особливо для композитних тканин та цілих органів [9].



Рис. 1 Етапність протоколів децелюляризації (адаптовано за [9])

Навіть із досягненнями в тканинній інженерії та регенеративній медицині клітинна реакція все ще далека від імітації біологічної функції нативних судин, і розуміння взаємодії між клітинами крові та судинною стінкою з біоматеріалом після трансплантації є дуже необхідним. Ці взаємодії мають тенденцію змінюватися з часом після імплантації, і необхідно добре розуміти каскад подій на кожній фазі. Протягом перших кількох годин реакція на чужорідне тіло та запальні та гемостатичні процеси визначають взаємодію між тканинно-інженерним судинним трансплантатом, клітинами та компонентами крові в місці імплантації. Після перших кількох місяців це явище змінюється, і адаптація до гемодинамічної поведінки в місці імплан-

тації домінує в інтеграції судинного трансплантату. Нарешті, трансплантант починає виконувати свою призначену функцію і реконструює тканини у відповідь на керівну гемодинаміку та обмін клітин. Якщо втрата прохідності відбувається протягом перших днів або тижнів, це зазвичай спричинено тромбозом. Після цього ця подія може призвести до гіперплазії внутрішньої оболонки, при якій механічні властивості судинної стінки є неадекватними для підтримки тиску кровотоку [10].

Медичні матеріали, як і тканинні алотрансплантати повинні бути стерилізовані перед їх використання. Зцією метою зазвичай використовують сухе тепло, етиленоксид, формальдегід, газову плазму, надцтову кислоту, гамма – опромінення, тощо. Згідно загальноновизнаного визначення стерилізація – це процес знищення всіх мікроорганізмів [11], тоді як дезінфекція – це процес знищення або видалення всіх видів патогенних мікроорганізмів, крім бактеріальних спор. Тривимірні каркаси тканин з Д-ПКМ повинні бути в асептичному стані, але на їхні фізичні та хімічні властивості, а також біологічну активність може вплинути стерилізація або дезінфекція. Хоча вважається, що Д-ПКМ є матеріалом з низькою імуногенністю, отриманий шляхом видалення клітин із тканин, проте він все ж зберігає багато властивих тканинам компонентів, таких як білки та протеоглікани з потенційною імуногенністю [12].

Для тривалого зберігання трансплантатів децелюляризованої тканини їх можна ліофілізувати, щоб краще зберегти матеріал, не завдаючи суттєвої шкоди конструкції під час обробки. Щоб запобігти утворенню великих кристалів льоду, які можуть спричинити фізичне пошкодження тканин, для прискорення процесу заморожування використовується низький тиск. Виконуючи при низькому тиску, більшість води, присутньої в матеріалі, сублимується. Починаючи з фази сублимації, температура підвищується, щоб розірвати зв'язки між водою, іонно пов'язаною з конструкцією, що додатково сушить конструкцію. Цей метод виконується з використанням нетоксичних захисних засобів і усуває необхідність зберігання при низькій температурі [13]. Крім того, кріоконсервація, яка передбачає використання кріопротектору (наприклад, 10% диметилсульфоксиду) та повільне заморожування або швидке заморожування в рідкому азоті, також дозволяє забезпечити збереження тканинних трансплантатів з гістологічною схожістю з неконсервованими трансплантатами [13]. Інші методи довготривалого зберігання включають утримання децелюляризованих тканинних конструкцій у фосфатному буферному розчині, що містить антибіотики та зберігається при 4°C, однак придатне лише для короткочасного зберігання, а також зберігання при –20 °C та –80 °C протягом більш тривале збереження [14].

#### IV. Висновки

Зростання захворюваності на серцево-судинні недуги та нагальна потреба в їх хірургічному лікуванні зумовлюють необхідність розробки вискоелективних малокаліберних судинних трансплантатів. Процес децелюляризації, незважаючи на свою технологічну складність, є основним методом для створення біоактивних каркасів з позаклітинного матриксу, що здатні відновлювати функціональну цілісність судин. Водночас важливо усвідомлювати, що стерилізація та дезінфекція тканинних конструкцій можуть суттєво вплинути на їх фізико-хімічні властивості та біологічну активність, зокрема змінюючи рівень імуногенності. Для забезпечення тривалого збереження децелюляризованих трансплантатів використовуються передові методи, такі як ліофілізація та кріоконсервація, які гарантують збереження їх гістологічної цілісності та біологічної функціональності протягом тривалого часу.

#### V. Список використаних джерел

- [1] Cai, Z., Tan, Z., Tian, R., Chen, X., Miao, P., Yao, C., Wang, C., Yu, Z., & Gu, Y. (2022). Acellular vascular scaffolds preloaded with heparin and hepatocyte growth factor for small-diameter vascular grafts might inhibit intimal hyperplasia. *Cell Transplantation*, 31, 9636897221134541. <https://doi.org/10.1177/09636897221134541>

- [2] Shevchenko, Y. V., Hladkykh, F. V., & Matvieienko, M. S. (2024). Cryomedical biotechnologies as a key to effective decellularization in the creation of scaffolds for vascular transplantation. *The Journal of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series Medicine*, 32(3(50)), 366–386. <https://doi.org/10.26565/2313-6693-2024-50-08>
- [3] Omid, H., Abdollahi, S., Bonakdar, S., Haghighipour, N., Shokrgozar, M. A., & Mohammadi, J. (2023). Biomimetic vascular tissue engineering by decellularized scaffold and concurrent cyclic tensile and shear stresses. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 34(3), 12. <https://doi.org/10.1007/s10856-023-06716-4>
- [4] Dimopoulos, A., Markatos, D. N., Mitropoulou, A., Panagiotopoulos, I., Koletsis, E., & Mavrilas, D. (2021). A novel polymeric fibrous microstructured biodegradable small-caliber tubular scaffold for cardiovascular tissue engineering. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 32(2), 21. <https://doi.org/10.1007/s10856-021-06490-1>
- [5] Cohen, S., Partouche, S., Gurevich, M., Tennak, V., Mezhybovsky, V., Azarov, D., Soffer-Hirschberg, S., Hovav, B., Niv-Drori, H., Weiss, C., Borovich, A., Cohen, G., Wertheimer, A., Shukrun, G., Israeli, M., Yahalom, V., Leshem-Lev, D., Perl, L., Kornowski, R., Wiznitzer, A., Tobar, A., Feinmesser, M., Mor, E., Atar, E., & Nesher, E. (2021). Generation of vascular chimerism within donor organs. *Scientific Reports*, 11(1), 13437. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92823-7>
- [6] Zhang, X., Chen, X., Hong, H., Hu, R., Liu, J., & Liu, C. (2021). Decellularized extracellular matrix scaffolds: Recent trends and emerging strategies in tissue engineering. *Bioactive Materials*, 10, 15-31. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2021.09.014>
- [7] Rana, D., Zreiqat, H., Benkirane-Jessel, N., Ramakrishna, S., & Ramalingam, M. (2017). Development of decellularized scaffolds for stem cell-driven tissue engineering. *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine*, 11(4), 942-965. <https://doi.org/10.1002/term.2061>
- [8] Fernández-Pérez, J., & Ahearne, M. (2020). Decellularization and recellularization of cornea: Progress towards a donor alternative. *Methods*, 171, 86-96. <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2019.05.009>
- [9] Crapo, P. M., Gilbert, T. W., & Badylak, S. F. (2011). An overview of tissue and whole organ decellularization processes. *Biomaterials*, 32(14), 3233–3243. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2011.01.057>
- [10] Shakeel, A., & Corridon, P. R. (2023). Mitigating challenges and expanding the future of vascular tissue engineering – are we there yet? *Frontiers in Physiology*, 13, 1079421. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1079421>
- [11] Zhao, Y., Zhu, B., Wang, Y., Liu, C., & Shen, C. (2019). Effect of different sterilization methods on the properties of commercial biodegradable polyesters for single-use, disposable medical devices. *Materials Science and Engineering: C Materials for Biological Applications*, 105, 110041. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2019.110041>
- [12] Tao, M., Ao, T., Mao, X., Yan, X., Javed, R., Hou, W., et al. (2021). Sterilization and disinfection methods for decellularized matrix materials: Review, consideration and proposal. *Bioactive Materials*, 6(9), 2927–2945. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2021.02.010>
- [13] Zouhair, S., Aguiari, P., Iop, L., Vásquez-Rivera, A., Filippi, A., Romanato, F., et al. (2019). Preservation strategies for decellularized pericardial scaffolds for off-the-shelf availability. *Acta Biomaterialia*, 84, 208–221. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2018.10.026>
- [14] Alshaikh, A. B., Padma, A. M., Dehlin, M., Akouri, R., Song, M. J., Brännström, M., et al. (2019). Decellularization of the mouse ovary: Comparison of different scaffold generation protocols for future ovarian bioengineering. *Journal of Ovarian Research*, 12(1), 58. <https://doi.org/10.1186/s13048-019-0531-3>

## DECELLULARIZATION OF SCAFFOLDS FOR VASCULAR TRANSPLANTATION: CRYOMEDICAL APPROACHES AND THE ISSUE OF IMMUNOGENICITY

Yevhen Shevchenko, Mykola Chyzh, Tetiana Liadova and Fedir Hladkykh

**ABSTRACT.** The increasing prevalence of cardiovascular diseases necessitates the development of small-caliber vascular grafts to replace damaged blood vessels. One promising method is decellularization, which allows the creation of bioactive scaffolds made from extracellular matrix. An important challenge is preserving the functionality of these grafts after sterilization and disinfection, as these processes can alter their properties. For long-term storage, methods such as lyophilization and cryopreservation are used to maintain the histological integrity and biological activity of the grafts.

**KEYWORDS:** decellularization, extracellular matrix, cardiovascular diseases, immune response, tissue-engineered vascular graft



**Наукове видання**

**«МОЛОДІЖНА НАУКА  
ЗАРАДИ МИРУ ТА РОЗВИТКУ»**

*Збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції*

Відповідальний за випуск

Павло Крайній

Дизайн та верстка

Юліанна Віщак

Підписано до друку 24.02.2025. Формат 60x90/16.  
Електронне видання. Умов. друк. арк. 20,1. Обл.-вид. арк. 20,5. Зам. 3-002.  
Видавництво Чернівецького національного університету  
58002, Чернівці, вул. Коцюбинського, 2.

[ruta@chnu.edu.ua](mailto:ruta@chnu.edu.ua)

*Свідоцтво про державну реєстрацію ДК №891 від 08.04.2002 р.*



ISBN 978-966-423-938-4