

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U001686

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 14-05-2025

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Буцик Анна Сергіївна

2. Anna Butsyk

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0019-025X

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 091

Назва наукової спеціальності: Біологія

Галузь / галузі знань: біологія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 20729 біологія

Дата захисту: 20-05-2025

Спеціальність за освітою: 091 Біологія

Місце роботи здобувача: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, буд. 116, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 8364

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, буд. 116, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, буд. 116, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 34.57.21, 76.09.33

Тема дисертації:

1. Ефективність застосування перев'язувальних матеріалів на основі полімолочної кислоти з вмістом наночастинок міді (експериментальне дослідження)
2. The effectiveness of dressing materials based on polylactic acid supplemented with copper nanoparticles (experimental study)

Реферат:

1. Останніми роками спостерігається зростання кількості пацієнтів з гнійно-запальними ураженнями шкіри. Така тенденція зумовлена низкою факторів, зокрема поширенням хронічних захворювань, а також несвоечасною та некоректною діагностикою та лікуванням. У зв'язку з цим значно зростає ризик розвитку гнійно-запальних ускладнень, що призводить до збільшення кількості антибіотикорезистентних штамів бактерій. Така тенденція демонструє необхідність пошуку інноваційних підходів у лікуванні інфекційних шкірних уражень. Одним із таких методів є використання нанотехнологій для розробки модифікованих перев'язувальних матеріалів з включеним антимікробним агентом, таким як наночастинки міді (CuNPs). Мідь має виражені антимікробні властивості та є відносно дешевим матеріалом, що дозволяє значно знизити вартість виробництва таких пов'язок. Дисертаційна робота присвячена розробці пов'язок на основі полімолочної кислоти з додаванням CuNPs для лікування гнійних шкірних інфекцій. Було проведено

експериментальне дослідження для оцінки ефективності синтезованих мембран при лікуванні гнійної інфекції шкіри лабораторних тварин. Дослідження включало такі методи: фізико-хімічний (сканувальна та просвічуюча електронна мікроскопія, енергодисперсійна рентгенівська спектроскопія) мікробіологічний, *in vitro* (дослідження на культурі клітин), *in vivo* (дослідження на лабораторних тваринах), гістологічний (забарвлення гематоксилін-еозином), імуногістохімічний (панель макрофагальних та мієлоїдних маркерів CD68, CD163 та MPO) та статистичний (параметричні та непараметричні показники). Дисертаційне дослідження проводилось на 72 лабораторних тваринах, які були об'єднані у 4 групи залежно від синтезованого типу мембран, використаного для лікування тварин: група 1 – матеріал на основі полімолочної кислоти (PLA-мембрани); група 2 – матеріал на основі полімолочної кислоти з додаванням хітозану (PLA/Ch-мембрани); група 3 – матеріал на основі полімолочної кислоти з наночастинками міді (PLA-CuNPs-мембрани); група 4 – матеріал на основі полімолочної кислоти з додаванням хітозану та наночастинок міді (PLA/Ch-CuNPs-мембрани). Бібліометричний аналіз наукових публікацій виявив, що CuNPs почали активно вивчатися протягом останніх 30-ти років. Однак, дослідження наночастинок міді щодо їх впливу на загоєння ран почали проводити лише протягом останніх 14-ти років, що вказує на зростання наукового інтересу до даного нішового застосування вказаних наночастинок. Аналіз морфологічної структури CuNPs показав, що вони мають плоску голкоподібну форму, а їх розмір сягає ~800 нм у довжину та ~150 нм у ширину. Аналіз CuNPs після довготривалого зберігання виявив високий рівень їхньої деградації у розчині за умов доступу атмосферного кисню. Аналіз цитотоксичного впливу CuNPs на культуру клітин кератиноцитів людини HaCaT виявив істотні відмінності у життєздатності клітин, які були інкубовані з різними концентраціями наночастинок міді. Було визначено інгібувальну концентрацію 50%, що становила 19,078 мкг/мл на 1-й день і 12,951 мкг/мл на день 3 від початку експерименту. Отримані дані вказують на значний цитотоксичний вплив високих концентрацій CuNPs. Дослідження синтезованих мембран виявило однорідність волокон та однакові середні діаметри. Волокна PLA-мембрани мали розміри 171 × 120 нм, а волокна PLA/Ch-мембрани – 175 × 63 нм. Додавання хітозану до мембран позитивно вплинуло на їх структуру, зокрема мембрани мали більш однорідний розмір волокон та утворюваних ними пор. Енергодисперсійна рентгенівська спектроскопія виявила мідь у досліджуваних зразках мембран, що вказує на успішну інкорпорацію CuNPs у структуру волокон. Дослідження антибактеріальних властивостей мембран шляхом їх інкубації з грампозитивними та грамнегативними показав значний антибактеріальний ефект синтезованих мембран, до яких були додані наночастинки міді. Планіметрична оцінка ранового дефекту виявила ефективність у зменшенні розміру ран протягом 21-го дня лікування за допомогою пов'язок з додаванням хітозану та CuNPs. Проведена гістологічна оцінка тканин шкіри виявила зменшення ексудативних проявів у тварин, які отримували лікування PLA/Ch-CuNPs-мембранами, що впливало на зменшення часу загоєння ран порівняно з іншими досліджуваними групами. Імуногістохімічний аналіз виявив найбільш сприятливу динаміку експресії M1 типу макрофагів у групі PLA/Ch-CuNPs-мембран, де велика їх кількість на початку поступово знижувалась до кінця експерименту. Кількість M2 типу макрофагів збільшувалась у другій частині експерименту, що є закономірним для цього типу клітин. Виявлена висока кількість нейтрофілів на початку лікування з її подальшим зменшенням свідчить про розвиток гострого запального процесу з поступовим загоєнням рани. Гістологічний аналіз тканин паренхіматозних органів експериментальних тварин не виявив виразної специфічної резорбтивної дії, спричиненої CuNPs, що входять до складу перев'язувальних матеріалів.

2. In recent years, there has been an increase in the number of patients with purulent-inflammatory skin lesions. This trend is driven by several factors, such as spread of chronic diseases, delayed and improper diagnosis and treatment. In this context, the risk of developing purulent inflammatory complications is significantly increasing and leads to an increase in the number of antibiotic-resistant bacterial strains. This trend highlights the need to find innovative approaches for the treatment of infectious skin lesions. One of the methods is the use of nanotechnology to develop modified dressing materials with the inclusion of an antimicrobial agent, such as copper nanoparticles (CuNPs). Copper has pronounced antimicrobial properties and is a relatively inexpensive material, which allows for a significant reduction in the cost of producing such dressings. The dissertation is

devoted to the development of dressings based on polylactic acid supplemented with CuNPs for the treatment of purulent skin infections. An experimental study was conducted to assess the effectiveness of synthesized membranes in the treatment of purulent skin infections in laboratory animals. The study included the following methods: physicochemical (scanning and transmission electron microscopy, energy dispersive X-ray spectroscopy) microbiological, in vitro (cell culture study), in vivo (laboratory animal study), histological (hematoxylin-eosin staining), immunohistochemical (panel of macrophage and myeloid markers CD68, CD163 and MPO) and statistical (parametric and non-parametric criteria). The dissertation was conducted on 72 laboratory animals, which were combined into 4 groups depending on the membranes used for the treatment of animals: group 1 – material with polylactic acid (PLA-membranes); group 2 – material with polylactic acid and chitosan (PLA/Ch-membranes); group 3 – material with polylactic acid and copper nanoparticles (PLA-CuNPs-membranes); group 4 – material with polylactic acid, chitosan and copper nanoparticles (PLA/Ch-CuNPs-membranes). Bibliometric analysis of scientific publications revealed that CuNPs have been actively studied over the past 30 years. However, research on their effect on wound healing has only been conducted over the past 14 years, which indicates a growing scientific interest in this specific application. Morphological structure analysis of CuNPs showed that they have a flat needle-like shape with a size reaching ~800 nm in length and ~150 nm in width. Analysis of CuNPs after long-term storage revealed a high level of their degradation in solution under the impact of atmospheric oxygen. Analysis of the cytotoxic effect of CuNPs on the culture of human keratinocyte cells HaCaT revealed significant differences in the viability of cells incubated with different concentrations of copper nanoparticles. The 50% inhibitory concentration was determined to be 19,078 µg/ml on day 1 and 12,951 µg/ml on day 3 from the beginning of the experiment. The obtained data indicate a significant cytotoxic effect of high concentrations of CuNPs. The study of the synthesized membranes showed the homogeneity of the fibers and the same average diameters. The PLA membrane fibers had dimensions of 171 × 120 nm, and the fibers of the PLA/Ch membrane – 175 × 63 nm. The addition of chitosan to the membranes had a positive effect on their structure, in particular, the membranes had a more uniform size of the fibers and the pores formed by them. Energy-dispersive X-ray spectroscopy detected copper in the membrane samples, indicating the successful incorporation of CuNPs into the synthesized fiber. The study of membranes antibacterial properties by incubating them with gram-positive and gram-negative bacteria showed a significant antibacterial effect of the synthesized membranes to which CuNPs were added. Planimetric evaluation of the wound defect revealed the effectiveness in reducing the size of wounds during the 21-day treatment using dressings with the addition of chitosan and CuNPs. Histological evaluation of skin tissues revealed a decrease in exudative manifestations in animals treated with PLA/Ch-CuNPs membranes, which contributed to a shorter wound healing time compared to the other study groups. Immunohistochemical analysis revealed the most favorable dynamics of expression of M1 type macrophages in the PLA/Ch-CuNPs-membrane group, where their initially high number gradually declined toward the end of the experiment. The number of M2 type macrophages increased in the later stages, which aligns with their expected role in tissue repair. The high number of neutrophils was observed at the beginning of treatment, followed by a subsequent decrease, indicating the progression of an acute inflammation that led to gradual wound healing.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Нові речовини і матеріали

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Butsyk A.S., Moskalenko R.A. Novel copper-loaded dressing for wound healing: a bibliometric analysis. The Odesa Medical Journal, 2024. № 3. P. 72-78

- Butsyk A., Varava Y., Moskalenko R., Husak Y., Piddubnyi A., Denysenko A., et al. Copper Nanoparticle Loaded Electrospun Patches for Infected Wound Treatment: From Development to In-Vivo Application. *Polymers*, 2024. №16(19). 2733
- Butsyk A., Samokhin Y., Denysenko A., Varava Y., Korniienko V., Korniienko V., Piddubnyi A., Moskalenko R. Copper Nanoparticles in Ch/PLA Dressing Material Promotes Wound Healing. 2024 IEEE 14th International Conference Nanomaterials: Applications & Properties (NAP). 2024:1-5. DOI: 10.1109/NAP62956.2024.10739763

Наукова (науково-технічна) продукція: матеріали

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0123U103301

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Москаленко Роман Андрійович
2. Roman Moskalenko

Кваліфікація: д. мед. н., доц., 14.03.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2342-0337

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, буд. 116, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Андрусишина Ірина Миколаївна
2. Iryna Andrusyshyna

Кваліфікація: д. б. н., старший науковий співробітник, 14.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5827-3384

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державна установа "Інститут медицини праці імені Ю. І. Кундієва Національної академії медичних наук України"

Код за ЄДРПОУ: 22946309

Місцезнаходження: вул. Саксаганського, буд. 75, Київ, 01033, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія медичних наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ткач Геннадій Федорович

2. Gennadii Tkach

Кваліфікація: д. мед. н., професор, 14.03.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6482-4792

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет біоресурсів і природокористування України

Код за ЄДРПОУ: 00493706

Місцезнаходження: вул. Героїв Оборони, буд. 15, Київ, 03041, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Яновська Ганна Олександрівна

2. Ganna Yanovska

Кваліфікація: к. х. н., доц., 02.00.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8040-7457

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, буд. 116, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Івахнюк Тетяна Василівна

2. Tetiana Ivakhnyuk

Кваліфікація: к. б. н., доц., 03.00.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5851-2218

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, буд. 116, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Дужий Ігор Дмитрович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Дужий Ігор Дмитрович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Бойко Антон Олександрович

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна