

ХІМІЧНО ФУНКЦІОНАЛІЗОВАНІ НАНОКОМПОЗИТИ Fe_3O_4 З БІОАКТИВНИМИ КОМПОНЕНТАМИ ДЛЯ АНТИМІКРОБНОЇ ТЕРАПІЇ

Котляр Юрій

здобувач вищої освіти

Свиридюк Катерина

асистент

Кафедра хімії

Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Антимікробна терапія з використанням нанокompatитів на основі Fe_3O_4 перетворилася на перспективний напрям у боротьбі з інфекціями завдяки можливості їх хімічної модифікації біоактивними компонентами. Поєднання магнітної керованості, великої питомої поверхні та потенціалу для функціоналізації забезпечує ефективність таких систем. Так, у роботі [1] запропоновано агент на основі наночастинок Fe_3O_4 , аглугаційних з наночастинами срібла (Ag) на хітинових мікросферах — $\text{Ag-Fe}_3\text{O}_4\text{-NMs}$ — який демонструє синергетичну антибактеріальну активність і сприяє загоєнню ран. Ці нанокompatити забезпечують поступове вивільнення Ag^+ та каталізують перетворення пероксиду водню з утворенням гідроксильних радикалів (OH), що разом надає високий антимікробний ефект із низькою токсичністю і гемолізом. [1]

Інший підхід полягає у функціоналізації Fe_3O_4 покриттям SiO_2 і хітозаном з подальшим зв'язуванням ванкоміцину або нізину. Такі $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2/\text{CS-VANCO}$ та $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2/\text{CS-NISIN}$ нанокompatити демонструють високу ефективність завдяки контрольованому вивільненню антибіотика (до 43 % за 48 годин при відношенні 1:1), та мають відповідний розмір і форму. [2]

Синтез нанокompatитів $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Ag}$ у вигляді гібридних феромагнітних рідких систем (ферофлюїдів) також показав чудові антимікробні властивості. Зокрема, $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Ag}$ нанокompatити, стабілізовані стеарбітною кислотою та диметилсульфоксидом, виявилися активними проти *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* та *Candida albicans*, а також зменшували запальні процеси в клітинах, відповідальних за фіброз печінки. [3]

Особливо цікаві результати отримані для Ag/Fe₃O₄-NCs: стимулювання антибактеріальної активності й проникнення в біоплівки під дією магнітного поля значно підвищує ефективність проти хронічних ран без підвищення цитотоксичності порівняно з Ag-NPs. [4]

Ще одним прикладом є наноструктури Fe₃O₄/Zn-MOF, синтезовані методом мікрохвильової іррадіації, які мають високу антибактеріальну та протигрибкову активність порівняно з комерційними препаратами цей результат виявився навіть ефективнішим. [5]

Композити типу AgFe₂O₄/SiO₂/Passiflora caerulea (екстракт рослини), що включають залізо-ферити і кремнезем із фітосумішею, також продемонстрували покращену антибактеріальну активність проти грам-позитивних і грам-негативних бактерій, що підтверджено значними показниками. [6]

Загалом, огляд літератури показує, що поєднання Fe₃O₄ із біоактивними компонентами — такими як Ag, хітозан, біополімери, Zn-MOF — відкриває широкі можливості для створення ефективних антимікробних наносередовищ. Магнітне керування сприяє точковій дії на ділянки інфекції, а поверхнева функціоналізація забезпечує кероване вивільнення активних агентів разом зі стабілізацією частинок у біологічних середовищах.

Список використаних джерел

1. Application of novel Fe₃O₄/Zn-metal organic framework magnetic nanostructures as an antimicrobial agent and magnetic nanocatalyst in the synthesis of heterocyclic compounds / B. S. Bashar та ін. Front. Chem. 2022. Т. 10.
2. Ghaseminezhad S. M., Shojaosadati S. A., Meyer R. L. Ag/Fe₃O₄ nanocomposites penetrate and eradicate S. aureus biofilm in an in vitro chronic wound model. Colloids Surf B Biointerfaces. 2018.
3. Structural and antibacterial properties of AgFe₂O₄ and Fe₃O₄ nanoparticles, and their nanocomposites / A. Hashemia та ін. Progress in Physics of Applied Materials. 2024. Т. 4. С. 37–46.
4. Fe₃O₄/CuO/Chitosan Nanocomposites: An Ultrasound-Assisted Green Approach for Antibacterial and Photocatalytic Properties / N. T. Huong* та ін. ACS Omega. 2023. Т. 8, вип. 45.
5. Vancomycin and nisin-modified magnetic Fe₃O₄/SiO₂ nanostructures coated with chitosan to enhance antibacterial efficiency against methicillin resistant Staphylococcus aureus (MRSA) infection in a murine superficial wound model / M. Nasaj та ін. BMC Chem. 2024. Т. 18, вип. 1.
6. Nanocellulose/Fe₃O₄/Ag Nanozyme with Robust Peroxidase Activity for Enhanced Antibacterial and Wound Healing Applications / Seada Abdo Geleto та ін. ACS Omega. 2023. Т. 8, вип. 49.