

Section: Chemistry

СИНЕРГІЧНА ДІЯ МАГНЕТИТУ ТА ОКСИДУ ЦИНКУ В НАНОКОМПОЗИТАХ: НОВИЙ ПІДХІД ДО БОРОТЬБИ З БАКТЕРІАЛЬНИМИ БІОПЛІВКАМИ

Нікітчина Лілія

здобувачка вищої освіти

Свиридюк Катерина

асистент

Кафедра хімії

Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Біоплівки, утворені бактеріями, є серйозним викликом у медицині, промисловості та водоочищенні через їхню здатність утворювати суцільні покриття та підвищену стійкість до антибіотиків і дезінфікуючих засобів. Згідно з сучасними дослідженнями, комбіноване використання магнетиту (Fe_3O_4) та оксиду цинку (ZnO) у складі наноконкомпозитів є ефективним підходом до руйнування біоплівок завдяки синергії антибактеріальних, фотокаталітичних і магнітних властивостей.

Fe_3O_4 забезпечує магнітну відповідь, що дозволяє керовано доставляти частинки до місця інфекції та легко їх видаляти після дії. ZnO , у свою чергу, володіє вираженою антибактеріальною активністю, що зумовлена здатністю генерувати реактивні форми кисню (ROS), які ушкоджують клітинні стінки бактерій та компоненти позаклітинного матриксу біоплівок. Разом ці два компоненти формують наноконкомпозити з підвищеною здатністю до деструкції біоплівкових структур як грампозитивних (наприклад, *Staphylococcus aureus*), так і грамнегативних (наприклад, *Escherichia coli*) бактерій [1,2].

Дослідження, проведені на гетерогенних наноструктурах типу $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZnO}$, показали ефективність у понад 99 % знищення клітин у складі біоплівок вже за 4–6 годин дії в умовах *in vitro*. Також встановлено, що гібридні структури на основі графену (наприклад, $\text{ZnO}/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{rGO}$) володіють покращеною стабільністю у водних розчинах, мають розширену площу поверхні, що сприяє кращій адсорбції мікроорганізмів та продуктів їх життєдіяльності, і демонструють пролонговану антибактеріальну дію навіть після багаторазового використання [3].

Важливо, що такі наноконкомпозити характеризуються відносно низькою цитотоксичністю для клітин еукаріот, що робить їх перспективними кандидатами для локального застосування у медицині (антиінфекційні покриття, дренажі, імпланти), а також у системах очищення води та харчової промисловості. Крім того, додавання біосумісних полімерів (наприклад,

хітозану) до складу таких нанокмполітів ще більше посилює протимікробний ефект і зменшує потенційну токсичність [2].

З огляду на актуальність проблеми антибіотикорезистентності, застосування $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZnO}$ нанокмполітів пропонує нову парадигму профілактики та терапії інфекцій, що супроводжуються утворенням біоплівки, особливо у водних та хірургічних середовищах. Їх функціональна багатокмполітність дозволяє забезпечити одночасну дію декількох механізмів знищення мікроорганізмів при збереженні екологічної та біомедичної безпеки.

Список використаних джерел

1. Singh S., Barick K. C., Bahadur D. $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-ZnO}$ magnetic semiconductor nanocomposites for the removal of toxic metal ions, organic dyes and bacterial pathogens, J. Mater. Chem. A, 2013.
2. Synthesis of nano- $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZnO}$ composites with enhanced antibacterial properties and plant growth promotion via one-pot reaction, PubMed, 2023. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37420151/>
3. Synthesis of $\text{ZnO}/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{rGO}$ nanocomposites and evaluation of antibacterial activities towards E.coli and S.aureus, PubMed, 2019. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31573536/>
4. The Promise of Metal-Doped Iron Oxide Nanoparticles as Antimicrobial Agent, ACS Omega, 2023. <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acsomega.3c06323>