

**Створення магнітокерованих наносителів для застосування
у фармації та медицині**

**Левітін Є.Я., Ведерникова І.О., Коваль А.О., Криськів О.С., Чан Т.М., Фаталієва
А.В.**

Кафедра неорганічної хімії

Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна

e-mail: neorganic@nuph.edu.ua

Одним з напрямків розвитку нанотехнологій у фармації є використання наночастинок магнітного матеріалу для створення фармацевтичних препаратів з магнітокерованими властивостями, що може розглядатися як вдалий приклад удосконалення немагнітних фармацевтичних об'єктів. При введенні джерела, здатного реагувати на зовнішнє магнітне поле одержують “слухняний” магнітокерований засіб.

На кафедрі неорганічної хімії НФаУ синтезовані високодисперсні частинки феритових матеріалів різного складу ($M^{II}Fe^{II}Fe_2^{III}O_4$, де $M^{II} = Zn, Ba, Mn, Fe, Co, Ni, Cu$), визначені їх фізико-хімічні та біофармацевтичні властивості.

З використанням магнетиту Fe_3O_4 та барій гексафериту $BaFe_{12}O_{19}$ розроблені лікарські та діагностичні засоби різного складу. Розроблені мазі з магнетитом для лікування гнійно-запальних захворювань, м'яка лікарська форма для використання в отоларингології, діагностичний рентгеноконтрастний засіб з барій гексаферитом, придатний для рентгенологічного дослідження порожнистих органів ШКТ. Для створених препаратів знайдені нові способи їх використання з застосуванням джерел зовнішнього магнітного поля.

Синтезовано нанодисперсний порошок цинкзаміщеного магнетиту, основні функціональні показники якого (біосумісність, дисперсність, магнітний стан) дозволяють рекомендувати його до апробації у медико-біологічних технологіях. Для синтезованих частинок частково заміщеного магнетиту з катіонами цинку перемінного складу $Zn_xFe_{3-x}O_4$ визначено залежність магнітних властивостей феритів від вмісту катіона цинку. Рентгенофазовий аналіз експериментальних зразків дозволив встановити однофазність всіх зразків, підтвердити кристалографічні параметри шпінельної структури.

Проведено комплексне дослідження зміни функціональних параметрів систем наночастинок в умовах агресивних середовищ шлунково-кишкового тракту, які дозволяють передбачити магнітну поведінку лікарської форми внутрішнього застосування та оцінити її здатність до магнітокерованості. Досліджено кінетику розчинення частинок феритів різної структури та розміру у середовищах, які відповідають умовам шлунково-кишкового тракту; проаналізовано зміни елементного складу приповерхневого шару частинок та міжчастинкової магнітної взаємодії за цих умов; встановлено зміни структурних та

функціональних параметрів наночастинок. Встановлено, що вплив агресивного кислого середовища шлунку призводить до стравлення частки структурно-дефектного приповерхневого шару частинок та не викликає змін фізико-хімічного стану їх об'ємної частки. Розчинення є функцією розміру частинок та типу кристалічної ґратки феритів і пов'язане з порушенням стехіометрії структурного складу та обмінних взаємодій зв'язків Fe-O-Fe на поверхні та в прилеглих шарах.

Проведено мікробіологічні дослідження цинк (II) фериту ("Інститут мікробіології та імунології ім. І.І. Мечникова НАМН України") в експериментах *in vitro*. Виявлено його помірну протимікробну активність щодо клінічно значущих грампозитивних, грамнегативних бактерій та дріжджеподібних грибів роду *Candida*.

Розроблено спосіб однореактерного синтезу магнітокерованих наночастинок Ag@Fe₃O₄ зі сферичним ядром та срібною острівковою оболонкою. Проведено дослідження впливу умов синтезу на структуру модифікованих часточок, визначено оптимальне співвідношення компонентів наноконструкції та температурний режим для однофазного синтезу. Фазовий склад та їх характеристики у зразках встановлено з використанням комплексу сучасних фізико-хімічних методів (ДТГА, РФА, СЕМ, ААС, ППР).

Література.

1. Characterization of Ag@Fe₃O₄ core-shell nanocomposites for biomedical applications / T. M. Chan, Ye. Ya. Levitin, O. S. Kryskiv, I. A. Vedernikova // J. of Chem. and Pharm. Res. – 2015, 7(5). – P. 816 – 819.
2. Measurement of the size and refractive index of Fe₃O₄ nanoparticles / Ye. Ya. Levitin, N. G. Kokodiy, V. A. Timanjuk, I. O. Vedernikova, T. M. Chan // Inorganic materials. – 2014. – Vol. 50, № 8. – P. 817 – 820.
3. Obtaining of magnetic Ag@Fe₃O₄ nanocomposite with the "core-shell" structure for medical purpose / Ye. Levitin, T. Chan, O. Kryskiv, M. Skoryk // Scripta Scientifica Pharmaceutica. – Vol. 1. – 2015. – P. 39 – 45.
4. Physical and technological principles of creating biocompatible superparamagnetic particles / Y. Levitin, I. Vedernikova, L. Olkhovik, M. Tkachenko // Acta Poloniae Pharmaceutica – Drug Research. – 2011. – Vol. 68, № 4. – P. 549 – 553.
5. Structural and physical properties of nanoparticles systems Zn_xFe_{3-x}O₄ for biomedical purpose / Ye. Levitin, I. Vedernikova, A. Koval et. al. // Фарм. часопис. – 2013. – № 4. – С. 16 – 20.
6. Study of properties for zinc iron (II) ferrite nanoparticles / I. Vedernikova, A. Koval, A. Fataliyeva et. al. // Int. J. of Innovative Drug Discovery. – 2015. – Vol. 5, № 1. – P. 46 – 48.
7. Thermogravimetric and structural studies of zinc-doped magnetite nanoparticles for pharmaceutical application / I. Vedernikova, A. Koval, A. Fataliyva // J. Chem. Pharm. Res. – 2013. – Vol. 5(6). – P. 109 – 112.