

## **МАГНІТНІ НАНОЧАСТИНКИ ДЛЯ АДСОРБЦІЙНОГО ВИДАЛЕННЯ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ З ВОДНИХ СЕРЕДОВИЩ**

**Солтис Любов Михайлівна,**  
кандидат хімічних наук, доцент, [soltys86@gmail.com](mailto:soltys86@gmail.com)  
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

**Татарчук Тетяна Романівна,**  
кандидат хімічних наук, доцент, [tatarchuk.tetyana@gmail.com](mailto:tatarchuk.tetyana@gmail.com)  
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

Глобальний розвиток промисловості та сільського господарства у всьому світі призвів до забруднення різноманітних водних середовищ фармацевтичними препаратами. Навіть при невеликих концентраціях у воді ці забруднювачі викликають значні проблеми зі здоров'ям людей, шкідливо впливають на якість питної води та мають згубний вплив на навколишнє середовище. Неконтрольоване потрапляння фармпрепаратів у водні екосистеми створює реальну загрозу для всього живого на Землі та вимагає ефективних методів видалення. Адсорбція є одним з найкращих та економічно вигідних способів очищення стічних вод від мікрозабруднювачів. Адсорбцію можна здійснити змінюючи такі параметри водної фази як температуру, концентрацію, рН розчину тощо. Серед адсорбентів значну увагу привертають магнітні наночастинки завдяки чудовим магнітним властивостям, високій реакційній здатності поверхні, хімічній стабільності та можливості їх модифікування та функціоналізації. Саме наявність різноманітних функціональних груп дозволяє підвищити ефективність адсорбції. На адсорбційну здатність магнітних наноадсорбентів впливають розмір частинок та пор, питома площа поверхні, магнітні характеристики тощо. Велика відкрита поверхня магнітних наночастинок допомагає їм діяти як «суперадсорбент» для багатьох сполук, хімічно перетворюючи забруднювачі до їх нетоксичних форм. Серед магнітних адсорбентів найбільш частіше використовуються наноккомпозити на основі Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>.

Мета дослідження полягала в комплексному огляді сучасних наукових досліджень по застосуванню різноманітних магнітних наноккомпозитів для ефективного видалення фармацевтичних препаратів з водних середовищ методом адсорбції. Лікарські засоби у даному дослідженні поділені на дві категорії: антибіотики (тетрациклін, ципрофлоксацин, левофлоксацин тощо) та нестероїдні протизапальні засоби (диклофенак, ібупрофен тощо). Проаналізовані дані по концентрації цих забруднювачів у поверхневих водах Європи. Обговорюються основні механізми взаємодії адсорбенту (функціоналізованих магнітних наночастинок) з адсорбатом (фармацевтичними забруднювачами). Вибрані лікарські засоби в основному адсорбуються через електростатичну взаємодію, водневій зв'язки та π-π взаємодію. Приводяться дані впливу різних параметрів (рН, часу контакту, температури, концентрації адсорбату, дози адсорбенту) на ефективність адсорбції. Результати аналізу свідчать, що адсорбційна поведінка сильно залежить від рН розчину, температури та початкової концентрації забруднювача. Описано структурні властивості фармацевтичних препаратів, а саме існування їх у катіонній, аніонній та цвітеріонній формах в залежності від рН середовища. Такі дисоційовані форми проявляють різні хімічні властивості, а тому і механізми адсорбції будуть відрізнятися в залежності від рН розчину. Наприклад, левофлоксацин у катіонній формі існує при рН < 5, а в аніонній формі при рН > 8,5. Він може бути адсорбований негативно зарядженим адсорбентом через депротонування карбоксильних груп або позитивно зарядженим адсорбентом через протонування аміногрупи. Магнітні наночастинки мають хороший потенціал видалення фармацевтичних препаратів з водних середовищ з максимальною адсорбційною здатністю понад 100 мг/г.