**Синтез и модификация наночастиц магнетита кремниевой кислотой, аминогруппами и карбоксильными группами для ковалентной иммобилизации антител к фолиевой кислоте**

***Золотова М.О.,1 Знойко С.Л. 2, Синолиц А.В.2***

*Студент, 1 курс магистратуры*

*1Московский инженерно-физический институт (МИФИ), Инженерно-физический институт биомедицины, Москва, Россия*

*2Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, Россия*

*E-mail:* [*zolotovamaria333@gmail.com*](mailto:zolotovamaria333@gmail.com)

Наночастицы магнетита могут быть использованы при разработке тест-систем[1], рассматриваются для терапии онкологических заболеваний [2]. Экспресс-определение фолиевой кислоты в малых концентрациях затруднено и может быть реализовано на основе тест-систем на основе наночастиц магнетита. Для ковалентного связывания наночастиц магнетита с биологически активными веществами поверхность наночастиц необходимо модифицировать. В связи с уходом с рынка компаний, поставляющих наночастицы магнетита, появилась задача импортозамещения магнитных наночастиц.

В данной работе синтезировали наночастицы магнетита посредством щелочного гидролиза FeCl2 и FeCl3 в отсутствии сильных внешних магнитных полей. Синтез проводили в атмосфере инертного газа для предотвращения окисления магнетита. Водную суспензию наночастиц магнетита стабилизировали цитратом натрия. Наночастицы магнетита, функционализированные силанольными и аминогруппами, получали посредством гидролиза производных силана, соответственно, тетраэтоксисилана и 3-аминопропилтриэтоксисилана. Аминированные наночастицы магнетита модифицировали карбоксильными группами посредством ацилирования аминогруппы янтарным ангидридом. Карбоксилированные наночастицы магнетита связывали с антителами к фолиевой кислоте с применением молекулы-линкера 1-этил-3-(3-диметиламинопропил)карбодиимида (EDC). Связывание наночастиц с антителами к фолиевой кислоте проверяли в методе иммунохроматографического анализа.

Полученные наночастицы являются наночастицами магнетита и обладают заметными парамагнитными свойствами, которые измеряли с помощью магнитометра. Водная суспензия немодифицированных наночастиц неустойчива и содержит преимущественно агломераты наночастиц с широким распределением по размерам и нейтральным зарядом поверхности. Модификация наночастиц магнетита цитрат-ионами приводит к стабилизации суспензии и уменьшению гидродинамического размера агломератов частиц, цитратстабилизированные комплексы при этом заряжены отрицательно. Функционализация цитратстабилизрованных наночастиц магнетита силанольными группами приводит к уменьшению модуля ζ-потенциала с сохранением знака и небольшому увеличению размера частиц, а функционализация аминогруппами приводит к смене заряда поверхности на положительный. Карбоксилирование аминированных наночастиц магнетита привело к перезарядке поверхности частиц до отрицательного заряда, что может указывать на наличие карбоксильных групп на поверхности наночастиц. Карбоксилированные наночастицы способны связываться с антителами к фолиевой кислоте. Подробности обсуждаются в докладе.

**Литература**

1. Shipunova V.O., Nikitin M.P., Nikitin P.I., Deyev S.M. MPQ-cytometry: A magnetism-based method for quantification of nanoparticle-cell interactions // Nanoscale. Royal Society of Chemistry, 2016. Vol. 8, № 25. P. 12764–12772.

2. Seo Y., Ghazanfari L., Master A., Vishwasrao H.M., Wan X., Sokolsky-Papkov M., Kabanov A. V. Poly(2-oxazoline)-magnetite NanoFerrogels: Magnetic field responsive theranostic platform for cancer drug delivery and imaging // Nanomedicine Nanotechnology, Biol. Med. 2022. Vol. 39. P. 102459.