

сделать вывод, что при заданных условиях система стабильна и высвобождение доксорубицина наблюдается в минимальных количествах.

Список литературы

1. Chomoucka J., Drbohlavova J., Huska D., Adam V., Kizek R., Hubalek J. // *Pharmacological Research*, 2010.– V.62.– №2.– P.144–149.
2. Arruebo M., Fernández-Pacheco R., Ibarra M. R., Santamaría J. // *Nano Today*, 2007.– V.2.– №3.– P.22–32.
3. Alphantery E. // *Journal of Cancer*, 2014.– V.5.– №6.– P.472–479.

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ БИОКОНЬЮГАТОВ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА

К.А. Галдецкая¹, Е.П. Христунова¹
Научный руководитель – к.х.н., доцент Е.В. Дорожко¹

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, aleksandrg71@mail.ru

Современная медицина предъявляет все более возрастающие требования к разработке высокоточных методов для быстрой и своевременной диагностики вирусных и онкологических заболеваний, созданию средств профилактики, их минимизации или предотвращения.

Применение наноматериалов открывает принципиально новые возможности в данной сфере.

Огромным потенциалом для биомедицинских применений обладают наночастицы серебра (НЧ). Благодаря своим исключительным свойствам и небольшим размерам они особенно полезны для разработки иммуносенсоров.

Целью настоящей работы является изучение возможности синтеза наночастиц серебра в качестве прямой сигналообразующей метки для электрохимического определения антител к вирусу клещевого энцефалита.

В рамках работы реализуется подбор метода синтеза НЧ серебра, выбор реагента как для стабилизации, так и для «сшивки» их с биологическими молекулами (на примере антител класса Ig G).

В качестве исходных веществ для синтеза наночастиц использовались растворы нитрата серебра (AgNO_3) и боргидрида натрия (NaBH_4).

Был опробован синтез наночастиц серебра по следующей схеме. В предварительно охлажденный раствор NaBH_4 ($C=0,002 \text{ M}$; $V=15 \text{ мл}$) по каплям добавляли раствор AgNO_3 ($C=0,001 \text{ M}$; $V=5 \text{ мл}$). Реакционную смесь интенсивно перемешивали на магнитной мешалке. В результате

получался ярко-желтый раствор коллоидного серебра. Экспериментально была подтверждена возможность стабилизации полученных наночастиц веществами: бычьим сывороточным альбумином (БСА) и цистамином. В первом случае стабилизацию проводили выдерживанием полученных НЧ в 1% растворе БСА. Отмечено, что такие наночастицы устойчивы к воздействию на них агрессивных сред: гидроксида натрия и азотной кислоты (в концентрациях от до 0,0001 до 0,001 M) и стабильны в течение 30 суток.

В качестве альтернативы был опробован метод прямого синтеза НЧ с одновременной их стабилизацией цистамином гидрохлоридом. За основу был взят метод, опубликованный в работе [1], однако было изменено содержание восстановителя – боргидрида натрия. Наночастицы синтезировали восстановлением нитрата серебра ($C=0,5 \text{ M}$; $V=500 \text{ мкл}$) в присутствии цистамина гидрохлорида ($C=0,5 \text{ M}$; $V=500 \text{ мкл}$).

В качестве реакционной среды использовали диметилформамид (ДМФА). Водные растворы цистамина гидрохлорида и AgNO_3 последовательно добавляли к 20 мл ДМФА при перемешивании на ледяной бане. Затем в реакционную смесь по каплям вводили раствор NaBH_4 ($C=0,21 \text{ M}$; $V=170 \text{ мкл}$). НЧ серебра, полученные данным способом, нестабильны.

Таким образом, в качестве стабилизатора НЧ серебра был выбран бычий сывороточный альбумин. В дальнейших исследованиях планируется ковалентно «сшить» НЧ серебра, стабилизированные БСА, с антителами класса Ig G.

Список литературы

1. Jose M. Oliva et al., *Solvent assisted in situ synthesis of cysteamine-capped silver nanoparticles // Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology, 2018.– Vol.9.– P.9.*
2. Hongfang Zhang et al., *An ultrasensitive electrochemical immunosensor for the detection of human immunoglobulin G-based on Ag@BSA microspheres // Royal society of chemistry, 2015.– Vol.6.– P.6.*
3. Kholoud M.M. et al., *Synthesis and applications of silver nanoparticles // Arabian Journal of Chemistry, 2010.– Vol.3.– P.135–140.*

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ СКАФФОЛДОВ ИЗ ПОЛИМОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ С МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Р.О. Гуляев, С.И. Горнинский, К.С. Станкевич, В.В. Лисина
 Научные руководители – д.х.н, профессор В.Д. Филимонов;
 к.ф.-м.н, доцент С.И. Твердохлебов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, gulliaev.g2016@yandex.ru

Полимолекулярная кислота (ПМК) является биодegradуемым полимером широкого спектра применения в современной медицине [1]. Благодаря таким свойствам, как биоразлагаемость и биосовместимость, материалы из ПМК широко используются в производстве таких биомедицинских изделий, как катетеры, коронарные стенты и имплантаты [2]. Однако ряд осложнений возникает из-за химической инертности, высокой гидрофобности и низкой резорбции материалов на основе ПМК [3]. Альтернативным вариантом повышения эффективности такого материала является внедрение в его структуру биополимеров, способствующих росту и дифференцировке клеток [4]. Преимуществами комбинирования ПМК с желатином являются повышение гидрофильности, биосовместимости и увеличение количества реакционно способных групп [5].

Целью настоящей работы является разработка и исследование свойств биодegradуемых скаффолдов из ПМК с поверхностью, модифицированной желатином.

Модифицирование скаффолда проводили с использованием ранее предложенной стратегии «растворитель/нерастворитель» [6, 7].

Полученные скаффолды обладали повышенной гидрофильностью (краевой угол смачивания водой 0° , по сравнению с контрольным образцом из чистой ПМК $128,9^\circ \pm 3,5^\circ$). Методом сканирующей электронной микроскопии было установлено, что нанесение желатина не приводит к изменению морфологии волокон, склейка и резка волокон не наблюдается, но увеличивает средний диаметр (от $3,95 \pm 0,24$ нм до $4,53 \pm 0,44$ нм). Согласно результатам гравиметрии, модифицирование скаффолдов с использованием разработанного метода позволяет наносить порядка 0,6 г желатина на 1 г скаффолда. Коэффициент набухания модифицированных скаффолдов в PBS в 3 раза больше, чем коэффициент набухания контрольного скаффолда, данное свойство позволит в дальнейшем внедрить лекарственные средства. Следствием иммобилизации желатина является уменьшение пористости на 10% по сравнению с контрольным образцом из чистой ПМК, что связано с увеличением диаметра волокон скаффолда в процессе модифицирования. На основании полученных данных были подобраны оптимальные условия модифицирования скаффолдов, концентрация раствора желатина составляет 0,005 мг/мл, при

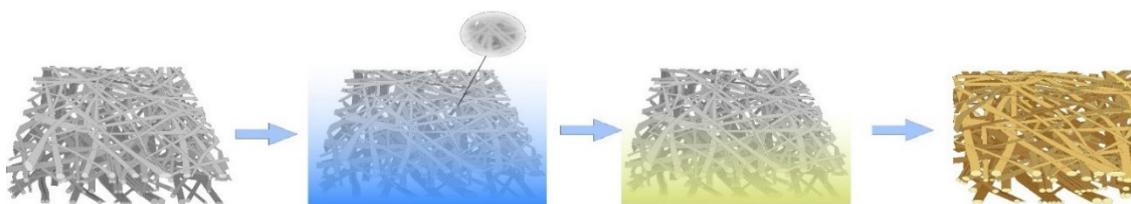


Рис. 1. Модифицирование скаффолда с использованием стратегии «растворитель/нерастворитель»