

новлено, что в области от 270 до 500 нм имеется полоса поглощения с максимумом при длине волны  $320 \pm 2$  нм.

Все этапы работы разработки методики определения нового противовоспалительного препарата «Индоментил» проводились на приборе капиллярный электрофорез «Капель-105М» (ООО «Люмэкс-Маркетинг, г. Санкт-Петербург»). Сам анализ проводился при заданных условиях: положительная полярность источника напряжения, капилляр внутренним диаметром 75 мкм, полная и эффективная длина капилляра 60 и 50 см, соответственно.

### Список литературы

1. Режим доступа [www.URL:http://artroz.lechenie-sustavy.ru/artroz/kak-borotsya-s-osteoartrrozom](http://artroz.lechenie-sustavy.ru/artroz/kak-borotsya-s-osteoartrrozom).
2. Режим доступа [www.URL:https://volynka.ru/Articles/Text/913](https://volynka.ru/Articles/Text/913).

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ НА ОСНОВЕ МОНОЦИТОВ И МАКРОФАГОВ

Н.А. Перекуча<sup>1</sup>, А.Г. Першина<sup>1,2</sup>, Т.Р. Низамов<sup>3</sup>, М.А. Абакумов<sup>3</sup>  
Научный руководитель – к.б.н., доцент А.Г. Першина

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30

<sup>2</sup>Сибирский государственный медицинский университет  
634050, Россия, г. Томск, Московский тракт 2 стр. 18

<sup>3</sup>Национальный исследовательский технологический университет  
119049, Россия, г. Москва, пр. Ленинский 4, n-perek@yandex.ru

В настоящее время ведущими методами борьбы с раком являются химиотерапия, хирургическое лечение и лучевая терапия. Однако не все виды опухолей могут быть прооперированы, а химиотерапевтическое и радиологическое лечение имеют серьезные побочные эффекты. В связи с этим, актуальной становится разработка систем адресной доставки терапевтических агентов в опухоль, что позволило бы снизить побочные токсические эффекты в отношении здоровых тканей и органов. Многообещающим подходом является разработка систем адресной доставки на основе аутологичных клеток. Учитывая способность моноцитов активно мигрировать в опухолевый очаг, была создана новая концепция использования их в качестве переносчиков наночастиц, предназначенных для терапии [1]. Так моноциты, нагруженные наночастицами, представляют собой своего рода «троянского коня», который способен проникать в недоступные зоны опухоли. Одним из пер-

На первом этапе разработки методики стояла задача подбора подходящего фонового раствора и длины волны, необходимой при детектировании ИМЛ методом капиллярного электрофореза. В качестве фоновых растворов в работе были выбраны: стандарт-титры с рН 6,86 и 9,18, фосфатный буфер с рН 4,8, 0,01 М соляная кислота и 0,01 М гидроксид натрия. Ввиду большей интенсивности полосы поглощения при длине волны  $326 \pm 2$  нм в качестве фонового электролита в дальнейших исследованиях методом капиллярного электрофореза предложено использовать богатый буферный раствор с рН 9,18.

спективных типов терапевтических наночастиц являются магнитные наночастицы [2].

Целью настоящей работы было определить оптимальные условия инкубации мононуклеарных фагоцитов с магнитными наночастицами  $Fe_3O_4$  *in vitro*, для их эффективного захвата при условии сохранения жизнеспособности клеток.

В эксперименте использовали флуоресцентно меченные наночастицы оксида железа со средним диаметром магнитного ядра  $\sim 10$  (10СР) и  $\sim 20$  нм (20СР), полученные методом термического разложения из ацетилацетоната железа. Исследования выполнены на клеточной линии макрофагов мыши RAW264.7 и первичной культуре моноцитов. Моноциты выделяли из периферической крови 12 здоровых доноров методом двухступенчатого центрифугирования с использованием градиента плотности фиколла (1,077 г/мл) и перколла (1,064 и 1,032 г/мл). Идентификацию клеточной популяции проводили с помощью проточной цитометрии с ис-

пользованием флуоресцентно меченых антител CD14-PE (BD Biosciences, США). Клетки инкубировали с наночастицами в концентрациях 12,5–100 мкг/мл в течение 1–24 часов в культуральном 24-луночном планшете или в пробирках типа эппендорф на ротаторе при 37 °С. Оценка захвата наночастиц выполнена методом проточной цитометрии. Анализ жизнеспособности осуществляли с использованием интеркалирующих красителей 7-aad и Sytox Green.

В результате инкубации наночастиц Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> со средним диаметром 10 и 20 нм при различных режимах с клетками линии RAW264.7 показано, что наночастицы 10СР захватывались клетками чуть более эффективно, однако для обоих исследуемых наноматериалов при концентрации наночастиц в среде 50 мкг/мл и инкубации 1 час не менее 95 % клеток содержали наночастицы. Инкубация с клетками RAW264.7 на ротаторе по сравнению с инкубацией на плашке позволила увеличить эффективность поглощения наночастиц от 96 до 99 % и от 95 до 97 % для наночастиц 10СР и 20СР, соответственно. Увеличение времени инкубации не приводило к росту эффективности поглощения наночастиц. По данным цитофлуориметрического анализа с использо-

ванием проникающего красителя установлено, что наночастицы не оказывали токсического действия на клетки линии RAW264.7. При инкубации наночастиц в концентрации 50 мкг/мл с моноцитами периферической крови человека в течение 1 часа в планшете установлено, что 11 % клеток поглотили наночастицы. При увеличении времени инкубации до 24 часов, количество клеток, поглотивших наночастицы возрастало до 95 %, однако значительно увеличивалось число погибших клеток: до 25, 39 и 41 %, для контрольной группы, 10СР и 20СР, соответственно. После инкубации моноцитов с наночастицами в течение 1 часа на ротаторе эффективность поглощения составила более 80 % для обоих типов тестируемых наноматериалов, при этом клетки сохраняли свою жизнеспособность.

В результате были подобраны оптимальные параметры режима инкубации магнитных наночастиц оксида железа с моноцитами периферической крови человека и макрофагами мыши RAW264.7, обеспечивающие эффективную загрузку наночастиц в клетки с сохранением их жизнеспособности – 1 час на ротаторе при 37 °С в концентрации 50 мкг/мл.

### Список литературы

1. Timin A.S. et al. *Cell-Based Drug Delivery and Use of Nano- and Microcarriers for Cell Functionalization // Advanced healthcare materials, 2018.– Vol.7.– №3.– P.1700818.*
2. Silva A.C. et al. *Application of hyperthermia induced by superparamagnetic iron oxide nanoparticles in glioma treatment // International journal of nanomedicine, 2011.– Vol.6.– P.591.*

## ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭКСТРАКЦИИ НА ВЫХОД И ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИГИДРОКСИАЛКАНОАТОВ, СИНТЕЗИРУЕМЫХ БАКТЕРИЯМИ *Cupriavidus eutrophus*

О.Д. Петровская, О.Д. Петровская  
Научный руководитель – к.т.н., доцент С.В. Барановский

Сибирский Федеральный университет  
660041, Россия, г. Красноярск, пр. Свободный 79,  
olga.petrovskaya.96@mail.ru, oksana.petrovskaya.96@mail.ru, birusaterel@mail.ru

**Введение.** Полигидроксиалканоаты (ПГА) представляют собой группу универсальных сложных полиэфиров, продуцируемых многими микроорганизмами в качестве внутриклеточных соединений углерода и соединений для хранения энергии при несбалансированном состоя-

нии роста. Экстракция полимера из биомассы является одной из основных технологических стадий процесса получения биоразрушаемых пластиков. Целью данной работы являлось исследование влияния основных технологических параметров экстракции этанолом (температу-