

**Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической
сфере**

Казанский физико-технический институт им. Е.К.Завойского

Министерство образования и науки Республики Татарстан

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Академия наук Республики Татарстан

Казанский научный центр РАН

**КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
“Молодежь и инновации Татарстана”**

17-18 ноября 2016 года

сборник материалов

Казань - 2016

УДК 544 (047.3)
ББК 24.3
К 65

Конференция организована при поддержке дирекции КФТИ КазНЦ
РАН

Печатается в авторской редакции
Технический редактор: И.В. Яцык

К 65 Конференция молодых ученых «Молодежь и инновации Татарстана», КФТИ КазНЦ РАН, 17-18 ноября 2016 года. // Сборник материалов конференции. – Казань: 2016. – 101 с.

В данном сборнике содержатся материалы, представленные на конференцию молодых ученых «Молодежь и инновации Татарстана», проходившую 17-18 октября 2016 года. Тематика публикуемых работ охватывает широкий круг научных и прикладных проблем, которые исследуются в республике Татарстан.

Адресуется специалистам в области физики конденсированных состояний, радиоспектроскопии, молекулярной фотохимии, оптики кристаллов, медикам и биологам, а также аспирантам, магистрантам и студентам естественно - научных специальностей университетов.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ:

Салихов К.М., академик РАН

Самарцев В.В., академик РАЕН

Гусев С.Н., начальник отдела науки и инновационной деятельности
Министерства образования и науки
Республики Татарстан, к.э.н.

Баскевич П.П., региональный представитель Фонда содействия
развитию малых форм предприятий в научно-
технической сфере, к.т.н.

Арсланов В.А., начальник научно-инновационного
отдела АН РТ, к.т.н.

Савва А.В., начальник отдела развития инновационной
деятельности Инвестиционно-венчурного фонда РТ

Воробьев Ю.Н., начальник отдела трансфера и коммерциализации
технологий

Фаттахов Я.В., к.ф.-м.н.

Воронкова В.К., д.ф.-м.н.

Шапошникова Т.С., к.ф.-м.н.

Яцык И.В., к.ф.-м.н.

ББК 24.3
© Авторы, 2016

Содержание

1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 5

Д. О. Акатьев Разработка метода высокоскоростной стабилизации спектральных характеристик однофотонного источника, основанного на спонтанных параметрических процессах 7

В. В. Назаров Разработка автоматизированного комплекса удалённого мониторинга и управления теплицей 11

Л. И. Сафина Восстановление линейной регрессии для прогнозирования электронагрузки на примере республики татарстан 14

Д. А. Турайханов Разработка способа генерации однофотонных состояний с орбитальным угловым моментом 18

2. МЕДИЦИНА БУДУЩЕГО 23

Э. Р. Ахметзянова Разработка способа модификации клеток микроглии для стимуляции нейрорегенерации 25

Д. Р. Бакирова Влияние этанола на структуру и вязкость адсорбированного фибрина 27

Л. Р. Галиева Реализация исследования по поиску новых терапевтических мишеней и биомаркеров при нейротравмах 31

Я. А. Литвин Создание плазмидной днк для генной терапии, экспрессирующей видоспецифичные для лошади факторы VEGF164 и FGF2 33

М. Л. Небайкина Разработка метода оценки контаминации медицинских катетеров и имплантатов с помощью атомно-силовой микроскопии 35

А. С. Омеляненко Разработка метода беспроводной электрокардиостимуляции 37

А. Г. Хасанов Направленное влияние на структуру карбамидоформальдегидных олигомеров на основе КФК-85 39

А. Ф. Хасанова Влияние вида упаковочных материалов на сроки хранения мясных продуктов 43

3. СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИХ СОЗДАНИЯ 45

А. Е. Бардасова ЭПР исследование агрегации медь порфирина 47

Р. Р. Богданов Гидроизоляция плоских кровель модифицированным самоуплотняющимся бетоном, как способ повышения эксплуатационной надежности зданий 52

И. И. Гимазов <i>Исследование влияния сверхпроводящих флуктуаций на состояние $Bi_2Sr_2Ca_{1-x}Y_xCu_2O_{8+\delta}$ вблизи критической температуры</i>	56
Р. В. Зиатдинова <i>Получение новых сорбционных материалов на основе силикатно-макроциклических кластерных структур для экспресс-анализа воды</i>	58
Р. Ф. Камалиева <i>Образование комплекса между гидрохлорид полиаллиламином и нуклеиновыми кислотами</i>	60
С. В. Прохорова <i>Влияние температуры на сорбционные свойства модифицированного листового опада по отношению к нефти</i>	62
Р. Р. Фатыхов <i>Разработка электродных материалов для литий - ионных аккумуляторов с улучшенными удельными характеристиками</i>	66
Е. В. Харитонов <i>Разработка энергосберегающих реагентов с наноконпонентами комплексного вязкостно-противотурбулентного действия для транспортировки тяжелых нефтей и нефтяных эмульсий</i>	68
4. НОВЫЕ ПРИБОРЫ И АППАРАТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ	73
В. Е. Хундиряков <i>Разработка радиочастотного приёмного датчика повышенной чувствительности</i>	75
5. БИОТЕХНОЛОГИИ	79
А. И. Вафина <i>Использование новых молочнокислых бактерий для дальнейшего применения в производстве маложирного йогурта</i>	81
С. Р. Галлямова <i>Исследование свойств углеводородокисляющих микроорганизмов с целью разработки методов очистки почвы от токсикантов</i>	85
Д. В. Ежков <i>Перспективность изготовления и разработка технологии применения высокоэффективной кормовой добавки на основе наноструктурного фосфорита</i>	87
Д. В. Ежкова <i>Разработка органо-минеральной кормовой добавки наноструктурный сапрпель для повышения эффективности птицеводства</i>	91
И. Р. Ишмухаметов <i>Сравнительный анализ цитотоксического эффекта минерала галлуазита на 2D и 3D культуры клеток млекопитающих</i>	95
Л. Р. Самигулина <i>Использование функциональных добавок при производстве пищевой продукции</i>	97
Ю. В. Чередниченко <i>Перспективы использования перевязочного материала пролонгированного действия для лечения инфицированных и склонных к инфицированию ран</i>	99

1. Информационные технологии

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОДНОФОТОННОГО ИСТОЧНИКА, ОСНОВАННОГО НА СПОНТАННЫХ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Акатьев Д.О., Калачев А.А.

*Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского КазНЦ
РАН, 420029, Казань, ул. Сибирский тракт, д. 10/7
e-mail: akatevdmirij@gmail.com*

1. ВВЕДЕНИЕ

Явление спонтанного параметрического рассеяния (СПР) света в нелинейных кристаллах широко используется в современной квантовой оптике для проведения экспериментов по различным направлениям квантовой информатики, таким как квантовые вычисления, квантовая криптография и квантовая метрология [1, 2]. Отличительными особенностями СПР являются широкий непрерывный спектр, не связанный непосредственно с собственными частотами вещества, и двухфотонный характер излучения. Эти особенности позволяют использовать СПР для генерации различных неклассических состояний света, в частности – однофотонных состояний, используемых в качестве носителей информации в оптических квантовых компьютерах и квантовых сетях связи. При этом требуется высокая чистота генерируемых состояний, что подразумевает, в частности, высокую стабильность источника по длине волны. Кроме того, точная настройка по длине волны требуется и для реализации эффективного взаимодействия генерируемых однофотонных импульсов с атомами. Традиционным способом перестройки и стабилизации источника по частоте является изменение температуры нелинейной среды, в которой происходит параметрическое рассеяние света (см., например, работы [3, 4]). В работе [5] было показано, что изменение температуры в пределах от 20 до 180 °С приводит к смещению спектра более чем на 25 нм. Данный метод позволяет перестраиваться в достаточно широком спектральном диапазоне, но обладает большой инертностью, так как приходится ждать от нескольких секунд до нескольких минут, чтобы получить необходимую стабильную длину волны. Прикладывая электрическое поле к нелинейной среде, мы можем манипулировать спектром с гораздо более высокой скоростью, ограничиваясь только временем изменения напряженности поля, прикладываемого к нелинейной среде. Кроме того, в некоторых случаях эффективность

СПР существенным образом зависит от температуры [6, 7], имея максимальное значение при оптимальной температуре и быстро спадая при отклонении от оптимальной температуры в пределах 10-30 градусов. В этом случае перестройка по длине волны с помощью изменения температуры возможна только в пределах нескольких градусов. С этой точки зрения представляет интерес разработка альтернативного подхода, использующего для высокоскоростной частотной перестройки и стабилизации электрооптический эффект.

2. УПРАВЛЕНИЕ СПЕКТРОМ СПОНТАННОГО ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА

Управление спектром СПР возможно за счёт изменения показателей преломления нелинейного кристалла с помощью внешнего электрического поля. В работах [8, 9] было показано, что за счёт приложения неоднородного поля к кристаллу можно не только уширить спектр, но также создать дополнительные условия генерации, которые не свойственны кристаллу без электрического поля. В данной работе будет рассмотрен случай, когда к анизотропной среде будет прикладываться однородное электрическое поле. Таким образом, используя электрооптический эффект мы можем манипулировать показателями преломления среды, соответственно, управлять волновыми векторами волн накачки, сигнального и холостого поля, следовательно, влиять на спектральные характеристики источника одиночных фотон, так как частотно-угловой спектр СПР, главным образом, зависит от расстройки волновых векторов [10].

Для определения спектральных свойств СПР, необходимо знать вектор состояния параметрического рассеяния света [10]:

$$|\Psi\rangle = |0\rangle + \iint dv_i dv_s F(v_i, v_s) |v_i\rangle |v_s\rangle, \quad (1)$$

где $F(v_i, v_s)$ - спектральная амплитуда бифотона, которая определяет пространственные и спектральные характеристики. В случае коллинеарно режима СПР, амплитуда бифотона определяется следующим образом:

$$|F(v_i, v_s)|^2 \propto |\text{sinc}(L\Delta k)|^2 \quad (2)$$

где $\Delta k = k_p - k_i - k_s$; k_p , k_i , k_s - волновые вектора накачки, сигнального и холостого фотонов, соответственно. В работе [11] было показано, что прикладывая электрическое поле к кристаллооптической оси z , происходят следующие изменения показателей преломления нелинейной среды:

$$n_i' = \left(\frac{1}{n_i^2} + 2r_{i3}E_z \right)^{-1/2}, \quad \text{где } i = 1, 2, 3(x, y, z), \quad (3)$$

n_i - показатель преломления в отсутствии электрического поля, r_{i3} - линейные электрооптический коэффициенты. Тогда волновые вектора фотонов будут определяться:

$$k_i(E_z) = \frac{2\pi n_i'}{\lambda_i} \quad (4)$$

Численное моделирование сдвига производилось для кристалла титанил-фосфат калия KTiOPO_4 (КТР):

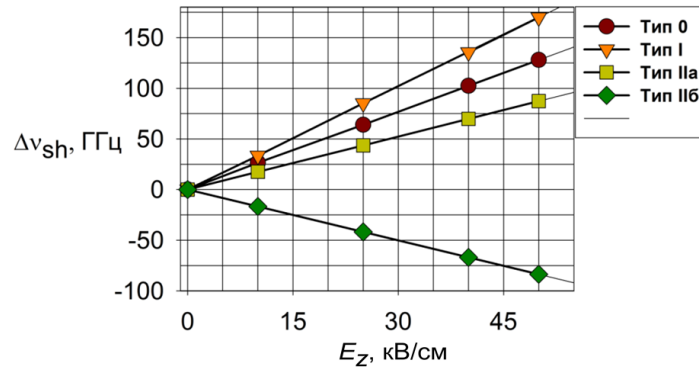


Рис. 1. Сдвиг спектра холостых фотонов $\Delta\nu_{sh} = \nu_i(E_z) - \nu_i(0)$ как функция внешнего электрического поля для различных типов синхронизма противонаправленного режима СПР.

Результаты численного моделирования показывают, что сдвиг спектра спонтанного параметрического рассеяния является линейным относительно амплитуды внешнего электрического поля, причем наибольшая чувствительность к внешнему электрическому полю ($\Delta\nu_{sh} \approx 1,7$ МГц/(В/см)) достигается в случае синхронизма типа I. Таким образом, изменение амплитуды внешнего поля в пределах ± 100 В/см обеспечивает перестройку частоты испускаемых фотонов в диапазоне 340 МГц. Этого вполне достаточно для стабилизации однофотонного источника при отсутствии соответствующей стабилизации лазера накачки.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Произведен расчёт зависимости спектра СПР в нелинейном кристалле с периодической доменной структурой от величины внешнего однородного электрического поля. Рассмотрены варианты противонаправленного режима СПР в периодически модулированном кристалле КТР и определён тип синхронизма, обладающий наибольшей чувствительностью к внешнему полю. Данные результаты могут быть использованы для частотной перестройки и стабилизации однофотонных источников на основе СПР.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] C.J. Chunnillall, I.P. Degiovanni, S. Kück, I. Müller, A.G. Sinclair, *Optical Engineering* 53(8) (2014) 081910-081910.
- [2] S. Takeuchi, *Japanese Journal of Applied Physics* 53(3) (2014) 030101.
- [3] H. Hübel, D.R. Hamel, A. Fedrizzi, S. Ramelow, K.J. Resch, T.Jennewein, *Nature* 466(7306) (2010) 601-603.
- [4] J.S. Pelc, L. Ma, C.R. Phillips, Q. Zhang, C. Langrock, O. Slattery, M.M. Fejer, *Optics express* 19(22) (2011) 21445-21456.
- [5] A. Fedrizzi, T. Herbst, A. Poppe, T. Jennewein, A. Zeilinger, *Optics Express* 15(23) (2007) 15377-15386.
- [6] B.S. Shi, F.Y. Wang, C. Zhai, G.C. Guo, *Optics Communications* 281(12) (2008) 3390-3394.
- [7] Y.K. Jiang, A. Tomita, *Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics* 40(2) (2007) 437.
- [8] К.Г. Катамадзе, А.В. Патерова, Е.Г. Якимова, К.А. Балыгин, С.П. Кулик, *Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики* 94(4) 2011 284-288.
- [9] К.Г. Катамадзе, С.П. Кулик, *Журнал экспериментальной и теоретической физики* 138(1) (2011) 26–35.
- [10] M.H. Rubin, D.N. Klyshko, Y.H. Shih, A.V. Sergienko, *Physical Review A* 50(6) (1994) 5122.
- [11] Д.О. Акатьев, А.А. Калачев, *Компьютерная оптика* 40(1) (2016) 26-31.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА УДАЛЁННОГО МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛИЦЕЙ

В. В. Назаров, М. В. Волостнов, А. Р. Сагутдинов

*Чистопольский филиал Казанского национального исследовательского
технического университета им. А. Н. Туполева-КАИ*
e-mail: www.vladyan.ru@gmail.com

В настоящее время, когда информационные технологии развиваются с высокой скоростью, происходит внедрение автоматизации различных процессов и действий как в бытовой сфере, так и производственной. Сельское хозяйство и садоводство также нуждается в модернизации, поэтому разрабатываются различные комплексы и системы для увеличения объемов выращиваемой продукции, её более удобного ухода и т.д.

Тема проекта – это программно-аппаратный комплекс для удаленного автоматизированного мониторинга и управления теплицей.

Разрабатываемая система мониторинга и управления микроклиматом теплицы позволит пользователю, удаленно следить за состоянием таких важных показателей, как влажность воздуха и почвы, температурой воздуха, насыщенностью CO₂ и освещенностью. Но одним из самых главных достоинств системы это управление микроклиматом в теплице. Влиять на все вышеперечисленные показатели пользователь будет удаленно, что позволит экономить его время.

При достижении изначально заданных в программе показателей, либо при вмешательстве пользователя система может выполнять в теплице следующие действия:

- 1) Открывать и закрывать окна и двери, для проветривания.
- 2) Управлять поливом.
- 3) Менять температуру путем подключения отопительных элементов.
- 4) Управлять освещением [1].

Для изготовления системы, реализующей вышеописанные действия, проанализировав рынок, были выбраны следующие компоненты:

- 1) Датчики температуры.
- 2) Датчики влажности воздуха и земли.
- 3) GSM модуль.
- 4) Датчик движения.
- 5) Датчик освещенности.
- 6) Камера.
- 7) Микроконтроллер Arduino Mega.

- 8) Микроконтроллер Arduino Uno.
- 9) Соединительные провода.
- 10) Сервоприводы [2].

Кроме того, для хранения и обработки всей информации было принято решение арендовать VPS сервер с выделенной линией Internet.

Работа системы мониторинга выглядит следующим образом. Датчики в режиме On-line считывают показатели влажности, температуры, CO₂, и т.д. и по линии передачи транслируют их на микроконтроллер. Далее, по GSM (Loga) модулю данные поступают на выделенный сервер по протоколу, и они записываются в базу данных MySQL, где разбиваются по группам и выводятся в панель пользователя в виде графиков и цифровых значений. Пользователь может посмотреть значения за любой записанный в базу данных период.

Процесс мониторинга за показаниями будет осуществляться с помощью микроконтроллера Arduino Uno. А процесс управления системой будет осуществляется микроконтроллером Arduino Mega, после записи на микроконтроллер управляющей программы. При попадании показателей на плату, происходит их анализ и программы делает выводы по принятию дальнейших решений.

При достижении температуры ниже критического значения (критические значения задаются при написании программы управления и разные для определенных видов выращиваемых культур) поступает команда на включение отопления и закрытия окон, в случае, если они были открыты. Если температура выше заданной, то происходит процесс её понижения, путём открытия окон и включения вентиляторов для проветривания теплицы.

Если влажность воздуха превышает норму, то происходит проветривание помещения, путем включения вентиляторов, открытия окон и т.д. При недостаточной влажности включается система полива. Программой предусмотрены различные особенности для выращивания растений. Например, при выращивании клубники, в скетч изначально заложены показатели, которые благоприятствуют росту данной культуры в определенные периоды её развития.

Кроме усредненных значений по росту растения пользователь может сам следить за ростом своего урожая через онлайн камеру, входящую в систему, и изменять микроклимат в своей теплице.

Также системой предусмотрены различные особенности, такие как: тепловая инерция; влажность окружающей среды вне теплицы (наличие дождя) и т.д. для обеспечения наилучших условий для роста урожая.

При установке автоматизированной системы пользователь в панели управления сам может выбрать вид культуры, которую он выращивает, и в скетче программы изменятся значения показателей благоприятного микроклимата для роста данной культуры.

Таким образом, в результате реализации получится система, способная удаленно и автоматизировано выращивать ваш урожай, также, если это необходимо, возможны вмешательства пользователя, т.к. бывают отклонения от усредненных значений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] У. Соммер, Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino, Издательство БХВ-Петербург, Санкт-Петербург (2016).
- [2] Ю. Ревич, Занимательная электроника, Издательство БХВ-Петербург, Санкт-Петербург (2015).

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОНАГРУЗКИ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Л. И. Сафина

Институт вычислительной математики и информационных технологий Казанского Федерального университета
e-mail: liliasafina94@gmail.com

1. ВВЕДЕНИЕ

Прогнозирование нагрузки на электросети является актуальной задачей в промышленном мире. Прогноз с минимальной ошибкой позволяет предсказать и предотвратить аварийные ситуации в сетях.

Использование информационных технологий для прогнозирования позволяет получить более точные результаты и сократить некоторый объем расходов компаний-поставщиков электроэнергии.

Для прогнозирования наиболее целесообразным и логичным является построение функции, которая зависит от нескольких переменных и результатом которой является объем необходимой электроэнергии (то есть вещественное положительное число). В качестве переменных рассматриваются признаки, которые влияют на объем потраченной населением электроэнергии. Например, значение температуры, дня недели или значение часа и другие.

Другими словами, ставится задача восстановления регрессии. Самым простым видом такой функции является линейная функция. Следовательно, задача получает название восстановления линейной регрессией [1]. Поставленная задача относится к классу задач машинного обучения, где компьютер на большом объеме известных и точных данных обучается решать задачу на новых данных самостоятельно [2].

Для оценки работы обученной модели использовалась средняя относительная ошибка. Подбирая разные входные параметры, нам удалось получить результат, равный 3.98%, что считается результатом достаточно высокой точности.

Использование модели линейной регрессии показывает хороший результат, работает относительно быстрее других моделей. Модель логична, проста и удобна в использовании. При этом мы предполагаем, что результат можно улучшить, добавив новые параметры.

2. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Решение задачи прогнозирования электронагрузки является уникальной задачей для каждого населённого пункта, обладающего индивидуальными географическими, погодными, социальными и экономическими условиями.

Ранее нами решалась задача прогнозирования нагрузки на электросеть на примере Республики Татарстан, в том числе методом восстановления линейной регрессии.

Модель линейная регрессия представляет собой линейную функцию, которая зависит от нескольких переменных:

$$f(X: X=\{x_i, i=1..N\}) = a_1x_1+a_2x_2+\dots+a_nx_n,$$

где N – количество признаков у входного объекта X , x_i – значение входного признака (переменные функции), а a_i – коэффициент перед признаком (перед переменной). Восстановление линейной регрессии заключается в том, чтобы подобрать такие a_i , при которых результат функции будет стремиться к фактическому значению.

В качестве входных признаков рассматривались временные и погодные факторы: дата (день, месяц, год), день недели, текущий час, значение температуры.

Для обучения машины использовались данные 2010-2013 годов, тестировалась модель на данных 2014 года. Для оценки результата использовалась средняя относительная ошибка, которая равна средней арифметической относительных ошибок на всех тестах. Относительная ошибка на i -ом тесте находится по формуле:

$$(y_i-f(X_i))/y_i,$$

где y_i – фактическое значение электронагрузки, а $f(X_i)$ – значение функции при входных признаках, характеризующих X_i .

Линейная регрессия показала результат средней относительной ошибки на тестовых данных в 7.92%. К слову, средняя относительная ошибка, равная 5%, считается достаточно высоким результатом для такого рода задач.

Далее были добавлены такие признаки, как сезон и праздничные выходные дни. К признакам день недели, месяц, сезон был применён метод one-hot-encoding (применяется для категориальных признаков) [3]. Эти действия позволили улучшить результат до 7.42%. При этом использование добавленных признаков на других моделях машинного обучения либо ухудшает результат, либо не изменяет его.

На следующем этапе был добавлен ещё один признак – «активные часы», то есть такие часы, в которые используется больше электроэнергии. К таким часам были отнесены утреннее время с 6 до 9 и вечернее время с 18 до 23, так как именно в это время большая часть населения находится дома и использует больше электроэнергии. Такой признак улучшил результат до 7.34%.

После признак «активные часы» был поделён на «утренние активные часы» (с 6 до 9) с коэффициентом 1 и вечерние активные часы (с 18 до 23) с коэффициентом 2, что дало улучшение до 7.039%.

Вечерние «активные часы» получили свои коэффициенты. Другими словами, каждый час в промежутке с 18:00 до 0:00 обладал своим «коэффициентом активности», что улучшило результат до 6.48%.

Так как эксперимент с разделением часов на активные/неактивные с собственными коэффициентами давал улучшение результатов, было принято решение применить к признаку «час» метод one-hot-encoding.

Из-за увеличения числа признаков построение функции заняло больше времени, но это дало серьёзное улучшение результата до 4.076%. На основе таких результатов можно сделать вывод, что каждый час обладает своим «коэффициентом активности». В часы, когда электроэнергия почти не используется (например, ночью, так как речь идёт об одном субъекте РФ, часовые пояса не имеют значения), необходимо поставить минимальный коэффициент, а в утреннее или вечернее время, когда население активно использует электрические приборы, коэффициенты должны быть выше.

Далее проводились эксперименты с температурой. Так как электроэнергия активнее используется, когда либо очень жарко, либо очень холодно, было принято взять значение температуры по модулю, что не дало улучшений.

Но использование самого значения температуры воздуха и квадрата значения дало улучшение до 3.981%. Далее проводился эксперимент по использованию значения температуры, возведённое в другие чётные степени. Наилучший результат был получен при степени, равной 4, где средняя относительная ошибка составила 3.978%.

Таким образом, была построена функция, которая зависит от 52 переменных:

x_1 = номер дня в месяце (от 1 до 31),

x_2 - x_5 = сезон с использование метода one-hot-encoding (0 или 1),

x_6 - x_{17} = номер месяца с использование метода one-hot-encoding (0 или 1),

x_{18} = год (целое положительное число),

x_{19} - x_{42} = номер часа с использование метода one-hot-encoding (0 или 1),

x_{43} = значение температуры (вещественное число с 3 знаками после запятой),

x_{44} = значение температуры, возведённое в четвертую степень (неотрицательное вещественное число с 6 знаками после запятой),

x_{45} - x_{51} = номер дня в недели с использование метода one-hot-encoding (0 или 1),

x_{52} = праздничный выходной день (1 или 0).

Интересным выводом является тот факт, что добавление новых признаков для входного объекта не показывает улучшение результатов на других моделях машинного обучения (деревья решений, градиентный бустинг на деревьях решений, вероятностный лес) [4].

Для реализации восстановления линейной регрессии использовался язык программирования Python с библиотекой `scikit-learn`, который уже содержит реализацию такой модели машинного обучения, как линейная регрессия [5].

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прогнозирование нагрузки на электросети способом восстановления линейной регрессии показал хорошие результаты, что доказывает возможность применения искусственного интеллекта при решении практических задачах промышленного мира.

При этом важным этапом при решении задачи является процесс подбора необходимых признаков. Некоторые признаки были добавлены экспериментально, некоторые – из логических соображений. Ведь именно грамотно подобранные признаки и их правильная обработка давали улучшения результатов.

Постепенные изменения и добавления новых признаков позволили снизить значение ошибки с 7.92% до 3.98%, что показывает улучшение работы машины, обученной моделью линейная регрессия, почти в два раза.

Полученная средняя относительная ошибка, равная 3.978%, является отличным результатом для задачи прогнозирования. Поэтому полученная модель может иметь практическое применение в реальной жизни. При этом мы планируем дорабатывать систему, добавляя новые признаки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Seber, George AF, and Alan J. Lee. *Linear regression analysis* (2012)
- [2] К.В. Воронцов Машинное обучение //Курс лекций на сайте url: <http://www.machinelearning.ru> (2009)
- [3] А.Г. Дьяконов, *Методы решения задач классификации с категориальными признаками. Прикладная математика и информатика* (2014)
- [4] Л.И. Сафина, *Международная научно-техническая конференция «Информационные системы и технологии» ИСТ-2016, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОНАГРУЗКИ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН*, Нижний Новгород (2016)
- [5] Портал библиотеки `scikit-learn` url: <http://scikit-learn.org>

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ГЕНЕРАЦИИ ОДНОФОТОННЫХ СОСТОЯНИЙ С ОРБИТАЛЬНЫМ УГЛОВЫМ МОМЕНТОМ

Д.А. Турайханов¹

¹*Казанский физико-технический институт им. Е.К.Завойского*

(420029, г. Казань, ул. Сибирский тракт, 10/7)

e-mail: Tintur@gmail.com

1. ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия наряду с обычной секретной передачей информации все больше внимания уделяется передаче информации по квантовым каналам связи, где секретность обусловлена принципами квантовой физики. Наиболее подходящими квантовыми системами, используемыми для передачи квантового состояния на большие расстояния, являются фотоны. Они распространяются со скоростью света, позволяют кодировать информацию различными методами. Для генерации однофотонных состояний используют ослабление излучения импульсного лазера до такого уровня, когда среднее число фотонов в импульсе значительно меньше единицы. Но такой источник будет обладать пуассоновской статистикой и, как следствие, будет большой вероятностью многофотонных состояний. В современных системах квантовой криптографии принято использовать среднее число фотонов на уровне 0,1, т. е. когда в каждом десятом импульсе присутствует примерно один фотон. Неизбежное статистическое присутствие многофотонных компонент ограничивает секретность передаваемых данных. Поэтому наиболее перспективным методом генерации однофотонных состояний является процесс спонтанного параметрического рассеяния (СПР) света, при котором рассеянные фотоны образуются в виде спутанных пар, формируя так называемое бифотонное поле. В процессе СПР света нелинейная среда (кристалл) разделяет поступающие фотоны на пары, суммарные энергия и импульс которых равны энергии и импульсу входных фотонов. Преимущество СПР света, в том, что данный процесс обеспечивает создание оптических полей, содержащих (в хорошем приближении) один фотон, а также широкими возможностями по управлению спектром и временной формой приготавливаемых однофотонных состояний.

Среда, в которой распространяются квантовые состояния, представляет собой волоконно-оптические линии связи или атмосферные открытые линии связи. Стандартные волоконно-оптические линии связи изготавливаются из плавленого кварца и имеют минимальные потери на длинах волн 1,3 мкм и 1,55 мкм. Если каналом связи является открытое пространство, то минимальные потери

происходят на длине волны 0,8 мкм и в области 4-10 мкм. Именно на этих длинах волн генерируются оптические квантовые состояния в зависимости от типа линии связи. В таких системах информация кодируется либо на поляризационных степенях свободы фотона, либо на орбитальном угловом моменте фотонов.

2. СПОСОБ ГЕНЕРАЦИИ ОДНОФОТОННЫХ СОСТОЯНИЙ С ОРБИТАЛЬНЫМ УГЛОВЫМ МОМЕНТОМ

Световые пучки с орбитальным угловым моментом (ОУМ) являются в настоящее время предметом активных исследований. В отличие от спинового углового момента, который связан с поляризацией света, ОУМ возникает за счёт пространственного распределения интенсивности и фазы оптического поля. Перспективные применения ОУМ связаны с манипуляцией микрочастицами [1], повышением пропускной способности оптических каналов связи [2], повышением устойчивости квантовой связи через атмосферу [3] и рядом других приложений. Использование ОУМ открывает возможность многомерного кодирования информации, где различные значения l соответствуют различным возможным «буквам» сигнала, что позволяет передавать более чем 1 бит информации на 1 фотон. Кроме того, использование пучков с ОУМ может быть полезным для повышения устойчивости оптических каналов в турбулентной атмосфере. Однако, как правило, эти эффекты изучаются в случае слабой и средней турбулентности [4], в то время как сильная турбулентность является несколько более сложной задачей для исследования [5].

Передача информации с помощью различных состояний ОУМ не может быть осуществлена на основе волоконной связи, поскольку волоконные кабели пропускают лишь весьма ограниченный диапазон пространственных мод, а также перемешивают относительные фазы между ними. Однако такая передача информации возможна в свободном пространстве. Недавние эксперименты продемонстрировали выполнимость передачи информации с помощью ОУМ в свободном пространстве [6].

На рисунке 2 изображена схема установки, которую можно применить для кодирования информации на орбитальном угловом моменте фотонов с возможностью внедрения их в существующие квантовые каналы связи.

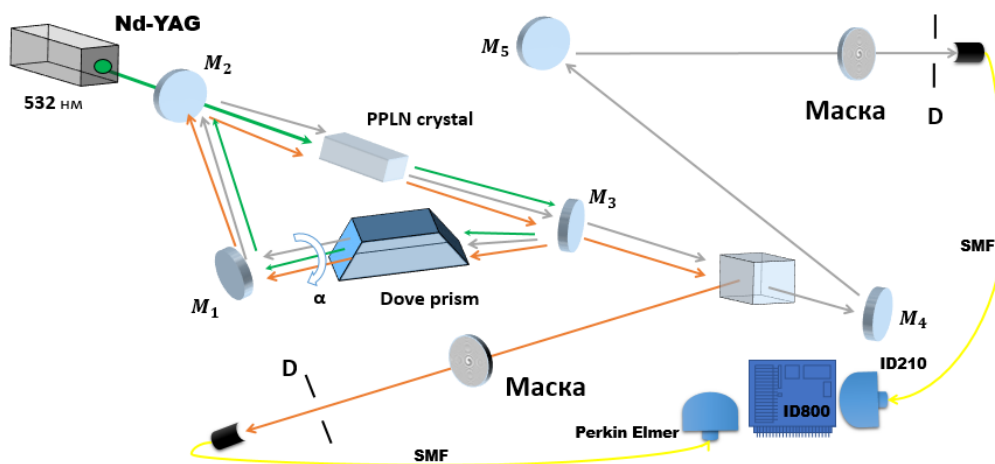


Рисунок 1. Экспериментальная схема установки для рождения пар фотонов с орбитальным угловым моментом в процессе СПР в резонаторе.

В качестве накачки можно использовать непрерывный неодимовый лазер на 532 нм., а в качестве нелинейного кристалла – кристалл LiNbO_3 с регулярной доменной структурой, в котором будут рождаться коррелированные пары фотонов в процессе СПР на длинах волн 810 нм и 1550 нм. При этом нелинейный кристалл помещается в резонатор, зеркала которого имеют высокой коэффициент отражения для одного из полей, скажем сигнального, и являются прозрачными для второго поля и поля накачки. Генерацию орбитального момента сигнальных фотонов можно реализовать в кольцевом резонаторе, состоящем из трёх зеркал: M_1 (плоское зеркало) и M_2 , M_3 (сферические зеркала) [7]. Такая геометрия резонатора в виде тупоугольного треугольника позволяет снизить влияние астигматизма зеркал M_2 , M_3 . Поворот поля вокруг оси пучка осуществляется посредством Дове призмы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Friese, M. E. J.; Enger, J; Rubinsztein-Dunlop, H; Heckenberg, NR "Optical angular-momentum transfer to trapped absorbing particles". *Phys. Rev.* (1996).
- [2] Gibson, G.; Courtial, Johannes; Padgett, Miles J. Vasnetsov, Mikhail Pas'Ko, Valeriy Barnett, Stephen M. Franke-Arnold, Sonja, "Free-space information transfer using light beams carrying orbital angular momentum". *Optics Express* (2004).
- [3] Malik, M., O'Sullivan, M., Rodenburg, B., Mirhosseini, M., Leach, J., Lavery, M., Padgett, M. and Boyd, R.: *Influence of atmospheric turbulence on optical communications using orbital angular momentum for encoding*. *Opt. Express*, vol. 20, pp. 13195–13200, 2012.

- [4] Andrews, L. and Phillips, R.: *Laser Beam Propagation through random media*. SPIE, Bellingham, WA, 1998.
- [5] Patterson, C.: *Atmospheric turbulence and orbital angular momentum of single photons for optical communication*. *Phys. Rev. Lett.*, vol. 94, p. 153901, 2005.
- [6] G. Gibson, J. Courtial, M. J. Padgett, M. Vasnetsov, V. Pas'ko, S. M. Barnett, and S. Franke-Arnold, *Opt. Express* 12, 5448 (2004)
- [7] Абрамочкин Е.Г., Волостников В.Г., *Современная оптика гауссовых пучков* (М.: Физматлит, 2010).

2. Медицина будущего

РАЗРАБОТКА СПОСОБА МОДИФИКАЦИИ КЛЕТОК МИКРОГЛИИ ДЛЯ СТИМУЛЯЦИИ НЕЙРОРЕГЕНЕРАЦИИ

Э.Р. Ахметзянова, М.Н. Журавлева, Л.Р. Галиева, Я.О. Мухамедшина

*К(П)ФУ, OpenLab Генные и клеточные технологии, ул. Парижской
коммуны, д.9*
elyaelya18@gmail.com

На сегодняшний день не разработаны эффективные способы регенерации травмированного спинного мозга. Относительно недавно пришло осознание того, что клетки микроглии могут представлять собой перспективную мишень для терапевтического воздействия. Данные клетки играют специфическую роль в определении прогрессирования и исхода всех заболеваний ЦНС. Клетки микроглии являются защитниками центральной нервной системы, однако при патологическом процессе они способствуют поддержанию воспаления и гибели нейронов. В то же время недавно был открыт M2 фенотип микроглии, характеризующийся противовоспалительным и нейропротективным эффектом. В связи с этим особенно важным представляется поиск способов модификации клеток микроглии в сторону нейропротекторного фенотипа, способствующего скорейшему разрешению посттравматических процессов. Очень актуальным представляется поиск способов модификации данных клеток с сохранением долговременного результата не только *in vitro*, но и *in vivo*, что и предполагается сделать в рамках нашего проекта.

Ранее нами был разработан протокол модификации клеток микроглии в сторону нейропротекторного фенотипа, способствующего процессу нейрорегенерации, что позволяет использовать эти клетки в терапевтических целях. В отличие от стволовых клеток, поведение клеток микроглии более предсказуемо, вероятность неконтролируемого деления или злокачественной трансформации минимальна. Это полностью дифференцированные клетки с известной ролью и доказанной функциональной активностью в процессе восстановления спинного мозга после травмы. На сегодняшний день не существует способов долговременной модификации клеток микроглии в строго определенный фенотип, который будет сохраняться *in vivo*. В ходе нашей работы предполагается поиск новых эффективных подходов к долговременной модификации клеток микроглии. Исследования эффективности разработанного генно-клеточного препарата в отношении посттравматической нейрорегенерации у животных с моделированной травмой спинного мозга способны внести вклад как в

практическую медицину, так и в выяснение фундаментальных основ нейрорегенерации.

Разрабатываемый нами подход к модификации клеток микроглии позволит получить принципиально новый клеточный препарат, не имеющий аналогов в мире. Существующие на сегодняшний день методы лечения травматических повреждений спинного мозга не достаточно эффективны и редко приводят к выраженному положительному результату и восстановлению утраченных функций, что сопряжено с высоким процентом стойкой утраты трудоспособности у пациента. Потенциальные потребители разрабатываемого клеточного препарата – широкий круг учреждений здравоохранения, оказывающих высококвалифицированную нейрохирургическую помощь, а так же лица, имеющие функциональные нарушения вследствие травмы спинного мозга.

Ранее нами на модели дозированной контузионной травмы спинного мозга крыс выявлена эффективность трансплантации клеток микроглии, трансдуцированной рекомбинантным аденовирусом, несущим ген глиального нейротрофического фактора (GDNF). Такая генетическая модификация клеток микроглии способствует приобретению данными клетками фенотипа, оказывающего положительный эффект на исход травматических процессов. Благодаря выполненному исследованию была доказана эффективность генетической модификации клеток микроглии аденовирусом, несущим ген GDNF. Существует необходимость продолжить поиск других подходов к модификации клеток микроглии с целью поиска более эффективной терапии для последующего сравнения и выбора наиболее удачной, что и предполагается сделать в данном проекте. В ходе дальнейшей реализации предлагаемого проекта и получения охраноспособных научных результатов предполагается подача заявки на патент РФ на изобретение.

Разрабатываемый продукт будет иметь уникальный механизм действия, направленный на разрешение посттравматических процессов в спинном мозге и, соответственно, ускорение процессов функционального восстановления пациентов. Это позволит улучшить клинический исход не только травматической болезни спинного мозга, но и в перспективе нейродегенеративных заболеваний, таких как болезнь Альцгеймера и боковой амиотрофический склероз. Разрабатываемый препарат не имеет прямых аналогов, а косвенные (Неоваскулген, NEMACORD) он превосходит по эффективности, по техническим, экономическим и социальным характеристикам.

ВЛИЯНИЕ ЭТАНОЛА НА СТРУКТУРУ И ВЯЗКОСТЬ АДСОРБИРОВАННОГО ФИБРИНА

Д.Р. Бакирова, Д.А. Файзуллин, Ю.Ф. Зуев

*Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН (420111
г. Казань, Лобачевского 2/31, а/я 30)
e-mail: bakirova.dilyafruz@gmail.com*

1. ВВЕДЕНИЕ

Фибриноген (ФГ) представляет собой растворимый белок плазмы крови, образующий при взаимодействии с тромбином полимеризованный фибрин (ФБ). Полимерные нити ФБ являются основой сгустка крови, который образуется при нарушении целостности кровеносных сосудов. Изучение изменений свойств и структуры адсорбированных волокон ФБ представляет интерес для выяснения механизмов тромбообразования и управления этим процессом, а также для создания белковых покрытий с заданными свойствами. Структурное состояние белков и процессы их адсорбции из раствора можно регулировать, модифицируя свойства растворителя. В настоящей работе в качестве такого модификатора использовали этанол, поскольку наряду с другими низкомолекулярными органическими соединениями он известен как специфический модификатор структуры белков. Кроме того, многие медицинские препараты, в том числе предназначенные для борьбы с тромбообразованием, содержат этанол в своем составе.

2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Навеску ФГ из плазмы человека (Sigma, США) растворяли в буфере (20 мМ Tris, 150 мМ NaCl, 0.02% NaN₃, pH 7.4). Концентрацию определяли, принимая коэффициент экстинкции равным $E^{1\%}_{280\text{нм}} = 15,1$.

Вязко-упругие свойства белковых пленок изучали с помощью кварцевых микровесов QCM-200 (США). Через проточную ячейку на кварцевый резонатор (5 МГц) подавали раствор ФГ. Кинетику процесса сорбции белка на поверхности резонатора фиксировали по изменению частоты резонанса во времени. После достижения равновесия ячейку промывали буфером. Таким образом, на поверхности электрода образовывался монослой ФГ, а его обработка тромбином (конечная концентрация 1 ед/мл) приводила к появлению слоя ФБ. Далее монослой ФБ подвергали последовательному воздействию водно-этанольных смесей возрастающей концентрации (2-40 об.%),

промывали и сорбировали второй слой ФГ с последующей обработкой его тромбином. Для выявления действия спирта на структуру слоев полученные моно- и бислои ФБ исследовали на автоэмиссионном сканирующем электронном микроскопе Merlin (Carl Zeiss, Германия) и на saniрующем зондовом микроскопе Dimension FastScan (Bruker, США) в Междисциплинарном центре «Аналитическая микроскопия» КФУ, Казань.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

3.1. Влияние этанола на вязко-упругие свойства фибриновых слоев.

Исследовали два типа адсорбционных слоев ФБ: монослой, осажденный из раствора с концентрацией ФГ 1 мг/мл, что близко к концентрации ФГ в плазме крови (2 – 4 мг/мл), и бислой, образованный последовательной адсорбцией из растворов с концентрацией ФГ 4 мкг/мл и 1 мг/мл. В обоих случаях адсорбированные слои ФГ были обработаны тромбином. Вследствие низкой концентрации ФГ при адсорбции первого слоя обработка тромбином не приводит к полимеризации образовавшихся мономеров ФБ [1]. Адсорбция второго слоя, таким образом, происходит путем связывания молекул ФГ из раствора с мономерами ФБ на поверхности электрода. Два типа адсорбционных слоев имитируют реально имеющие место ситуации *in vivo* [1,2].

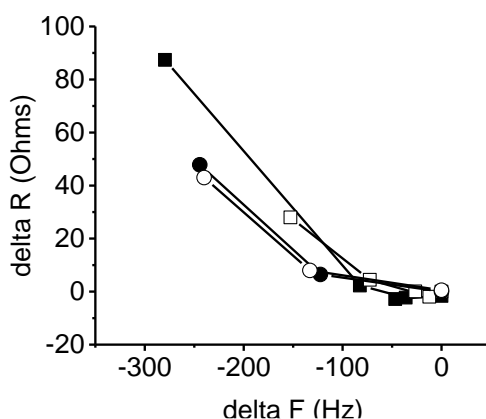


Рис. 1. Зависимость прироста сопротивления потерь от прироста частоты при сорбции ФГ и его обработке тромбином и этанолом: темные кружки – монослой; светлые кружки – то же, но после обработки этанолом; темные квадраты – бислой; светлые квадраты – то же, но после обработки этанолом.

Сорбция ФГ на поверхности кварцевого резонатора приводит к понижению его резонансной частоты и росту сопротивления потерь, что в первом приближении пропорционально массе белка и вязкости белкового слоя, соответственно. Прирост частоты ΔF и прирост сопротивления ΔR связаны между собой линейной зависимостью, угол

наклона которой тем больше, чем выше вязкость слоя [3]. Представленные на рис.1 зависимости имеют вид прямых с изломом, соответствующим изменению вязкости белкового слоя.

При адсорбции монослоя ФГ из концентрированного раствора наклон существенно больше нуля (Рис.1, темные кружки, начальный участок), что указывает на его повышенную вязкость. Последующая обработка тромбином приводит к еще большему увеличению наклона, характеризующему высоковязкий слой полимеризованного ФБ. В то же время, адсорбция ФГ из низкоконцентрированного раствора и обработка его тромбином приводит к образованию слоя мономеров ФБ с наклоном близким нулю, что соответствует жесткому слою прочно связанных с подложкой молекул. Адсорбция на нем второго слоя ФГ и обработка его тромбином приводит к резкому увеличению угла наклона зависимостей, характеризующему образование вязкого слоя полимеризованного ФБ (Рис.1, темные квадраты). Вязкость полимеризованного ФБ в обоих случаях одинакова.

Обработка этанолом полимеризованного монослоя ФБ не приводит к заметному изменению наклона, то есть влияние этанола на механические свойства уже сформированного фибринового полимера минимальна (Рис.1, светлые кружки). В случае бислой ситуация выглядит иначе. При обработке этанолом нижнего слоя мономеров ФБ последующая адсорбция на нем и полимеризация второго слоя приводит к уменьшению наклона соответствующей зависимости (Рис.1, светлые квадраты). Таким образом, состояние мономеров ФБ первого слоя меняется необратимо в результате воздействия этанола и оказывает влияние на свойства последующих слоев.

3.2. Влияние этанола на структуру фибрина.

Изображения монослоев ФБ, полученных адсорбцией из концентрированных растворов ФГ с последующей обработкой тромбином, показывают наличие одиночных почти прямых слабоветвящихся волокон толщиной 130-150 нм (Рис.2, слева).



Рис. 2. СЭМ-изображения монослоев ФБ без обработки этанолом (контроль, слева), и после обработки этанолом (опыт, справа).

То есть, при полимеризации происходит разрушение первичного сплошного мономолекулярного слоя ФГ и образование объемных структур ФБ, что согласуется с известными данными [4]. Обработка этанолом монослоя ФБ не влияет заметно на морфологию волокон (Рис.2, справа).

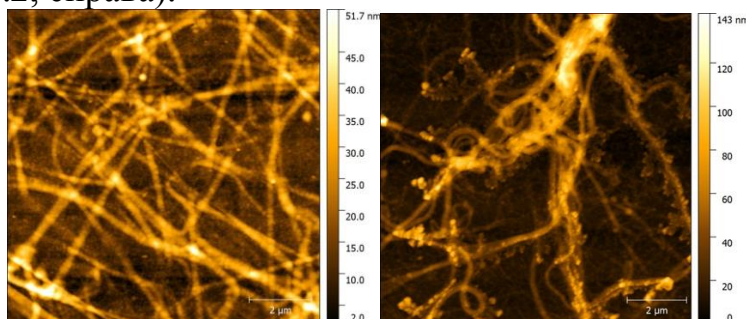


Рис. 3. АСМ-микрофотографии бислоев ФБ и их профили, слева – без обработки этанолом, справа – первый слой обработан этанольными растворами.

На изображениях фибринового бислоя (рис.3, слева) сеть волокон выглядит более густой, но форма волокон по-прежнему прямая. Ветвление редкое, ширина волокон 150-200 нм. На снимках бислоев ФБ, первый слой которого обработан этанолом, видны пучки сильно извитых волокон. Толщина отдельных волокон в 2 раза больше, чем в контроле и составляет 500 нм, высота волокон также превосходит высоту волокон в контроле (30 нм против 20 нм).

Таким образом, обработка возрастающими концентрациями этанола уже сформированного полимера ФБ не отражается заметно на его структуре и механических свойствах. Однако, если на монослой из мономерных молекул ФБ, обработанных этанолом, адсорбировать второй слой ФГ, то его последующая полимеризация приводит к образованию ФБ с повышенной жесткостью и измененной структурой, что свидетельствует о необратимой модификации мономеров ФБ первого слоя под влиянием этанола, что оказывает влияние на свойства последующих слоев.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] T. Ridel, E. Brynda, J. E. Dyr and M. Houska, *J. Biomed Mater Res A*, **88** (2) (2009), 437-447.
- [2] E. Di Cera, *Chest* **124** (3 Suppl) (2003), 11S-7S.
- [3] D.M. Soares, *Measurement Science and Technology* **4** (1993), 549-553.
- [4] K.M. Evans-Nguyen and M.H. Schoenfish, *Langmuir* **21** (2005), 1691-1694.

РЕАЛИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОИСКУ НОВЫХ ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ МИШЕНЕЙ И БИОМАРКЕРОВ ПРИ НЕЙРОТРАВМАХ

Галиева Л.Р., Мухамедшина Я.О., Санатова Э.Р.

К(П)ФУ, OpenLab Генные и клеточные технологии, ул. Парижской коммуны, д.9

Loisa@mail.ru

На сегодняшний день результаты лечения пациентов с поражением спинного мозга, возникшим в ходе травматических повреждений, крайне неудовлетворительны, требуют разработки и внедрения не только новых терапевтических подходов, но и объективных методов экспресс-диагностики. Однако на данный момент наиболее полная оценка биомаркеров травматических повреждений ЦНС, свидетельствующих о степени нейродегенерации, не проведена, хотя потенциально может иметь прогностическое значение и помочь врачу в выборе оптимальной стратегии терапии. Пока в точности не установлено, какие молекулярные каскады лежат в основе прогрессивных патологических изменений в поврежденной ЦНС, а также в механизмах нейрорегенерации.

На данный момент не разработаны тест системы, которые бы соответствовали требованиям идеального прогностического маркера для травм ЦНС. В связи с этим остается актуальным как поиск новых специфических биомаркеров указанного заболевания, так и подходов к его терапии, основанных на понимании молекулярных и клеточных механизмов патологических реакций, вызванных травматическим повреждением спинного мозга.

Ранее нами на модели дозированной контузионной травмы спинного мозга крыс выявлены сдвиги в продукции отдельных белков поврежденной тканью в том числе на фоне проводимой клеточной терапии. В ходе масс-спектрометрического анализа было выявлено более 45 белков, имеющих как повышенную, так и пониженную концентрацию в области травмы спинного мозга при сравнении с интактной тканью. Благодаря выполненному исследованию удалось определить потенциальные прогностические маркеры течения регенерации в период после травмы спинного мозга у животных. Существует необходимость продолжить поиск и валидацию маркеров у животных и человека, сопряженных с посттравматической регенерацией

на разных сроках заболевания, что и предполагается сделать в данном проекте.

В настоящее время известен ряд биомаркеров, свидетельствующих о травме спинного мозга. На модели травматического повреждения животных было показано, что после травмы в сыворотке крови и в ликворе значительно увеличивается уровень белков S100 β и NSE (нейрон-специфическая енолаза). Пик концентрации данных белков наступает через 6 часов после травмы. Так же была выявлена прямая корреляция между степенью повреждения и концентрацией маркеров в крови и в ликворе. У пациентов с ишемическим повреждением спинного мозга в ликворе были значительно увеличены концентрации белков S100 β , NFL (белок легкой цепи нейрофиламента) и GFAP (глиальный фибриллярный кислый белок). Однако стоит отметить, что рассматриваемые белки могут свидетельствовать и о других заболеваниях. В частности, NSE может повышаться и при некоторых других неврологических процессах, например при эпилепсии, черепно-мозговой травме, а так же является маркером мелкоклеточного рака легкого и нейробластомы, а белок S100 β повышается при ишемическом повреждении мозга, черепно-мозговой травме и может выступать маркером при злокачественной меланоме. К тому же, данные белки полностью выводятся из крови через 24 часа после травматических повреждений, что делает их непригодными для диагностики на отдаленных сроках. К непрямым аналогам можно отнести тест на антитела к белку NR2, использующийся для экспресс-диагностики инсульта и степени тяжести сотрясений мозга.

Разрабатываемые тест системы, включающие прогностические маркеры травматических повреждений спинного мозга должны обладать: высокой специфичностью к ЦНС, а именно к спинному мозгу; быстрым и достоверным попаданием в ликвор и кровь после травмы; легким способом их детекции; необходимостью малого количества образца для их определения; минимальной подверженностью влияния внешних факторов; высокой воспроизводимостью. Помимо этого должна быть выявлена связь между концентрацией маркера и степенью повреждения спинного мозга. Определяемые новые терапевтические мишени должны вносить значимый вклад в патогенез травматического повреждения спинного мозга и процессы нейро- дегенерации и регенерации.

Таким образом, до сих пор так и не найден маркер, который бы удовлетворял всем требованиям. Предположительно полученные результаты по поиску маркеров будут иметь решающее значение в разработке тест систем для диагностики и оценки не только травматических повреждений спинного мозга, но и нейродегенеративных заболеваний.

СОЗДАНИЕ ПЛАЗМИДНОЙ ДНК ДЛЯ ГЕННОЙ ТЕРАПИИ, ЭКСПРЕССИРУЮЩЕЙ ВИДОСПЕЦИФИЧНЫЕ ДЛЯ ЛОШАДИ ФАКТОРЫ VEGF164 И FGF2

Я.А. Литвин, Е.Ю. Закирова, М.Н. Журавлева, А.А. Ризванов

*Лаборатория «Генных и клеточных технологий», ИФМиБ, Казанский
Федеральный Университет, Казань, Россия (420008, Россия, РТ, г.
Казань, ул. Кремлевская, д.18)
litvin108@yandex.ru*

1. ВВЕДЕНИЕ

В данном исследовании мы создали двухкассетную плазмидную ДНК, как генетическую конструкцию, имеющую кодон оптимизированные кодирующие последовательности видоспецифичных для лошади (*Equus caballus*) белковых факторов: фактора роста эндотелия сосудов (VEGF164) и основного фактора роста фибробластов (FGF2). Данные кодирующие последовательности факторов находятся под в эукариотическими промоторами (EF-1 α и CMV соответственно). Мы продемонстрировали эффективную экспрессию этих рекомбинантных белков *in vitro* на клетках HEK293FT после их трансфекции, через 48 часов.

Полученная пДНК подходит для применения в генной терапии в живом организме лошади, и соответствует правилам FDA и другим рекомендациям международных регуляторов в сфере лекарственных средств.

Ключевые слова: плазмидная ДНК, генная терапия, лошадь, сосудистый эндотелиальный фактор роста 164, фактор роста фибробластов 2.

2. МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

В последние годы в Республике Татарстан активно возрождается конный спорт. Травма конечности или дегенеративное заболевание суставно-связочного аппарата у скаковой лошади часто приводит к длительному или окончательному выбыванию из соревновательного процесса, что сопряжено с большими убытками. Существует проблема недостаточной эффективности существующих методов лечения повреждений опорно-двигательного аппарата [1]. Перспективным представляется генно-терапевтический подход [2].

На основе модифицированной векторной плазмиды pBudCE4.1 (Invitrogen, США), в которой последовательность гена устойчивости к зеоцину и его промотор заменены на ген устойчивости к канамицину, нами была получена плазмидная ДНК конструкция, содержащая кодон-оптимизированные последовательности *vegf164* и *fgf2*, видоспецифичные для лошади. VEGF164 и FGF2 обладают выраженным проангиогенным и пролиферативным эффектом. Идентичность полученной конструкции pBUDKan-ecVEGF164-ecFGF2 была подтверждена методом секвенирования и рестрикционным анализом с последующим электрофорезом в агарозном геле полученных рестрикционных фрагментов. Иммунофлуоресцентный анализ и иммуноблоттинг подтвердил одновременную ко-экспрессию рекомбинантных белков FGF2 и VEGF164 в трансфицированных клетках HEK293FT. Полученная нами конструкция соответствует требованиям FDA для генно-терапевтических препаратов для клинического применения [3].

Таким образом, созданная нами плазмидная конструкция потенциально может быть использована в генной терапии травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата лошадей, что позволит снизить убытки в сфере профессионального спорта.

*Материалы доклада опубликованы
в Bionanoscience Topic Issue "Translational Medicine-2016"*

ЛИТЕРАТУРА

- [1] М. Ковас, *Регенеративная медицина в лечении ортопедических заболеваний лошадей*. Конный мир, 3, (2012).
- [2] С.Н. Evans, S.C. Ghivizzani, P.D. Robbins, *Orthopedic gene therapy in 2008*. Mol Ther, Feb, (2009) 17(2):231-44.
- [3] Y.A. Litvin, E. Zakirova, M. Zhuravleva, A. Rizvanov, *Generation of plasmid DNA expressing species-specific Horse VEGF164 and FGF2 factors for gene therapy*, BioNanoScience (2016) doi:10.1007/s12668-016-0273-2

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ КОНТАМИНАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ КАТЕТЕРОВ И ИМПЛАНТАТОВ С ПОМОЩЬЮ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ

М. Л. Небайкина, Ф. С. Ахатова, Р. Ф. Фахруллин

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, ул. Кремлевская, д.18;
e-mail: m.kibardina90@gmail.com

В настоящее время возрастает необходимость использования медицинских катетеров и имплантатов. Только для стоматологии ежегодно производится не менее 2 млн имплантатов. Как только они установлены, на поверхность попадают и прикрепляются различные клетки и организмы. Актуальной проблемой является недостаточное количество исследований в данном направлении, в частности на предмет загрязнения *микроорганизмами*.

Атомно-силовая микроскопия является сравнительно новым методом исследования, с помощью которого мы можем получить информацию о морфологии поверхности и ее механических свойствах. Для определения рельефа поверхностей непроводящих тел используют упругую консоль (кантилевер), луч лазера направляется на ее внешнюю поверхность, который отражается и попадает на фотодетектор[1].

АСМ открыла широкие возможности для комплексного изучения морфологии и различных характеристик поверхности, имея высокое пространственное разрешение [2]. С помощью атомно-силового микроскопа исследования можно проводить в широком диапазоне температур, в вакууме, в различных средах, в том числе жидких [3]. Это дает возможность для изучения совершенно разных объектов от полимеров, пленок, материалов до живых объектов [4].

В настоящей работе используется режим сканирования Peak Force Tapping атомно-силового микроскопа Dimension FastScan (Bruker). В отличие от других методов АСМ изначально устанавливается значение максимальной силы взаимодействия зонда с поверхностью и используется как постоянное для каждого пикселя сканируемой области. Из-за неоднородности рельефа существует определенная разность между заданным значением максимальной силы и реальным пиком, которая регистрируется. Таким образом, топография ошибки максимальной силы является более чувствительной к топографии отклонений и показывает наилучшее разрешение изображения [5,6].

Целью работы является разработка экспресс-метода оценки степени контаминации медицинских катетеров и имплантатов. Для

реализации проекта необходимо провести сравнительный анализ различных методов исследования биологических объектов.

Мы проанализировали некоторые *микроорганизмы*, в том числе *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* и *Staphylococcus aureus* с помощью различных видов микроскопии. Бактерии выращивали в виде биопленок на адгезивных чашках Петри, а также в среде (в виде суспензий).

В ходе проведенного анализа нами отмечено, что с помощью атомно-силовой микроскопии можно получить 3D изображения с высоким разрешением, а также количественно измерить статистические значения важных характеристик поверхности, таких как мягкость, жесткость, липкость, шероховатость и другие. Таким образом, мы можем проверить, как влияют те или иные условия на то, насколько сильно организмы прикрепляются к поверхности, а также создать методы предотвращения бактериальной адгезии. Получение и интерпретация данных различных механических характеристик (топография, адгезия, деформация, диссипация) дают возможность разработать критерии оценки качества, которые помогут сделать выводы о целесообразном использовании различных методов в соответствии с определенными стандартами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] В.Л.Миронов, *Основы сканирующей зондовой микроскопии*, Нижний Новгород, (2004).
- [2] T.Ando, T.Uchihashi, T.Fukuma, *Prog Surf Sci* 83 (2008) 337-437.
- [3] T.Inoue, R.Shingaki, N.Sogawa, C.Sogawa, J.-I.Asaumi, S.Kokeguchi, K.Fukui, *Microbiol. Immunol.* 47 (2003), 877–881.
- [4] S.Morita, F.Giessibl, Y.Sugawara, H.Hosoi, K.Mukasa, A.Sasahara, H.Onishi, *Springer Handbook of Nanotechnology* 13 (2004) 141-178.
- [5] G.Fakhrullina, F.Akhatova, M.Kibardina, D.Fokin, R.Fakhrullin, *Nano-medicine* (2016) DOI:[10.1016/j.nano.2016.10.003](https://doi.org/10.1016/j.nano.2016.10.003).
- [6] G.Smolyakov, C.Formosa-Dague, C.Severac, R.Duval, E.Dague, *Micron* 85 (2016) 8-14.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА БЕСПРОВОДНОЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОСТИМУЛЯЦИИ

А.С. Омеляненко

*ГАУЗ «Межрегиональный клинико-диагностический центр» г.Казань,
ул. Карбышева 12а.
e-mail: a.omelianenko_se@mail.ru*

Актуальность

Приблизительно в трети случаев открытые операции на сердце сопровождаются появлением нарушений ритма сердца во время операции или ближайший послеоперационный период. С целью обеспечения возможности проведения быстрой коррекции этих жизнеугрожающих состояний все операции на сердце завершаются подшиванием к поверхности сердца проводов, выводимых на кожу. При появлении необходимости в проведении стимуляции сердца к наружным концам проводов присоединяется внешний электрокардиостимулятор. Через 3-4 дня после операции провода должны быть удалены для профилактики инфицирования канала. Провода, обычно, удаляются путем вытягивания или срезаются «под корень». Соответственно, иногда, наблюдаются клинически значимые кровотечения или инфекционные осложнения, требующие повторных хирургических вмешательств.

Внедрение беспроводной технологии стимуляции миокарда позволит избежать вышеописанные осложнения, а также предоставит возможность проведения беспроводной электрокардиостимуляции как в ближайшие, так и в отдаленные сроки после операции, за счет прикрепления к поверхности сердца во время операции неудаляемого приемника-преобразователя.

Результаты работы могут быть востребованы при проведении любых операций на открытом сердце.

Цель

Разработка аппаратного комплекса для осуществления временной беспроводной стимуляции миокарда, позволяющей избежать недостатки существующей проводной технологии.

Материалы и методы

Идея создания беспроводной временной стимуляции миокарда не нова. Однако, проводившиеся ранее эксперименты были основаны на методе электромагнитной индукции. Подобный метод, к сожалению, связан с низкой помехоустойчивостью получаемых конструкций и наоборот, самостоятельным формированием помех для другой аппаратуры. Повышение помехоустойчивости с сохранением высокого КПД при передаче энергии требует применение на приемнике схемотехнических решений, увеличивающих его размеры, стоимость и снижающих надежность решения в целом.

Результаты

На наш взгляд, нами найдено решение, позволяющее обойти недостатки существующих подходов без значительного увеличения производственных затрат. При проведении предварительного литературного и патентного поиска аналогов, в России и за рубежом, найдено не было. Подобное оборудования в кардиохирургии ранее не использовалось.

Разрабатываемый аппаратный комплекс состоит из 2 компонентов:

1. Компактный, портативный, автономный (при необходимости) излучатель, прикрепляемый к поверхности грудной клетки.
2. Имплантируемый приемник-преобразователь (стимулятор) – стерильный, биологически и химически инертный элемент размерами не более 15x15x3 мм, прикрепляемый к поверхности сердца.

Заключение

Осуществление безопасной стимуляции миокарда является актуальной и нерешенной проблемой на сегодняшний день. Актуальность обусловлена недостатками имеющихся методов. На сегодняшний день распространен проводной метод временной кардиостимуляции, который имеет ряд недостатков (риск кровотечения и инфицирования). Проведя анализ имеющихся разработок по созданию беспроводной стимуляции миокарда, нами не было найдено ни одной разработки удовлетворяющих требованиям (имеется высокая вероятность помех). С целью разработки и внедрения нашей технологии в практику необходимо проведение НИР.

НАПРАВЛЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА СТРУКТУРУ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ НА ОСНОВЕ КФК-85

А.Г. Хасанов¹, В.Ф. Шкодич¹, А.Г. Пушкарев²

¹КНИТУ (shkodich@mail.ru);

²КФК ЦНЛ ОАО «Метафракс», (anatoliy.pushkarev@metafrax.ru).

Карбамидоформальдегидные олигомеры (КФО) нашли широкое применение в производстве карбамидных пенопластов и теплоизоляционных материалов. Крупнейшим потребителем карбамидоформальдегидных олигомеров является деревообрабатывающая промышленность, где карбамидоформальдегидные олигомеры применяют для производства фанеры и фанерной продукции, мебели, строительных древесных конструкций и деталей, музыкальных инструментов, спортивного инвентаря и т. п.

Для синтеза карбамидоформальдегидных олигомеров традиционно применяется 37% формалин. С использованием данного продукта образуются олигомеры, содержащие большое количество воды, формальдегида 5÷8% и 8÷12% метанола, как стабилизатора.

Для синтеза качественных смол необходимо использовать безметанольный формалин. Однако такой формалин при нормальной температуре хранения обладает низкой жизнеспособностью, не превышающей 36 ч, в силу чего он должен быть переработан на месте изготовления. Стабилизация его аминсоединениями, в частности карбамидом, позволяет получить безметанольный продукт, получивший название карбамидоформальдегидного концентрата (КФК). Помимо КФК-85, современные экологически чистые КФО получают конденсацией безметанольного 55% формалина. Такой синтез позволяет получать олигомеры с минимальным количеством метанола. КФО из безметанольного формалина содержат менее 0,3% мас. метанола.

Высокая стабильность при хранении определяется, в первую очередь, структурными особенностями олигомерных цепей и определенными условиями синтеза КФО. Известно, что КФО, синтезируемые путем конденсации формалина, обладают линейным строением. Поликонденсация полупродукта КФК-85 приводит к образованию олигомеров преимущественно разветвленной структуры с меньшей активностью метилольных групп [1]. В настоящее время известно, что активное влияние на процесс поликонденсации (*in situ*) оказывают нанокompозитные частицы. В работе использованы:

1. Высокоактивные нанокompозитные порошки (Cu + Cr) с искаженной кристаллической решеткой, полученные путем механической активации, представляющие собой частицы, размер которых менее 5 нм [2].

2. Смесь порошков (Co+Al) после механического активирования, состоящая из слоистых композитных частиц, исходные слои которых, чередуются между собой на субмикронном уровне.

Для оценки влияния нанокompозитных частиц на структуру образующегося КФО, были проведены кинетические исследования изменения содержания метилольных групп в процессе олигомеризации КФК-85 и карбамида в присутствии в системе 0,05 % мас. нанокompозитных частиц (Cu + Cr) или (Co + Al). В сравнении с олигомером без добавления нанокompозитных частиц, на кинетических кривых процесса олигомеризации наблюдается изменение выхода метилольных групп в ходе реакции, что свидетельствует о каталитической активности добавленных частиц.

Для целенаправленного управления структурообразованием, процесс олигомеризации делится на две стадии – щелочная выдержка и кислотный катализ. Использование нанокompозитных частиц в процессе олигомеризации меняет механизм протекания реакции на кислой стадии. В присутствии нанокompозитных частиц (Cu + Cr) на кислой стадии идет расходование метилольных групп, вследствие смещения равновесия в сторону образования формальдегида. В случае же использования смеси (Co + Al) равновесие смещено в сторону образования метилольных групп, которые расходуются более полно в сравнении с контрольным синтезом.

Согласно полученным данным изменения содержания метилольных групп и свободного формальдегида, а также ИК-спектроскопии, в процессе синтеза карбамидоформальдегидных олигомеров в присутствии нанокompозитных частиц образуются олигометиленгликоли и уроновые циклы.

В ИК-спектрах в случае использования в процессе синтеза нанокompозитных частиц, наблюдается изменение интенсивности, так называемой второй амидной полосы в области 1540 см^{-1} , связанной с деформационными колебаниями NH-групп и составных частот деформационных колебаний NH- и CN-групп. Незначительное изменение по интенсивности амидной полосы в области 1630 см^{-1} , обусловленное сложными колебаниями карбонильной группы в составе уроновых циклов, в которых участвуют связь C–N и углы C–C–O и C–N–R. Полосы, находящиеся в области 1003 см^{-1} – это область скелетных колебаний, связанных с присутствием группы C–O–N. Данные аспекты свидетельствуют о некотором увеличении содержания уроновых циклов, а также метилен- и олигометиленгликолей в составе полученного олигомера.

С целью получения нового полупродукта и направленного влияния на его структуру, а также дальнейшего образования олигомерных цепей КФО в равной степени как линейного, так и разветвленного строения предлагается использовать 55% формалин и КФК-85.

Новый полупродукт получали поликонденсацией при температуре 20°C и pH 6,0 – 7,7. Строение полученного полупродукта анализировали с помощью ЯМР – спектроскопии на ядрах ^{13}C [3]. Согласно полученному ЯМР – спектру имеются в наличии следующие изменения (количественные показатели в пересчете на 100 метиленовых групп):

1) следует отметить появление в новом полупродукте новых структурных фрагментов, в которых содержатся метиленовые мостики между $N_{\text{втор}}$ и $N_{\text{трет}}$ атомами. (0,58 ед.);

2) в результате взаимодействия КФК-85 и 55 %-го формалина направленно формируются метиленмочевины с одновременной эмиссией формальдегида. В структуре нового полупродукта отмечено меньшее количество метилольных групп у $N_{\text{втор}}$ (с 8,1 ед. до 5,5 ед.), метилольных групп у $N_{\text{трет}}$ (с 13,2 ед. до 7,4 ед.), метиленэфирных мостиков и гемиформалей (с 51,9 ед. до 46,7 ед.);

3) у нового полупродукта, в сравнении с КФК-85, незначительно увеличено содержание уроновых циклов (с 4 ед. до 5 ед.), выросло число CH_2 групп в циклах (с 2,7 ед. до 6,3 ед.), метиленгликолей (с 3,6 ед. до 5,7 ед.), олигометиленгликолей (с 20,5 ед. до 28,6 ед.).

Меньшее содержание метилольных групп характеризует высокую стабильность и возможность более длительного хранения, так как высокое содержание метилольных групп – источник отщепления формальдегида. Кроме того, протекает продолжающаяся реакция доконденсации с постепенно снижающейся скоростью. В результате данной реакции происходит медленное расходование метилольных групп.

Полученный полупродукт был охарактеризован по ряду физико-химических показателей. В сравнении с используемым концентратом, синтезированный полупродукт характеризуется более низким показателем буферной емкости (7,5 ÷ 9,0), что является большим преимуществом. Также среднее значение условной вязкости по ВЗ-246 ($d=4\text{мм}$), и плотность нового полупродукта снижены, не смотря на прошедшую реакцию конденсации. Следовательно, полученный полупродукт имеет менее разветвленную структуру. Остальные характеристики синтезированного полупродукта соответствуют стандартным производственным нормам для синтеза КФО.

Для оценки качества, свойств и целесообразности дальнейшего применения нового полупродукта, в лабораторных условиях синтезировали карбамидоформальдегидный олигомер на его основе. Для изучения структуры, полученного олигомера, были сняты спектр ЯМР ^{13}C и спектр ЯМР ^1H . По полученному ЯМР – спектру ^{13}C можно заметить (данные в пересчете на 100 метиленовых групп):

1) уменьшилось количество метиленэфирных мостиков и гемиформалей (с 22,5 ед. до 16 ед.), метилольных групп у $N_{\text{трет}}$ (с 9,7 ед. до 3,9 ед.);

2) в олигомере, полученном из нового полупродукта, отсутствуют уроновые циклы, CH_2 группы в циклах, метиленгликоли и олигометиленгликоли;

3) структура олигомера, полученного из нового полупродукта, обладает смешанной структурой олигомерных цепей и имеет более линейный вид, о чем свидетельствует большее содержание метилольных групп при $N_{\text{втор}}$ (возросло с 21,7 ед. до 31,2 ед.), метиленовых мостиков между $N_{\text{втор}}$ (с 21,6 ед. до 28,7 ед.) и метиленовых мостиков между $N_{\text{втор}}$ и $N_{\text{трет}}$ (с 2,5 ед. до 21,1 ед.).

На основании ЯМР спектроскопии можно сделать вывод, что свободный формальдегид представлен только в виде метиленгликолей и олигометиленгликолей.

Анализируя полученные результаты по содержанию свободного формальдегида в продуктах синтеза видно, что полупродукт характеризуется незначительным его уменьшением. В синтезированных же на основе нового полупродукта олигомерах, методом ЯМР свободный формальдегид обнаружен не был.

Показана перспективность использования полученного олигомера в качестве связующего при изготовлении древесных композитов с улучшенным показателем предела прочности при скалывании по клеевому соединению. Крупнейшим потребителем карбамидоформальдегидных олигомеров является деревообрабатывающая промышленность, где карбамидоформальдегидные олигомеры применяют для производства фанеры и фанерной продукции, мебели, строительных древесных конструкций и деталей, музыкальных инструментов, спортивного инвентаря и т. п.

Проведено исследование физико-механического показателя фанеры, полученной с применением КФО из КФК-85 и нового полупродукта. Анализ выполнен согласно ГОСТ 9624 – 93 [4]. Согласно полученным результатам, применение синтезированного КФО с использованием нового полупродукта позволяет повысить качество композита на 30%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. В.П. Кондратьев, В.И. Кондращенко. *Синтетические клеи для древесных материалов* / В.П. Кондратьев // Спб.: Мир, 2004. – 520 с.

2. N.F. Shkodich, A.S. Rogachev, S.G. Vadchenko, D.O. Moskovskikh, N.V. Sachkova, S. Rouvimov, A.S. Mukasyan. Bulk Cu–Cr nanocomposites by high-energy ball milling and spark plasma sintering, *Journal of Alloys and Compounds*, 2014, **617**, p. 39-46.

3. Слоним И.Я., Урман Я.Г. *ЯМР-спектроскопия гетероцепных полимеров* / И.Я. Слоним, Я.Г. Урман // М.: Химия, 1982. – 240 с.

4. ГОСТ 9624-93. *Древесина слоистая клееная. Метод определения предела прочности при скалывании. Межгосударственный стандарт*. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1993, 12 с.

ВЛИЯНИЕ ВИДА УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА СРОКИ ХРАНЕНИЯ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

Хасанова А.Ф., Закирова Д.Х., В.Я. Пономарев, Э.Ш. Юнусов

*ФГБОУ ВПО Казанский национальный исследовательский
технологический университет (420015, К. Маркса, 68)
v.y.ponomarev@gmail.com*

1. ВВЕДЕНИЕ

Повышение качества и увеличение сроков хранения продуктов – приоритетная задача, стоящая перед всеми отраслями пищевой промышленности. Особенно актуальной эта задача является для мясной отрасли, т.к. мясопродукты в целом и в особенности колбасные изделия являются скоропортящимся продуктом, подверженным микробиологической порче [1].

К показателям товарного качества относятся характеристики, обеспечивающие удобство реализации продукта, а также признаки и свойства, по которым потребитель составляет первичное суждение о его качестве. На сроки хранения мясных продуктов влияют разнообразные факторы, но определяющим является качество исходного мясного сырья. Неблагоприятная экологическая ситуация, селекция животных на мясность и скороспелость, а также неправильное питание и условия содержания животных приводят к появлению так называемых «пороков» мяса.

Для говядины наиболее характерным пороком является признак DFD. Такое сырье характеризуется темной окраской, грубой структурой волокон, обладает высокой влагосвязывающей способностью, повышенной липкостью и обычно характерно для молодых животных КРС. Отличительной особенностью такого мяса является его подверженность микробной порче .

Одним из способов увеличения сроков хранения колбасных изделий является использование современных барьерных полимерных материалов, которые при соблюдении технологических режимов производства мясопродуктов позволяют увеличить гарантийные сроки хранения в несколько раз [2].

Целью работы являлось проведение исследований, оценивающих влияние колбасных оболочек различного происхождения на качество эмульгированных мясных продуктов, выработанных из мясного сырья с признаками DFD

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В работе были исследованы классические колбасные оболочки (черева свиные, целлофановая оболочка, коллагеновая оболочка), которые являлись контрольными, и новая полимерная 5-слойная соэкструзионная пленка поливинилиденхлорида, в которой внешние слои включали полиэтилен

Были получены опытные образцы продукции, которые были подвергнуты техно-химическим и микробиологическим исследованиям.

При использовании натуральных оболочек наблюдалось значительное снижение содержания влаги и выхода в исследуемых образцах по сравнению с образцами, выработанными с применением искусственных оболочек. Наилучшие результаты показали образцы в полимерной оболочке.

Органолептическая оценка показала снижение сочности и консистенции контрольных образцов, продукты в полимерной оболочке получили наибольшую оценку. Использование полимерной оболочки также положительно сказалось на цвете готового продукта, содержание пигментов в опытных образцах было максимальным.

На завершающем этапе были проведены бактериологические исследования, изучена динамика численности аэробных гетеротрофных микроорганизмов в колбасах с применением различных видов оболочек. Образцы в полиамидной оболочке на протяжении всего эксперимента удовлетворяли требованиям, и количество микроорганизмов не превысило 10^3 КОЕ/г.

Таким образом, проведенными исследованиями установлено, что самой оптимальной оболочкой при работе с мясом DFD является полимерная оболочка, полученная на основе сополимера винилхлорида и 1,1-ди-хлорэтена. Колбасы в данной оболочке показали не только высокие функционально-технологические и потребительские свойства, но также и длительные сроки хранения без ухудшения санитарно-эпидемиологических показателей

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гарипов, Р. М. Влияние полимерных упаковочных материалов на сроки хранения полуфабрикатов из мяса птицы / Р.М. Гарипов, М.С. Ежкова, А.А. Ефремова, В.Н. Носов, В.Я. Пономарев, Д.В. Ежков // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. - №21. – С. 232-236.
- [2] Любешкина, Е. Г. Полимерные материалы для упаковки пищевых продуктов: требования и принципы выбора // Полимерные материалы. – 2009. - № 04. – С. 4-10.

3. Современные материалы и технологии их создания

ЭПР ИССЛЕДОВАНИЕ АГРЕГАЦИИ МЕДЬ ПОРФИРИНА

А.Е.Бардасова¹, А.А. Суханов², В.К. Воронкова², В.С. Тюрин³

¹*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Кремлевская ул. 18,
420008 Казань, Россия*

²*Казанский Физико-технический институт им. Е.К. Завойского, РАН,
420029, Казань, Россия*

³*Институт физической химии и электрохимии им. Фрумкина, РАН,
119071, Москва, Россия*

e-mail: alinabardasova@gmail.com

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время исследование процессов внутримолекулярной передачи энергии в соединениях, поглощающих видимый свет, привлекает особой интерес, так как это имеет решающее значение для понимания фото-зависимых процессов фотосинтеза и для использования солнечной энергии [1-2]. Димеры порфирина являются одним из лучших систем для исследования светоиндуцированного внутримолекулярного переноса энергии. Многие порфирины и димеры порфиринов были изучены за последнее десятилетие [3], однако небольшое внимание было уделено влиянию парамагнитных металлов на фотоиндуцированное состояние металлопорфиринов. Димеры порфирина играют особую роль в фотореакционном центре растений и организмах [4]. В этой работе для изучения таких соединений используется спектроскопия электронного парамагнитного резонанса (ЭПР-спектроскопия).

Молекулы порфирина могут быть переведены из диамагнитного состояния в возбужденное триплетное парамагнитное состояние оптическим возбуждением. Известно, что λ внутримолекулярный безызлучательный интеркомбинационный переход из фотовозбужденного синглетного состояния в триплетное состояние является спин-селективным и, следовательно, триплетные спиновые подуровни заселены селективно. Такое распределение неравновесной заселенности известно, как пример эффекта так называемой химически индуцированной динамической поляризации электронов [5]. Эффект неравновесной электронной спиновой поляризации фотовозбужденных молекул может быть зарегистрировано с использованием время-разрешенной ЭПР-спектроскопии (ВР ЭПР) [6]. В этом методе регистрируется сигнал, зависящий от времени, созданный лазерным возбуждением в магнитном поле.

Агрегирование и связанные с этим изменения в видимой области полосы поглощения света имеют важное значение в природе и в технологических приложениях. Ранее было изучена агрегация порфиринов в водных растворах [7]. Было выявлено, что агрегация в органических растворах меняется. Степень агрегации зависит от условий, концентрации и структуры порфиринов.

В данной работе мы представляем результаты стационарного и время-разрешенного (ВР) ЭПР исследования влияния агрегаций нового медного комплекса тетра этилового эфира медь порфирина I (CuCPP-1) (рис.1).

Измерение спектров стационарного и ВР ЭПР были проведены для замороженных растворов CuCPP-1 комплекса в смеси хлороформа и изопропилового спирта (1: 1) и в орто-терфениле. Измерение спектров ВР ЭПР проводились с использованием лазерного возбуждения на длине волны 532 нм.

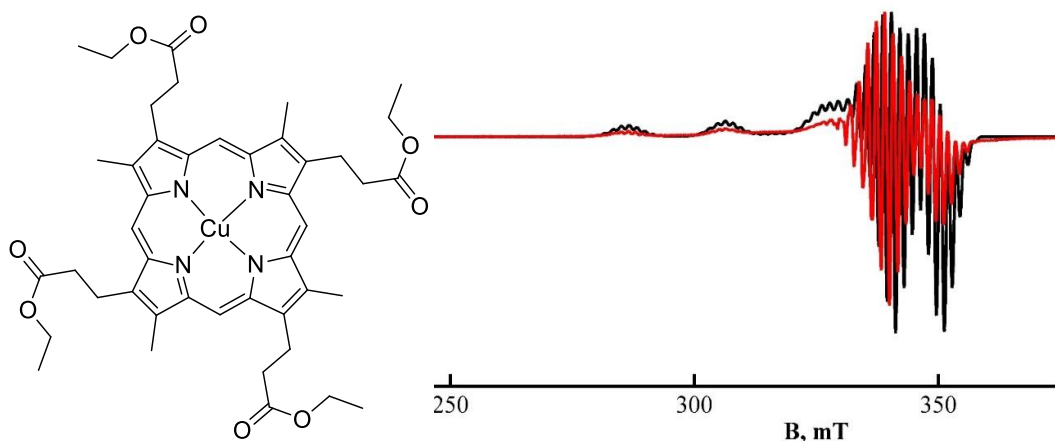


Рис.1. Химическая структура CuCPP-1

Рис.2. Экспериментальный (красная линия) и моделированный (черная линия) спектры CuCPP-1 комплекса в орто-терфениле при $T = 80$ К

2. СТАЦИОНАРНОЕ ЭПР

2.1. ЭПР исследование иона меди в комплексе CuCPP-1 в растворе орто-терфенила

Спектры ЭПР основного состояния комплексов CuCPP-1 в орто-терфениле представлены на рис.2. Спектры имеют форму, характерную для медного комплекса, так как в основном состоянии комплекса CuCPP-1 ион меди является единственным парамагнитным центром [8]. В спектре ЭПР комплекса CuCPP-1 до фотовозбуждения наблюдается суперсверхтонкая структура за счет взаимодействия иона меди неспаренного электрона с четырьмя ядрами азота ^{14}N . Спектр ЭПР был смоделирован с помощью гамильтониана:

$$H = \mu_B g B + SA(\text{Cu}^{2+})I_{\text{Cu}} + \sum_{i=1}^4 SA(N_i)I_{N_i}$$

где $S=1/2$, $I_{Cu}=3/2$, $I_N=1$, $g_{\perp}=2.038\pm 0.001$, $g_{\parallel}=2.190\pm 0.001$,
 $A_{\perp}(Cu^{2+})=57\pm 3$ МГц, $A_{\parallel}(Cu^{2+})=603\pm 5$ МГц,
 $A(N_1)=A(N_2)=A(N_3)=A(N_4)=48\pm 3$ МГц.

2.2. ЭПР исследование иона меди в комплексе CuCPP-1 в замороженной смеси растворов хлороформа и изопропилового спирта

Спектры стационарного ЭПР основного состояния комплекса CuCPP-1 в замороженной смеси растворов хлороформа и изопропилового спирта представлены на рис.3. Спектр состоит из спектров двух типов. Мы предположили, что этот спектр является суммой спектров димера и мономера комплекса CuCPP-1. Опираясь на это предположение мы рассчитали спектр димера CuCPP-1. Спектр ЭПР был смоделирован в соответствии с гамильтонианом

$$H = \mu_B \sum_{i=1}^2 (g_i \mathbf{B} \mathbf{S}_i + I_i \mathbf{A}(Cu^{2+})_i \mathbf{S}_i) + \mathbf{S}_1 \mathbf{J} \mathbf{S}_2 + \mathbf{S}_1 \mathbf{D} \mathbf{S}_2$$

где $S_1=S_2=1/2$, $I_1=I_2=3/2$, $g_{\perp}=2.05\pm 0.001$, $g_{\parallel}=2.180\pm 0.001$,
 $A_{\perp}(Cu^{2+})=57\pm 3$ МГц, $A_{\parallel}(Cu^{2+})=603\pm 5$ МГц, $D_x=D_y=-800$ МГц, $D_z=1600$ МГц.

Два последних слагаемых в этом спин-гамильтониане описывают обменное и диполь-дипольное взаимодействие между двумя спин S_1 и S_2 соответственно. Для моделирования спектров мы предполагали, что обменное взаимодействие гораздо больше, чем сверхтонкое взаимодействие ($J \gg A(Cu^{2+})$). Для описания экспериментального

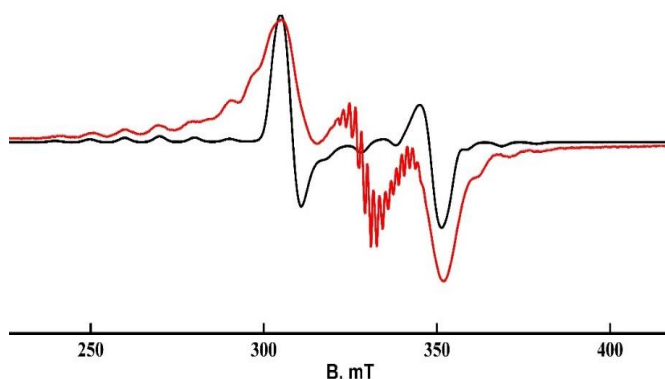


Рис.3. Экспериментальный (красная линия) и смоделированный (черная линия) спектры ЭПР комплекса CuCPP-1 в замороженной смеси растворов хлороформа и изопропанола при $T = 100$ К

расстояние составляет примерно $4,25 \pm 0,03$ Å.

спектра мы подбирали только значение диполь-дипольного взаимодействия.

Известно, что диполь-дипольное взаимодействие определяется как [9]:

$$D = \frac{\mu_B^2}{R^3} (g_1 g_2 - \frac{3}{R^2} (g_1 R)(g_2 R))$$

где R - радиус-вектор, соединяющий два спина.

С помощью данного выражения нами была произведена оценка расстояния между двумя комплексами CuCPP-1 в димере. Найденное

3. ВРЕМЯ-РАЗРЕШЕННЫЕ ЭПР ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПЛЕКСА CuCPP-1

Экспериментальные результаты представлены на рис. 4 и рис.5. На рис. 4 показаны спектры ВР ЭПР фотовозбужденного комплекса CuCPP-1 в замороженной смеси растворов хлороформа и изопропилового спирта. Экспериментальные спектры до примерно 40 мкс после лазерной вспышки состоят только из сигналов поглощения, после 40 мкс- только из сигналов излучения. Форма спектра изменяется на интервале времени наблюдения.

На рис. 5 показан спектр время-разрешенного ЭПР фотовозбужденного 1 комплекса CuCPP-1 в о-терфениле. Экспериментальный спектр состоит только из сигнала излучения. На интервале времени наблюдения форма спектра не изменяется.

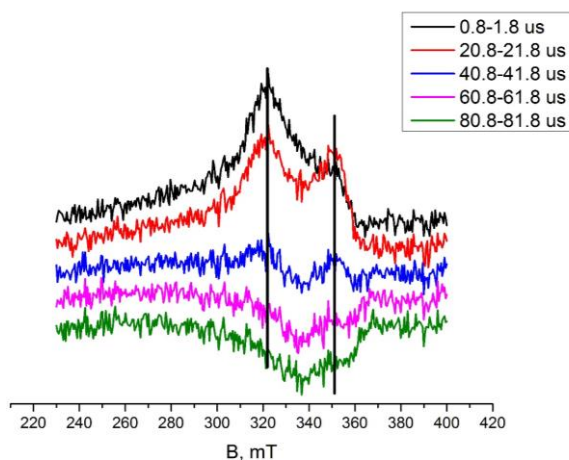


Рис.4. ВР ЭПР спектры фотовозбужденного комплекса CuCPP-1 в замороженной смеси растворов хлороформа и изопропанола при $T = 40$ К.

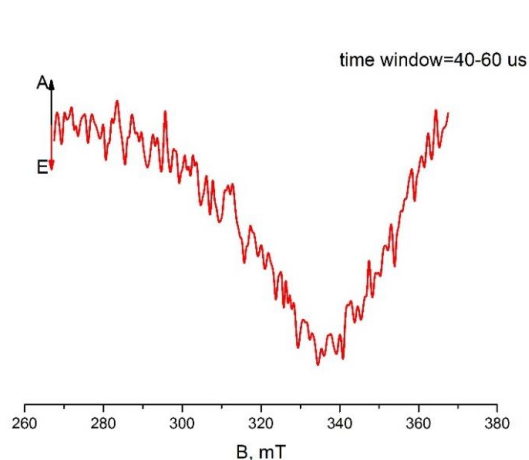


Рис.5. ВР ЭПР спектры фотовозбужденного комплекса CuCPP-1 в о-терфениле при $T = 40$ К.

ВР ЭПР спектры комплекса CuCPP-1 в замороженной смеси растворов хлороформа и изопропилового спирта и в о-терфениле различаются. Мы предполагаем, что время-разрешенные спектры ЭПР комплекса CuCPP-1 в замороженной смеси растворов хлороформа и изопропилового спирта включают в себя различные спектры ВР ЭПР. ВР ЭПР спектры комплекса CuCPP-1 в о-терфениле имеет типичную форму для основного состояния иона меди [10]. Через примерно 40 мкс после лазерной вспышки ВР ЭПР спектры комплекса CuCPP-1 в замороженной смеси растворов хлороформа и изопропанола вызван основным поляризованным состоянием иона меди. Ранее 40 мкс после лазерной вспышки ВР ЭПР спектры комплекса CuCPP-1 в замороженной смеси растворов хлороформа и изопропилового спирта являются более сложным для анализа.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Медный комплекс тетра этилового эфира копропорфирина-I был экспериментально исследован методами ЭПР. Мы обнаружили, что существует самодимеризация этого комплекса в смеси растворов хлороформа и изопропанола (1: 1). Так же было оценено расстояние между комплексами CuCPP-1 в димере. Было найдено основное поляризационное состояние иона меди для фотовозбужденного комплекса CuCPP-1 в о-терфениле. Было выявлено, что поляризованные состояния фотовозбужденного комплекса CuCPP-1 в смеси растворов хлороформа и изопропилового спирта (1: 1), являются более сложными.

Благодарности: Работа была поддержана российским фондом фундаментальных исследований (проект по. 16-03-00586) и программой президиума РАН (no.1.26).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] C. Stangel, C. Schubert, S. Kuhri et al., *Nanoscale* **7**, 2597-2608 (2015).
- [2] L. Moreira, J. Calbo, B. Illescas et al., *Angewandte Chemie International Edition* **54**, 1255-1260 (2015).
- [3] R. Paolesse, K. M. Kadish, K. M. Smith, R. Guilard, *The Porphyrin Handbook. Kadish, KM*, 201-232 (2000).
- [4] K. Sauer, J. R. L. Smith, A. J. Schultz, *Journal of the American Chemical Society* **88**, 2681-2688 (1966).
- [5] J. B. Pedersen, J. H. Freed, *Journal of Chemical Physics* **58**, 2746-2762 (1973).
- [6] H. Levanon, J. R. Norris, *Chemical Reviews* **78**, 185-198 (1978).
- [7] M. Y Choi, J. A. Pollard, M. A. Webb, J. L. McHale, *Journal of the American Chemical Society* **125**, 810-820 (2003).
- [8] A. A. Sukhanov, K. B. Konov, K. M. Salikhov, V. K. Voronkova et al., *Applied Magnetic Resonance* **46**, 1199-1220 (2015).
- [9] A. Bencini, D. Gatteschi, *Electron paramagnetic resonance of exchange coupled systems*. Springer-Verlag (1990).
- [10] V.S. Iyudin, Yu.E. Kandrashkin, V.K. Voronkova, V.S. Tyurin et al., *Applied Magnetic Resonance* **40**, 75-89 (2011)

ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ПЛОСКИХ КРОВЕЛЬ МОДИФИЦИРОВАННЫМ САМОУПЛОТНЯЮЩИМСЯ БЕТОНОМ, КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ЗДАНИЙ

Р.Р. Богданов, А.А. Мустафин

*Казанский государственный архитектурно-строительный
университет (420043, Казань, ул. Зеленая, д.1)
e-mail:bogdanov.r.r@yandex.ru*

1. ВВЕДЕНИЕ

Одной из актуальных проблем в строительстве является проблема повышения эксплуатационной надежности зданий. Для ее успешного решения необходим комплексный подход, учет многочисленных факторов, которые оказывают влияние на ускоренный износ основных фондов. По анализу данных обследований зданий наиболее часто встречается снижение эксплуатационной надежности надземной части здания, а именно кровли из-за нарушенного гидроизоляционного слоя.

2. АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ДАННЫХ И ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Плоские кровли зданий широко распространены как в гражданском, так и в промышленном строительстве. В качестве гидроизоляции плоских кровель зданий используются битумные мастики и рулонную изоляцию, но эти материалы обладают низкой прочностью, огнестойкостью и не долговечны. Одним из эффективных решений данной проблемы является замена верхнего слоя плоской кровли – гидроизоляции на слой из бетона толщиной 30-40 мм [1]. При этом тяжелый бетон должен обладать высокой морозостойкостью, водонепроницаемостью, трещиностойкостью и низкой усадкой. Также данный бетон должен быть удобоукладываемым и требовать минимальных трудозатрат и затрат машинного времени. Учитывая вышесказанное рационально использовать в качестве бетона для гидроизоляции - самоуплотняющийся бетон (СУБ), не требующий дополнительного уплотнения, позволяющий сократить трудозатраты и ускорить процесс укладки бетонной смеси, а также минимизировать затраты на ее выравнивание[2-5]. Однако возникают вопросы, связанные с повышением эксплуатационных и физико-механических характеристик СУБ для плоских кровель, а также вопросы, связанные с разработкой оптимального фракционного состава СУБ.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В работе использовали портландцемент (ПЦ) ЦЕМ II/A-K (Ш-П) 32,5Б ГОСТ 31108-2003 ЗАО «Ульяновскцемент», мелкий заполнитель – песок с модулем крупности $M_k=2.79$ фракции 0.16-5 мм и песок фракции 0.16-0.63 мм, отвечающие требованиям ГОСТ 8736-2014, в качестве крупного заполнителя использовали щебень из плотных горных пород производства ООО «Неруд-инвест» (Челябинская область, г.Сатка) фракции 5-10 мм отвечающий требованиям ГОСТ 8267-93. В качестве компонентов комплексного модификатора для СУБ использованы гиперпластификатор (ГП) – Remicrete SP 10, гидрофобизатор (ГФ) – Типром С, активная минеральная добавка – метаксаолин (МтК), в качестве дисперсного армирования – фибра «Челябинка». Состав модифицированного СУБ приведен в таблице 1.

Таблица 1

Состав модифицированного СУБ

Состав бетона, кг/м ³								
ПЦ	Щебень ф.5-10 мм	Песок ф.0.16÷5мм	Песок ф.0.16÷0.63мм	МтК	Фибра	ГП	ГФ	Вода
450	905	579	289	22,5	39	6,75	0,675	178

Бетонная смесь приготавливалась следующим способом, включающем перемешивание портландцемента, метаксаолина, щебня, песка фракций 0.16-5 мм и 0.16-0.63 мм, гиперпластификатора, гидрофобизатора, фибры и воды затворения, сначала в сухом виде перемешивают портландцемент, метаксаолин, щебень, песок фракций 0.16-5 мм и 0.16-0.63 мм, в течение 20-30 секунд до получения однородной смеси, 2/3 от общего количества воды вводят в сухую смесь и перемешивают в течение 30-40 секунд, гиперпластификатор и гидрофобизатор растворяют в 1/3 от общего количества воды затворения, после чего 1/3 водного раствора гиперпластификатора и гидрофобизатора вводят в бетонную смесь и перемешивают в течение 30-40 секунд, затем в полученную смесь вводят фибру и повторно перемешивают в течение 40 - 60 секунд.

Полученная бетонная смесь укладывалась на кровлю на предварительно уложенную полиэтиленовую пленку и выравнивалась по маякам. После выравнивания, поверхность свежеложенной

бетонной смеси покрывалась 50 % раствором латекса (СКС-65) методом распыления, для уменьшения влажностной усадки бетона.

В местах деления на карты, являющихся деформационными швами, уложена гидрошпонка Аквастоп, по методу [6]. Технологические свойства бетонной смеси и физико-механические свойства затвердевшего модифицированного СУБ приведены в табл. 2.

Таблица 2

Технологические свойства бетонной смеси и физико-механические свойства затвердевшего модифицированного СУБ

Характеристика	Показатель
Свойства бетонной смеси	
Плотность	2480 кг/м ³
Марка по расплыву конуса	P5
Марка по осадке конуса	П5
Расслаиваемость: раствороотделение водоотделение	2,7% 0,45%
Температура	25°С
Сохраняемость свойств	2ч
Свойства модифицированного СУБ	
Предел прочности при сжатии в возрасте 3сут.	42,5
Предел прочности при сжатии в возрасте 7сут.	56,9
Предел прочности при сжатии в возрасте 28 сут.	64,62
Марка по водонепроницаемости	W16
Марка по морозостойкости	F600
Усадка	0,2 мм/м

На рис.1 представлен выполненной кровли с гидроизоляционным слоем из модифицированного самоуплотняющегося бетона.



Рис.1 Вид свежееуложенной бетонной смеси покрытой латексом (слева) и готовой кровли (справа)

4. ВЫВОДЫ

1. Предложен состав СУБ для использования в качестве гидроизоляции при ремонте и реконструкции плоских кровель.
2. Подобран состав СУБ с учетом варьирования расхода крупного и мелкого заполнителя, модифицирующих добавок, для наилучших показателей по морозостойкости, водонепроницаемости и прочности.
3. Определены технологические свойства бетонной смеси и физико-механические свойства модифицированного СУБ для плоских безрулонных кровель: прочность при сжатии 64.62 МПа, марка по водонепроницаемости W16, марка по морозостойкости F600.
4. На территории ООО «Казанский ДСК» была проведена опытно - промышленная апробация устройства кровли здания с применением модифицированного самоуплотняющегося бетона. При устройстве гидроизоляционного слоя кровли использовалась бетонная смесь В50 П5 Р5 F600 W16.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Изотов В.С., Ибрагимов Р.А., Богданов Р.Р. Безрулонная монолитная кровля. Пат. №137685 Российская Федерация, E04D11/02 опубл. 27.02.2014. 4 с.
- [2] Баженов Ю.М., Демьянова В.С., Калашников В.И. *Модифицированные высококачественные бетоны*. М.:Издательство АСВ, 2006. 368с.
- [3] Изотов В.С., Ибрагимов Р.А., Богданов Р.Р. Свойства модифицированного самоуплотняющегося бетона для плоских кровель зданий. *Материалы VIII Академических чтений РААСН «Механика разрушения строительных материалов и конструкций»*: г.Казань, КазГАСУ, (2014) С. 27-31.
- [4] Каприелов С. С., Шейнфельд А. В., Кардумян Г. С. *Новые модифицированные бетоны*. М.: «Типография «Парадиз», (2010) 258 с.
- [5] Калашников В.И., Ананьев С.В. Высокопрочные и особовысокопрочные бетоны с дисперсным армированием. *Строительные материалы*. (2009) № 6. С. 59-61.
- [6] Изотов В.С., Ибрагимов Р.А., Богданов Р.Р. Безрулонная монолитная кровля. Пат. №141336 Российская Федерация, E04D11/02 опубл. 27.05.2014. 4 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ ФЛУКТУАЦИЙ НА СОСТОЯНИЕ $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Y}_x\text{Cu}_2\text{O}_{8+\delta}$ ВБЛИЗИ КРИТИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

И.И. Гимазов, В.О. Сахин, Ю.И. Таланов

*Казанский Физико-Технический Институт
(420029, Казань, ул. Сибирский тракт, д. 10/7)
e-mail: ubvfp94@mail.ru*

Высокотемпературные сверхпроводники (ВТСП) существенно отличаются от низкотемпературных сверхпроводников. Главное отличие заключается в наличии у ВТСП материалов псевдощелевого состояния выше критической температуры. Поэтому переход из нормального состояния в сверхпроводящее происходит многоэтапным путем: с понижением температуры сначала возникают псевдощель и куперовские пары, ниже по температуре между ними образуется фазовая когерентность, затем формируются каналы с нулевым сопротивлением и Мейсснеровский экранирующий ток. Вблизи критической температуры на все процессы существенное влияние оказывают флуктуации сверхпроводящего параметра порядка (ФСПП). Поэтому информация о них будет полезной для улучшения критических параметров ВТСП материалов. В данной работе для получения этой информации мы используем сочетание трех экспериментальных методов: измерение сопротивления, восприимчивости и нерезонансного микроволнового поглощения (МВП).

Каждый из этих методов базируется на определенном физическом явлении. Магнитная восприимчивость ниже T_c определяется возникновением экранирующих токов, эффектом Мейсснера. Изменение сопротивления обусловлено возникновением сверхпроводящих каналов. МВП также определяется проводимостью образца. Но поскольку измерения проводятся при высоких частотах, они позволяют обнаруживать и изучать сверхпроводящие флуктуации.

В настоящей работе объектами исследования служили монокристаллы $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ с примесью ионов иттрия. Изменение концентрации иттрия позволяет изменять плотность носителей тока (дырок). В отсутствие иттрия образец имеет концентрацию носителей тока выше оптимального уровня (получается передопированный образец, OD). По мере увеличения концентрации иттрия плотность носителей тока уменьшается (получаются недоопированные образцы, UD).

На рисунке 1 представлены температурные зависимости восприимчивости для трех образцов с разной концентрацией носителей тока. При определенной температуре восприимчивость становится отрицательной и далее она увеличивается по абсолютной величине. Как отмечалось выше, это связано с возникновением экранирующих токов. Это резкое изменение восприимчивости позволяет определить критическую температуру образца. Видно, что с увеличением концентрации иттрия (с уменьшением плотности носителей тока), температура перехода понижается.

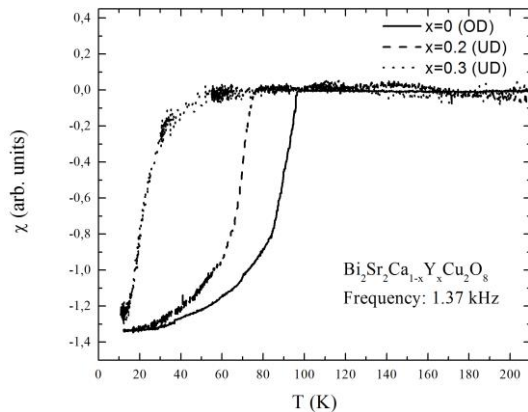


Рис.1. Температурная зависимость восприимчивости при разных концентрациях носителей тока

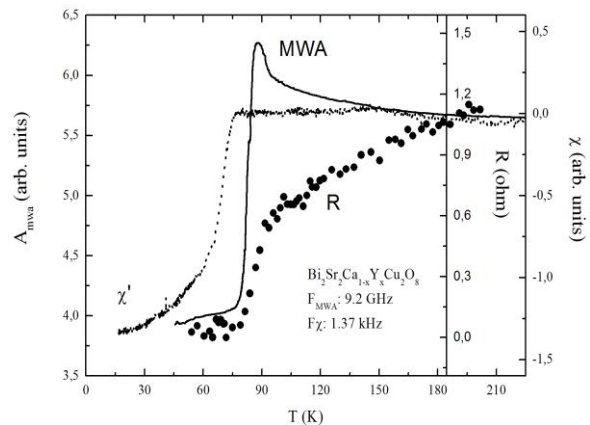


Рис.2. Температурная зависимость восприимчивости и МВП ($x=0.2$)

Для одного из образцов мы также измерили температурную зависимость сопротивления и МВП. На рисунке 2 представлены температурные зависимости всех методов измерения. Можно заметить, что диапазон температур изменения параметров отличается. Поскольку МВП связано с проводимостью, переход по сопротивлению и МВП наблюдается примерно при одинаковых температурах. Восприимчивость определяется экранирующими токами, поэтому требует образования объемной Мейсснерской фазы, что происходит при более низкой температуре по сравнению с температурой возникновения сверхпроводящих каналов. МВП определяется проводимостью, но при температурах выше T_c ведет себя отличным образом в виде максимума. Есть предположение, что этот максимум связан со сверхпроводящими флуктуациями. Мы планируем исследовать эту особенность, используя образцы с другими концентрациями носителей тока, также провести сравнительный анализ с другими ВТСП материалами, где влияние флуктуаций существенно меньше.

ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СИЛИКАТНО-МАКРОЦИКЛИЧЕСКИХ КЛАСТЕРНЫХ СТРУКТУР ДЛЯ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА ВОДЫ

Зиятдинова Р.В.¹, Стойков И.И.¹

*¹Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань,
ул. Кремлевская, 18.
e-mail: Ramilia91@mail.ru*

Значительную антропогенную нагрузку на экологическое состояние окружающей среды оказывают различные отрасли промышленности, среди которых химическая промышленность по объему и токсичности сбрасываемых загрязнений занимает ведущее место. К основным источникам загрязнения химической промышленности относят сточные воды, газы, пары и пыль химических соединений. В России, где велики объемы нефтепереработки, эта проблема стоит особо остро. Несмотря на разработку большого количества способов очистки вод от разлитых на их поверхности или диспергированных в объеме углеводородов, проблема окончательно не решена и является актуальной с точки зрения, как экологической безопасности, так и охраны окружающей среды. Для сбора и удаления с поверхности воды жидких углеводородов широко распространено применение пористых материалов, обладающих адсорбционными свойствами.

Поскольку высокие темпы загрязнения воды приводят к повышению спроса на коммерчески доступные сорбенты для экспресс-тестов природной, питьевой и сточных вод, особый интерес вызывают наработки в области химии производных п-трет-бутилтиакаликс[4]арена, которые позволяют получить высокоселективные, нетоксичные, чувствительные органо-неорганические наноматериалы и исследовать их сорбционную активность для решения поставленных задач. Полученные сорбенты будут более специфично сорбировать нитропроизводные анилина и фенола по сравнению с существующими аналогами.

Получены и охарактеризованы гибридные тиакаликс[4]арен/SiO₂ наночастицы на основе нового производного тиакаликсарена, содержащего на нижнем ободе одновременно три бензильных и одну триэтоксисилильную группу. В рамках проведенных исследований был использован широкий набор методов, в том числе, последние методологические разработки в области целенаправленного

органического синтеза (темплатный эффект катиона при функционализации нижнего обода п-трет-бутилтиакаликсарена), а также методы получения нано- и микронных частиц диоксида кремния с поверхностью, функционализированной заданными органическими фрагментами, современные методы установления структуры и состава макроциклических соединений (ИК- и ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия), размеров и морфологии коллоидных частиц (методы динамического светорассеяния, совмещенной термогравиметрии-дифференциальной сканирующей калориметрии, электронной сканирующей микроскопии, электронной просвечивающей микроскопии). Методом УФ спектроскопии была изучена сорбционная активность полученных наноматериалов.

Полученные в работе результаты имеют важное практическое значение и могут быть использованы для дальнейшей разработки эффективных промышленных сорбентов с целью разработки высокоселективных систем для анализа и разделения субстратов, используемых на нефтехимических предприятиях, в частности на очистных сооружениях «ТОРОС»; для очистки промышленных сточных вод на предприятии по водоотведению "Водоканал", "Национальной водной компании" г. Казани.

ОБРАЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСА МЕЖДУ ГИДРОХЛОРИД ПОЛИАЛЛИЛАМИНОМ И НУКЛЕИНОВЫМИ КИСЛОТАМИ

**Р.Ф. Камалиева, Е.Ю. Тарасова, Э.В. Рожина, Ф.С. Ахатова,
Р.Ф. Фахруллин**

Институт фундаментальной медицины и биологии КФУ

Казань, ул. Парижской Коммуны, д. 9,

Научно образовательный центр ИФМиБ

[*kamalieva1988@list.ru*](mailto:kamalieva1988@list.ru)

В условиях постоянного увеличения количества новых химических веществ, поступающих в обращение, актуальной проблемой является их исследование в целях получения информации о потенциальной опасности веществ, а также разработка профилактических мероприятий, предусматривающих предотвращение неблагоприятного воздействия на организм человека и окружающую среду. В качестве таких веществ для переноса генов могут быть катионные полимеры, катионные пептиды и катионные липиды [1]. С данной точки зрения интерес представляет Гидрохлорид полиаллиламина (ПАН (poly (allylamine hydrochloride) Mw70 kDa), который является катионным полиэлектролитом, полученный полимеризацией аллиламина. Он может быть использован в сочетании с анионным полиэлектролитом как поли (стирол сульфонат натрия) с образованием адсорбированной пленки состоящая из отрицательно и положительно заряженных полимеров [2]. Поли (аллиламин гидрохлорид) имеет множество биомедицинских применений, а также этот полиэлектролит используют в области капсулирования клетки. Методом LBL можно построить барьер между клеткой и резкой внешней окружающей средой. После лизиса клеток, капсула из слоистых полиэлектролитов сохраняет свою структурную целостность и может быть использована для целей, таких как доставка лекарственных средств. Для определения влияния полиэлектролита на нуклеиновые кислоты брали высокомолекулярную сухую ДНК из селезенки быка (Sigma). Перед разделением фрагментов приготавливали смеси, которые содержали 10 мкл. искомой концентрированной ДНК и 10 мкл. полиэлектролита. Полученные смеси разделяли электрофоретически в агарозном геле. В охлажденный расплав 1,5% агарозного геля до 27С добавили EtBr: брали 5 мкл из стокового раствора EtBr (3,8-диамино-5-этил-6-фенил-фенантридиум бромид) с

концентрацией 10 мг/мл на 150 мл расплава. Визуализировали в проходящем ультрафиолетовом свете при длинах волн 300 и 360 нм, а эмиссия происходит в красно-оранжевой области видимого спектра при 590 нм.

Согласно литературным данным РАН Mw70 кДа связывается с ДНК [3]. Нами выявлено снижение свечения бромистого этидия при добавлении РАН кДа 70 при концентрациях от 0,1 - 0,01 мг/мл. Это можно объяснить тем, что ДНК с полиэлектролитом РАН кДа 70 образует комплексы, которые не дают связаться ДНК с бромистым этидием, поэтому ДНК не окрашивается.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] L. Gholami, *Evaluation of genotoxicity and cytotoxicity induced by different molecular weights of polyethylenimine/DNA nanoparticles*, Turk. J. Biol. (2014) P.380–387.
- [2] A. Antipov, *Carbonate microparticles for hollow polyelectrolyte capsules fabrication*, Colloids and Surfaces, A: Physicochem. Eng. Aspects, (2003) P. 175–183.
- [3] C. Tros, *Gene delivery by lipoplexes and polyplexes*, Eur. J. Pharm. Sci. (2010) P.- 159–170.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННОГО ЛИСТОВОГО ОПАДА ПО ОТНОШЕНИЮ К НЕФТИ

С.В.Прохорова, С.В.Степанова

КНИТУ (РТ, г. Казань, ул.К.Маркса 68)

p.svetlanka.v@gmail.com

Нефтепродукты (НП) попадают в окружающую среду в результате техногенных аварий, сброса неочищенных и недостаточно очищенных нефтесодержащих сточных вод, и в значительном количестве вследствие неорганизованного отвода ливневого и талого стоков с территорий, загрязненных различными нефтепродуктами и маслами [1]. Они являются одними из наиболее распространенных антропогенных загрязнителей [2].

В настоящее время существует большой набор методов для удаления разливов нефти и НП с водной поверхности. Сорбционный способ является наиболее эффективным и экологически приемлемым методом. Преимущество метода - возможность удаления поллютантов до любой остаточной концентрации.

Исследования последних лет показывают, что дорогие промышленные сорбенты могут быть заменены на материалы, полученные из природного сырья или отходов производств, основой которых является целлюлоза. Пример: древесные опилки, измельченная кора, иголки и листья деревьев. Достоинствами данного сорбционного материала является его широкое распространение, дешевизна и воспроизводимость.

Из-за того, что листва легко разбухает в воде, следовательно, заполняются ее поры влагой, использовать в качестве сорбента нефти малоэффективно. Поэтому её поверхность нужно обработать веществами, которые бы отталкивали воду от ее поверхности.

В работе в качестве такого реагента выступал метилтриэтоксисилан. Обработка образцов листвы метилтриэтоксисиланом в жидкой фазе в воде и органических растворителях (этилового и изобутилового спирта, ацетона и толуола) проводилась следующим образом: в колбы объемом 250 см³ помещалось 3 г смешанного листового опада с раствором гидрофобизатора. Концентрацию модификатора варьировали от 1 % до 10 %. Содержимое колбы тщательно перемешивали на перемешивающем устройстве в течение 1–2 ч при температуре ~ 30 °С. Затем модифицированные образцы листвы отделялись от раствора и высушивались до постоянной массы.

С модифицированными материалами проделали такие эксперименты как нефтеемкость, водопоглощение, остаточное содержание нефти в воде.

Суть эксперимента заключалась в том, что в чашки Петри помещалась латунная сетка, наливалось 70 мл нефти/воды и сплошным слоем наносился исследуемый образец (листовой опад) массой 1 г. Через определенное время образец пропитывался полностью нефтью/водой. Потом они изымались из чашки и после стекания некоторой части нефти, взвешивались на лабораторных весах марки ВЛТ-150П до постоянной массы.

Гистограммы зависимости количества поглощенной нефти в зависимости от концентрации гидрофобизатора и природы растворителя приведены на рисунке 1.

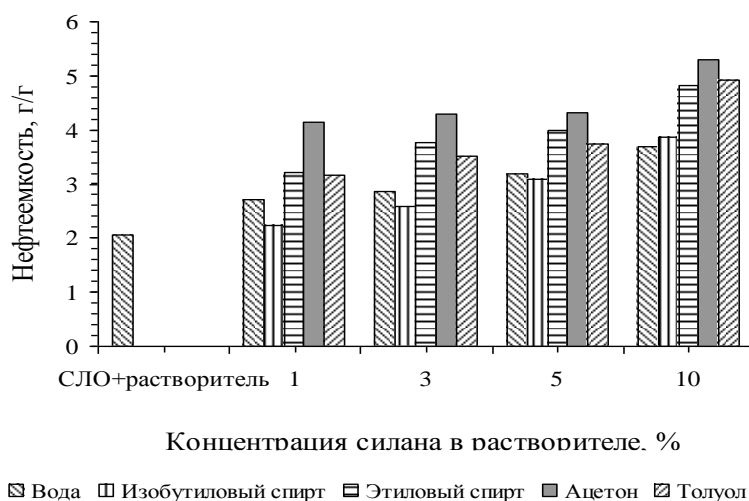


Рис. 1 Зависимость значений максимальной нефтеемкости от концентрации модификатора в различных растворителях

Как следует из приведенных на рисунке 1 гистограмм, с увеличением концентрации метилтриэтоксисилана в растворе, значение максимальной нефтеемкости повышается, что вполне закономерно. Листва, модифицированная обработкой названным КОС в растворе ацетона, обладает наибольшими значениями нефтеемкости. Обработка СЛО в изобутиловом спирте способствует снижению искомого показателя даже ниже, чем у образцов, в которых листва обрабатывалась в водной среде. Наибольшую сорбционную емкость по отношению к нефти имеет листовой опад, обработанный 10 %-ным раствором метилтриэтоксисилана в ацетоне (5,3 г/г). Т.е. обработка способствует увеличению значения максимальной нефтеемкости более чем в 2 раза.

Как следует из приведенных на рисунке 2 данных, увеличение дозировок метилтриэтоксисилана в растворителе при обработке СЛО способствует снижению показателя максимального водопоглощения, что вполне закономерно и объяснимо. При концентрации

кремнийорганического реагента при обработке СЛО от 1 до 5 %, наименьшее значение максимального водопоглощения имеет образец, подвергнутый обработке КОС в этиловом спирте, наибольшие значения названного показателя – в растворах ацетона и толуола. Исходный СЛО без обработки имеет максимальное водопоглощения 3,2 г/г, а в случае использования в качестве сорбционного материала 10 %-ной эмульсии метилтриэтоксисилана в воде – 1,4 г/г.



Рис. 2 Зависимость значений максимального водопоглощения СЛО от концентрации модификатора и природы растворителя

Остаточное содержание нефти в воде определялось методом экстракции. В делительную воронку сливают остаток нефтезагрязненной воды с чашек Петри, добавляют 5 мл четыреххлористого углерода и интенсивно встряхивают. В результате образуется 2 слоя: верхний-нефть + четыреххлористый углерод и нижний-вода. Нижний слой сливают, а верхний - помещают в сушильный шкаф, выпаривают до постоянного веса, взвешивают и определяют остаточное содержание нефти в воде.



Рис 3 – Зависимость остаточного содержания нефти в воде от концентрации модификатора листового опада в водной среде и в среде органических растворителей (этилового и изобутилового спирта, ацетона и толуола)

Остаточное содержание нефти в воде уменьшается как с увеличением концентрации модификатора, так и временем выдержки. При обработке образца 10 % водным раствором метилтриэтоксисилана остаточное содержание нефти в воде 0,0137 г/л, а при использовании 10 % раствора метилтриэтоксисилана в этиловом спирте – 0,0003 г/л.

Анализируя проведенные результаты, можно прийти к выводу о том, что предпочтительнее обрабатывать сорбционный материал раствором гидрофобизатора на основе этилового спирта и ацетона, чем в чистом силане, а также растворами изобутилового спирта или толуола.

Вероятно, в этой эмульсии растворитель, быстрее испаряется с поверхности сорбента, усиливая эффект дегидратации [3].

Таким образом, проведенные исследования говорят о потенциальной возможности применения отходов растительного происхождения модифицированных спиртовым раствором метилтриэтоксисилана в качестве сорбентов для удаления тонких нефтяных пленок. Результаты исследований свидетельствуют об эффективности растительного сырья, что открывает широкие возможности производства на его основе экологически безопасных, дешевых сорбентов.

ЛИТЕРАТУРА

- В. В. Трусова. Автореф. дисс. *Очистка оборотных и сточных вод предприятий от нефтепродуктов сорбентом на основе бурых углей.* Иркутск, 2014. С. 4.
- Е. С. Климов. *Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод.* Ульяновск: УлГТУ, 2011. 11 с.
- С. В. Прохорова. *Технические науки: электрон. научн. журн., 1 (19) (2016),* <http://www.researches-of-technical-sciences.ingnpublishing.com/files/2016/ITN/1-19/esj-rts-2016-1-19-Prohorova.pdf>.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЛИТИЙ - ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ С УЛУЧШЕННЫМИ УДЕЛЬНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

**Р.Р. Фатыхов, С.М. Хантимеров, Р.Р. Гарипов, Н.М.
Сулейманов**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Казанский физико-технический институт им. Е.К.Завойского Казанского
научного центра Российской академии наук (КФТИ КазНЦ РАН)
e-mail: nice.fatyhov@mail.ru*

1. ВВЕДЕНИЕ

Литий-ионные аккумуляторы (ЛИА) рассматриваются в настоящее время как перспективные электрохимические системы хранения и преобразования энергии [1]. Такие источники питания способны запасать в несколько раз больше энергии на единицу веса, чем традиционные накопители (аккумуляторные батареи и т.п.).

При этом все более широкое внимание уделяется разработке эффективной конструкции электродных систем и методов быстрой перезарядки таких источников энергии с целью повышения их удельных энергетических характеристик, времени жизни, цикличности заряда/разряда и снижению деградации электродных материалов. Таким образом, разработка эффективной конструкции электрохимической ячейки и нахождение новых электродных материалов представляет собой важную проблему, решение которой позволит открыть пути для широкого применения литий-ионных аккумуляторов [2, 3].

Целью данной работы является проведение исследований, ориентированных на установление физико-химических закономерностей между рабочими параметрами новых гибридных электродных материалов на основе углеродных наноструктур для современных химических источников тока, и разработка лабораторного макета литий-ионной батареи с высокой энергетической емкостью.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Традиционно в качестве анода литий-ионного аккумулятора используется графит. В данной работе в качестве электродного материала предлагается использовать конические углеродные нанотрубки. Выбор в качестве анодного материала углеродных

нанотрубок обусловлен тем, что они обладают высокой эффективной поверхностью и химической стойкостью, что необходимо для сред, в которых будет храниться литий. Конические углеродные нанотрубки, стенки которых состоят из коротких сегментов, образованных единичными коническими графитовыми плоскостями с открытыми концами, представляют собой идеальные контейнеры для хранения лития. Возникает возможность адсорбции лития как поверхностью углеродных нанотрубок, так и возможность интеркаляции лития в межплоскостное пространство конических сегментов. Предполагается, что это позволит увеличить энергетическую емкость ЛИА.

Традиционно в качестве катодного материала применяется литиевый оксид кобальта (LiCoO_2). В качестве катодного материала в данной работе предлагается использовать литиевые оксиды переходных элементов со структурой НАСИКОН $\text{Li}_3\text{M}(\text{PO}_4)_3$, где $\text{M} = \text{Mn}, \text{V}, \text{Co}, \text{Ni}$. Кристаллическая структура данного типа стабильна по отношению к изменению валентности катионов переходных элементов, вызываемой процессами интеркаляции/деинтеркаляции щелочного элемента при заряде/разряде аккумуляторной ячейки. При этом открытая трехмерная структура с большим количеством междоузельных позиций способствует высокой подвижности ионов щелочного элемента.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Впервые для конических углеродных нанотрубок были получены кривые заряжения/разряжения ионов лития (интеркаляция/деинтеркаляция ионов лития). Установлено, что кривые заряжения/разряжения на конических углеродных нанотрубках обратимы, и данные опытные образцы могут быть использованы в качестве анода в литий ионных аккумуляторах. В дальнейшем планируется проведение экспериментальных исследований с применением методов ЭПР, ЯМР для изучения электронной структуры образцов, а также исследование электрофизических свойств и зарядно-разрядных характеристик электродов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] John B. Goodenough and Kyu-Sung Park. *The Li-Ion Rechargeable Battery: A Perspective*. *J. Am. Chem. Soc.*, 2013, 135 (4), pp. 1167–1176.
- [2] Da Deng. *Li-ion batteries: basics, progress, and challenges*. *Energy Science & Engineering*, 2015, 3, pp. 385–418.
- [3] Armand M. and Tarascon J.-M. *Building better batteries*. *Nature*, 2008, V.451, pp. 652-657.

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ РЕАГЕНТОВ С НАНОКОМПОНЕНТАМИ КОМПЛЕКСНОГО ВЯЗКОСТНО-ПРОТИВОТУРБУЛЕНТНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЕЙ И НЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Е.В. Харитонов, Г.И. Дусметова, А.В. Шарифуллин, Л.Р. Байбекова

*Казанский национальный исследовательский технологический
университет, г. Казань ул. К.Маркса 68*

e-mail: kharitonov.eve@list.ru, guzal.dusmetova@mail.ru,
sharifullin67@mail.ru, l_baibekova@mail.ru

В последние годы в нефтедобывающих регионах наметилась тенденция к увеличению добычи тяжелых нефтей, на долю которых приходится около 80% запасов. Отдельные месторождения полностью относятся к залежам с трудноизвлекаемыми запасами вязкой нефти. Таким образом, можно говорить о том, что будет идти интенсивная разработка месторождений высоковязких нефтей, что приведет к осложнению проблем, связанных с их транспортировкой. Более энергоэффективным методом снижения затрат на транспортировку можно считать реагентный метод, основанный на введении специальных присадок [1].

Современные требования к такому роду присадок предполагают определенную универсальность: сочетание «вязкостных» и «противотурбулентных» свойств с сохранением устойчивости к различному виду деструкций. Однако используемые в настоящее время присадки не обладают в полной мере этими требованиями.

Существующие на сегодняшний день различные полимерные присадки, вводимые в нефтяную фазу, справляются со своей задачей не в полной мере, так как обладают низкой устойчивостью, особенно в условиях турбулентного режима перекачки. При этом, в настоящее время, большее внимание уделяется наноэффектам.

Исходя из этого, разработана композиция (присадка), состоящая из наночастиц (20-30 нм), низкомолекулярного полимера и синтетического ПАВ-Реапон-4В. Действие данной композиции основано на образовании за счет адсорбционных сил новых прямоцепочных структур – «макромолекул», в центре которых находятся наночастицы, на которых идет «прямоточная» адсорбция молекул полимера. Образуется новая структура линейного строения «псевдополимер» с более высокой молекулярной массой, чем исходный полимер (линейное

строение обусловлено тем, что данная конфигурация энергетически более выгодна). Как известно, эффект снижения гидродинамического сопротивления тем больше, чем больше молекулярная масса полимера [2]. Однако присадка, имеющая слишком большую молекулярную массу, неустойчива к механодеструкциям. Мы предполагаем, что разработанная нами композиция более устойчива к механодеструкциям за счет эффекта периодического разрушения и восстановления своей структуры. Вначале полимер адсорбируется на поверхности наночастиц, образуя новую структуру линейного строения с большой молекулярной массой, за счет чего и происходит снижение турбулизации потока и, как результат, снижение гидродинамического сопротивления. За счет механодеструкций «псевдополимер» разрушается. Затем в потоке движущейся жидкости вновь происходит адсорбция полимера на поверхности наноконпонента и образование «макромолекулы». Присутствующий ПАВ совместно с полимером позволяет данной дисперсной системе находиться в агрегативно-устойчивом состоянии, не давая частицам наноконпонента коагулировать в растворе. Данная теория основана на результатах ИК спектроскопии и полученных микрофотографиях разработанной присадки на растворном электронном микроскопе.

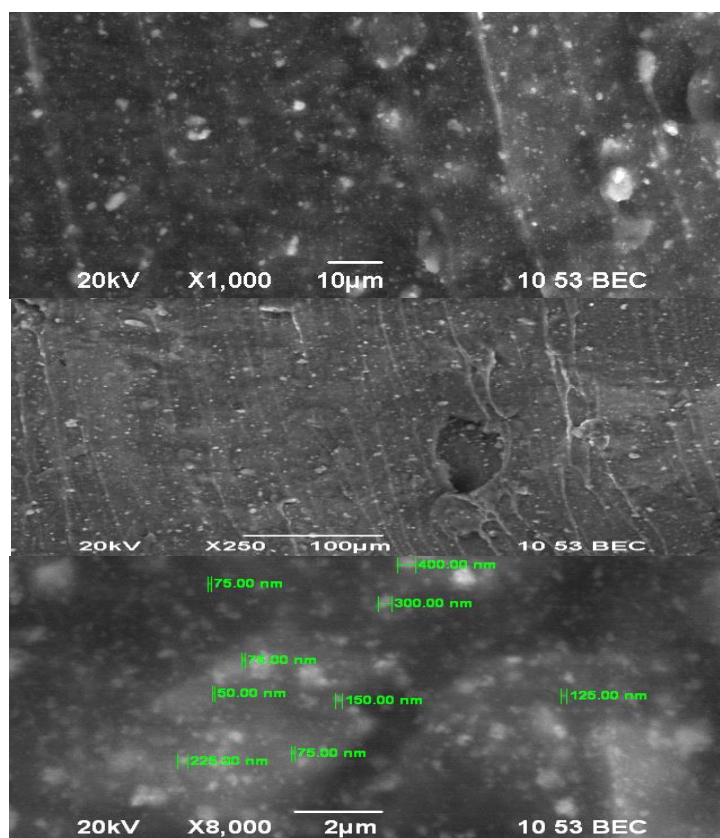


Рис. 1. Микрофотографии присадки с наноконпонентом

По данным микрофотографий снятых на растровом электронном микроскопе JSM-6490LV полученная присадка представляет собой

полидисперсную систему (рис.1). Наночастицы образуют агломераты. В случае присадки агломераты находятся в диапазоне от 75 до 225 нм.

Установлено, что синтезированная нами присадка с наноконпонентом, в условиях турбулентного течения потока, действует как «противотурбулентная», так и как «вязкостная». При этом действие присадки, обусловленное снижением вязкости среды, проявляется больше при температурах, близких к температуре 0 °С и в условиях малых скоростей перекачки [3].

Присадка, содержащая наноконпонет, эффективна и проявляет «вязкостные» свойства при малых скоростях сдвига, что позволяет снизить энергетические затраты на начальном этапе движения нефти (т.е. в ламинарном и переходном режиме). С ростом турбулизации потока действие наноконпонента по снижению вязкости уменьшается.

С увеличением вязкости перекачиваемых нефтяных сред эффект снижения вязкости усиливается. Однако при этом существует пороговое значение вязкости нефтяных сред, ниже которой эффективность действия присадки снижается.

Противотурбулентные свойства присадок оценивали по снижению гидравлического сопротивления (эффект Томса) перекачиваемой среды при 23-25°С на специально разработанной установке для стендовых испытаний расходных характеристик гидравлических сопротивлений (условия близкие к реальным).

Присадки, вводимые в циркулирующую трубопроводную систему, готовят в виде концентрата путем растворения в дизельном топливе при температуре 60°С с дальнейшим растворением в течение суток при температуре 25°С. Образуется устойчивая эмульсия с концентрацией от 15% до 30% активного компонента, которая вводится в систему при постоянном перемешивании. Такой процесс позволяет получить высокодисперсную систему, которая при вводе в трубопровод быстро распределится по системе.

Согласно полученным результатам, синтезированная нами присадка с наноконпонентом увеличивает расход дизельного топлива, что больше чем у промышленно-применяемой присадки M-FLOWTREAT с таким же расходом 100 г/т (ввиду особенностей экспериментальной установки, максимальный эффект действия присадок наблюдался при концентрации 100 г/т). При этом, в обоих случаях эффект сохраняется приблизительно до 100 циклов перекачки (100 раз проходит через шестеренчатый насос), что говорит об их достаточно высокой устойчивости к механодеструкции (см. рис.2).

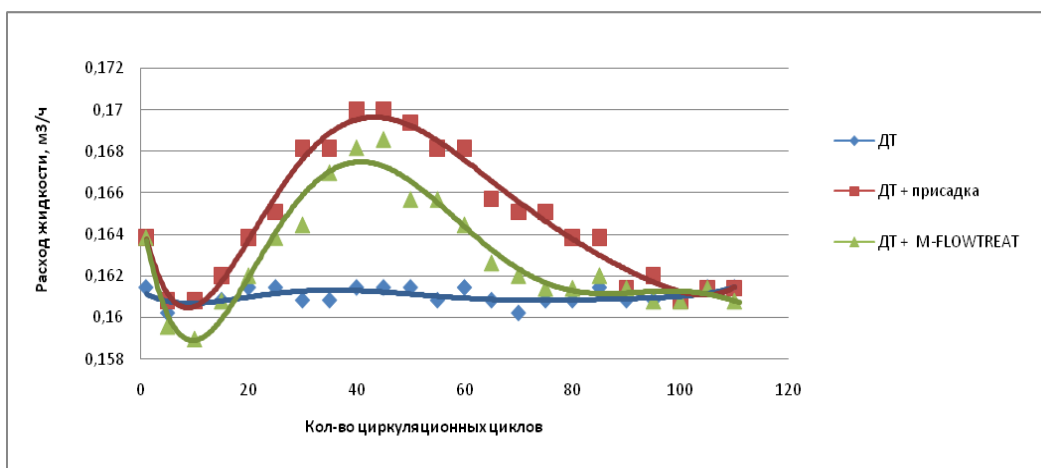


Рис.2. Изменение расхода жидкости в зависимости от числа циркуляционных циклов, при $Re= 7000-8000$

Гидродинамическая эффективность разработанной присадки с наноконпонентом в среднем в 1.3-1.8 раза выше, чем у промышленной противотурбулентной присадки M-FLOWTREAT на дизельной фракции. Можно предположить, что на нефтях (более вязких средах) эта разница будет больше.

В целом, как показали исследования, с увеличением турбулизации движущегося потока эффективность действия присадки увеличивается и достигает определенного оптимума (19-20 % отн.)

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Р.Р. Хуснуллина, Композиционные составы для снижения гидравлического сопротивления в системах трубопроводного сбора и транспорта продукции нефтяных скважин .дис.канд.техн.наук / Хуснуллин Р.Р.– СПб. (2015).
- [2] С.В. Чичканов, Влияние молекулярных характеристик полиакриламида на величину эффекта Томса в прямых эмульсиях / С. В. Чичканов, В. А. Мягченков // Нефтяное хозяйство. №12 (2002).
- [3] Шарифуллин А.В., Байбекова Л.Р., Шарифуллин В.Н., Дусметова Г.И. Разработка и испытание вязкостной присадки к нефти. Электронный научный журнал «Нефтяная провинция», <http://www.vkro-raen.com/> №3 (2015)

4. Новые приборы и аппаратные комплексы

РАЗРАБОТКА РАДИОЧАСТОТНОГО ПРИЁМНОГО ДАТЧИКА ПОВЫШЕННОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

Хундиряков В.Е.¹, Баязитов А.А.², Валлиулов Р.В.²

¹Казанский Федеральный (Приволжский) Университет, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 16а.

²Казанский физико-технический институт им Е.К. Завойского Каз НЦ РАН, 420029, РТ, г. Казань, ул. Сибирский тракт 10/7
yadim.139@mail.ru

1.АКТУАЛЬНОСТЬ

В работе приводятся основополагающие результаты исследований необходимые для дальнейшей разработки приемного датчика малогабаритного томографа с индукцией магнитного поля 0.4Тл. Резонансная частота приема 17.5МГц. В ходе одного из исследований в лаборатории ММФ наблюдали положительный эффект в результате применения резонансного отражателя в датчике “Шея” [1].

2.ВВЕДЕНИЕ

Основная идея будущей работы повышение чувствительности приемной системы за счет применения дополнительного резонансного контура. Оценить степень влияния экрана на приёмную систему с учетом дополнительных резонансных отражателей. Выработать алгоритм настройки данных типов датчиков.

3.ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Предварительные результаты работы показываю следующее, проводилось математическое моделирование предварительных вариантов конфигурации датчиков на предмет обеспечение однородности поля в области исследования путем варьирования некоторых параметров контура: число витков, шаг между витками. По результатам предварительного моделирования лучшим вариантом по однородности поля и величине сигнала является датчик с 4 витками, включенными в параллель Рис.1. Шаг между витками с током при расчетах менялся от 5 до 13 см. На рис.1 нижний график соответствует значению шага $h=5$ см, верхний график соответствует значению шага $h=13$ см. Максимально допустимый шаг между витками для 4 витков с током при условии габаритного размера датчика в 20см, $h = 6$ см.

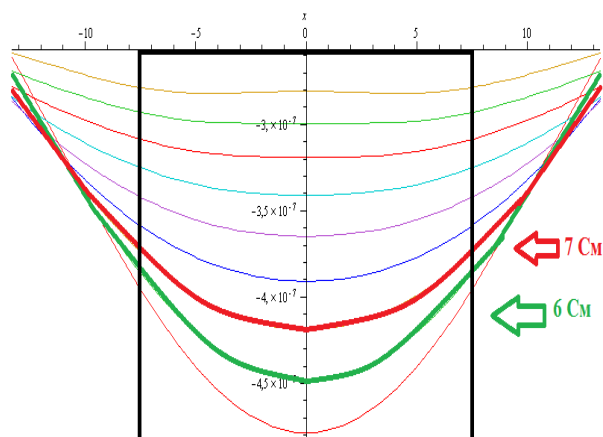


Рис.1 Расчет индукции магнитного поля от 4 параллельных витков. При условии, что шаг между всеми соседними витками входе каждого эксперимента был постоянным.

Также проводились исследования зависимости добротности $Q(I)$ рис. 2, индуктивности $L(I)$ рис3 контура от шага между двумя витками при двух режимах включения. Теоритически, при увеличении числа витков в n раз включенных в параллель, L будет уменьшаться в n раз, а при последовательном, она будет увеличиваться в n раз. При значениях $L > 1$ мкГн настройка контура на резонанс становится затруднительна или вовсе невозможна. Это одна из причин выбора в пользу конфигурации с параллельным включением витков. Вторая причина более высокая добротность приемного контура на рабочей частоте. С увеличение ширины ленты на 1см при диаметре кольца 15см и расстоянием между двумя витками L увеличивалось на 0.02мкГн. Важно понимать при увеличении ширины ленты на 1см общий размер датчика увеличивался на 4см. Для дальнейших экспериментов была выбрана лента шириной 2 см.

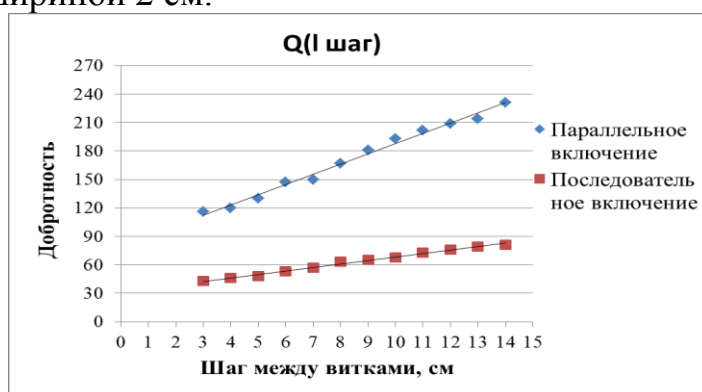


Рис.2. Зависимости добротности контура от шага между витками при параллельном и последовательном режимах включения витков с током.

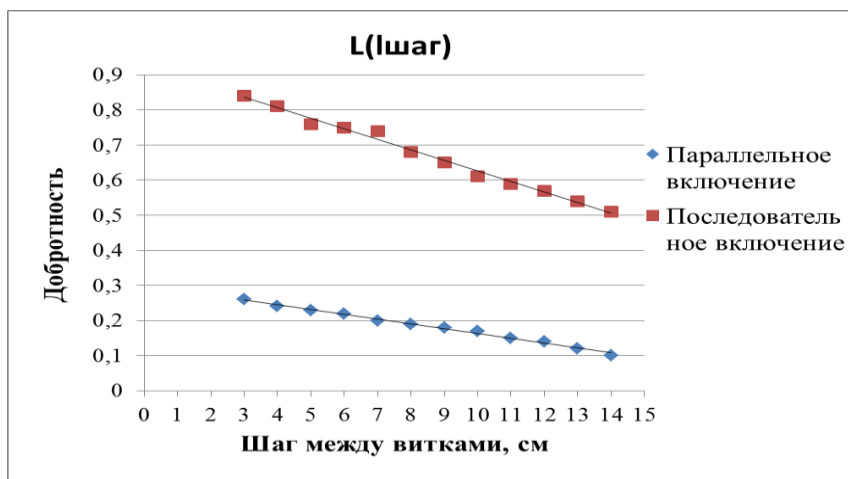


Рис.3. Зависимость индуктивности контура от шага между витками при параллельном и последовательном режимах включения витков с током.

В ходе предварительного исследования экранов, мы наблюдали следующие результаты: сплошной замкнутый экран имеет наилучшие характеристики по степени экранирования, но сильно искажает градиентное поле в магните, поэтому решили отказаться от этого варианта. Далее экран из короткозамкнутых витков также, как и сплошной экран портит однородность поля. В случае применения экрана замкнутой медной сетки, ухудшается однородность поля градиентов вдвое, по степени экранирования сигнала в 2.5 раза уступает экрану из сплошной ленты, но лучше по радиочастотным характеристикам, чем вариант без экрана.

Полученные результаты лягут в основу будущей работы по данной теме.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Баязитов А.А *Материалы ежегодной научно-практической конференции "Инновации РАН – 2010"*./, Панкратов А.С., Сайкин К.С., Анашкин В.Н., Иманаев Р.М., Муртазина Э.М. – Казань: Изд. Слово, 111 с.(2010).

5. Биотехнологии

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ МАЛОЖИРНОГО ЙОГУРТА

А.И. Вафина, Е.В. Никитина, Г.О. Ежкова, А.Р. Каюмов

Казанский национальный исследовательский технологический университет

420015 г. Казань, ул.К.Маркса, д.68

adelia88@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время во всем мире кисломолочные продукты рассматриваются как основа здорового питания человека, способствующая предупреждению ряда заболеваний, сохранению здоровья и увеличению продолжительности жизни. Одним из преимуществ кисломолочных продуктов является содержание молочнокислых бактерий, которые подавляют рост и развитие болезнетворных и гнилостных бактерий в организме человека. Кроме того кисломолочные продукты выполняют функции обеспечения организма необходимыми эссенциальными и биологически активными веществами [1]. Одним из популярных видов кисломолочных продуктов, представляющих практический и научный интерес, является йогурт. При производстве йогуртов важную роль играют культуры молочнокислых бактерий закваски, которые способствуют сквашиванию молочной смеси, формируют консистенцию и вкусоароматические свойства готовых продуктов. Натуральный йогурт без добавок получают добавлением в молоко молочнокислых бактерий (*Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus*), вызывающих молочнокислое брожение [2].

Целью исследования было изучить способность сквашивать маложирное молоко новыми изолятами молочнокислых бактерий и оценка их перспективы использования в молокоперерабатывающей индустрии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследования выступало молоко коровье пастеризованное (ГОСТ 31450-2013), которое потом подвергли центрифугированию при 3000 g, и доводили жирность до 1,8 %.

Таблица 1 – Физико-химические свойства маложирного молока

Показатель	Значение
Белок, %	3,52
Жир, %	1,8
Лактоза, %	4,60
Плотность, г/см ³	1032
Сухие вещества, %	10,63
pH, ед.	6,67
Кислотность, °Т	14

Для йогуртовой закваски использовали штаммы *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* штамм 51 (выделен из препарата Гастрофарм®) и *Bifidobacterium* ВВ-12™, *Streptococcus thermophilus* ТН-4 (выделены из препарата Бифиформ Бэби®), смешивали препараты в равных количествах.

Экспериментальные изоляты были предоставлены Каюмовым А.Р., к.б.н., доцентом кафедры генетики Казанского федерального университета (Казань, РФ), выделены из силоса и идентифицированы до рода *Lactobacillus* sp. Были использованы следующие изоляты *Lactobacillus* sp. AG1, *Lactobacillus* sp. AG 8, *Lactobacillus* sp. AG 9, *Lactobacillus* sp. AG 10, *Lactobacillus* sp. AG 15, *Lactobacillus* sp. AG 16. Изоляты культивировали на MRS агаре при 37 °С.

0,1 Анализ белка, жира, лактозы, плотность и сухие вещества осуществляли на Фурье-спектрометр инфракрасный "ИнфраЛЮМ" ФТ-12 (РФ) с соответствующим программным обеспечением и калибровочными данными по продукту «йогурт».

Анализ титруемой кислотности осуществляли согласно ГОСТ 3624-92 «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности».

Анализ влагоудерживающей способности (ВУС). Образцы сквашенного молока (около 20 г) (Y) после охлаждения до +4 °С через 24 ч хранения после готовности центрифугировали в течение 10 мин при скорости 4000 оборотов в минуту при +20 °С. Выделившуюся сыворотку (W) удаляли и взвешивали. ВУС сквашенного молока рассчитывается по формуле: $ВУС = [(Y - W) / Y] \times 100\%$ [6].

Измерение синерезиса (г воды/10 г продукта) сквашенного молока проводили методом центрифугирования образца (20 г) в течение 10 мин при скорости 1000 оборотов в минуту при +20 °С.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Способность сквашивать молоко новыми изолятами молочнокислых бактерий проверяли по физико-химическим и функционально-технологическим показателям конечного продукта сквашивания.

Таблица 2 – Физико-химические свойства полученного кисломолочного продукта

Вариант опыта (используемые изоляты)	Показатель				
	Белок, %	Жир, %	Лактоза, %	Плотность, г/см ³	Сухие вещества, %
AG1	3,739	0,849	0,010	1031	8,950
AG8	3,836	0,260	0,375	1032	10,232
AG9	3,863	1,660	0,160	1032	10,050
AG10	3,867	1,562	0,274	1032	10,032
AG15	3,925	0,340	0,118	1031	10,588
AG16	3,846	0,848	0,612	1031	10,717
Йогурт	4,018	1,650	0,178	1031	10,801

Выявлено, что количество белка в сквашенном молочном продукте увеличилось во всех вариантах по сравнению с исходным молоком. Это можно объяснить приростом биомассы микроорганизмов, а также объёмно-плотными отношениями. Наибольшее количество белка было в образце с классической йогуртовой закваской, что может быть следствием более активного роста и размножения болгарской палочки и термофильного стрептококка. Из экспериментальных изолятов максимальное значение этого показателя принадлежит продукту, полученного с использованием *Lactobacillus sp.* AG15. Необходимо отметить, что во всех исследуемых образцах концентрация белка была в пределах нормы, нормируемых ГОСТом для кисломолочных продуктов.

Интересным является тот факт, что в случае использования изолятов AG8 и AG15, сильно уменьшилось количество молочного жира, что свидетельствует о высокой липолитической активности этих изолятов. Йогуртовая закваска не обладала такой активной липазой. Наименьшая липолитическая активность выявлена в случае использования лактобацилл AG9 и AG10.

Следует отметить, что значения плотности анализируемых продуктов и количества сухих веществ почти не отличаются от показателя классической йогуртовой закваски. Однако продукт, полученный с использованием *Lactobacillus sp.* AG1, характеризуется самым низким содержанием сухих веществ (8,95 %).

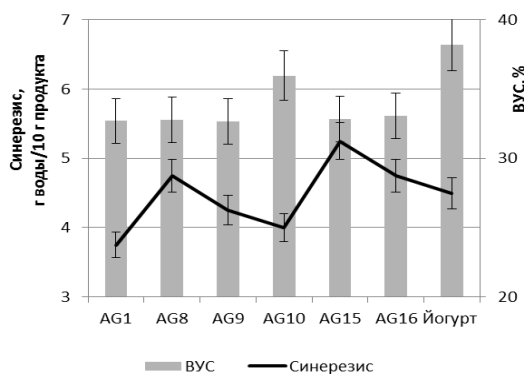


Рисунок 1 - Влияние изолята микроорганизма на ВУС и синерезис молочного продукта, изготовленного из маложирного молока

Учитывая, что синерезис является одним из показателей реологических свойств кисломолочных продуктов, его исследование имеет важное практическое значение. Наименьшая степень синерезиса молочного сгустка выявлена у продукта, полученного с использованием *Lactobacillus sp. AG1*, она составляет 3,7 г воды/10 г продукта, возможно, это обусловлено низким содержанием сухих веществ в этом образце (8,95 %), так как уменьшение их содержания способствует отделению сыворотки. Следует отметить, что кисломолочный образец, полученный с использованием *Lactobacillus sp. AG10* также характеризуется низким значением синерезиса (4 г воды/10 г продукта).

Максимальное значение ВУС составило 36 % у образца, полученного с использованием *Lactobacillus sp. AG10*, что на 2 % меньше, чем у йогурта. Остальные опытные образцы имели ВУС в пределах 33-34 %. Принимая во внимание тот факт, что синерезис является нежелательным показателем при производстве кисломолочного продукта типа йогурт, более подходящими для дальнейшего использования можно назвать изоляты *Lactobacillus sp. AG1* и *Lactobacillus sp. AG10*.

Кисломолочные продукты (в том числе и йогурт) принадлежат к наиболее востребованным продуктам массового спроса, поэтому именно они были выбраны в качестве объекта для исследования. Полученные результаты носят перспективный характер для получения маложирных йогуртов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] В.П.Шидловская, *Органолептические свойства кисломолочных продуктов*, Переработка молока, Москва (2008).

[2] А.И. Тамим *Йогурты и другие кисломолочные продукты*, С.-Пб.: Профессия, (2003)

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ УГЛЕВОДОРОДОКИСЛЯЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ПОЧВЫ ОТ ТОКСИКАНТОВ

Галлямова С.Р.

*Казанский (Приволжский) федеральный университет (420000 Казань,
Кремлевская 18)*

E-mail: *galliamova95@mail.ru*

Почва - это природный ресурс, который обеспечивает человека всем необходимым. Ничто не сможет заменить данный природный объект. В то же время с осознанием важности земельных угодий в жизни человека увеличивается техногенная нагрузка на почву. Нефть и нефтепродукты, тяжелые металлы, пестициды и патогенные микроскопические грибы – это наиболее опасные токсиканты, которые занимают первые места по распространенности и степени негативного воздействия на экологию. Данные виды загрязнений наносят огромный ущерб окружающей среде и здоровью населения, вызывая заболевания нервной системы, мозга, кожных покровов. Помимо негативного воздействия на здоровье человека и животных эти токсиканты сохраняются в почве на протяжении не одного десятка лет. Например, цинк сохраняется в почве на протяжении 70-510 лет, свинец от 740-5900 лет, пестициды 20-25 лет.

Все методы, используемые для очистки почвы от токсикантов природного и техногенного происхождения в естественной среде, можно разделить на физические, химические и биологические. Физико-химические методы (электрохимический, электрокинетический, метод промывки, фильтрация, осмос) требуют больших финансовых затрат, задействования больших площадей, что в конечном счете приводит к удорожанию метода, при этом эффективность может быть низкой. Биологические методы (фиторемедиация, фитоэкстракция) также не являются часто применяемыми в связи с сезонностью работы, подбором оптимальных условий для культивирования растений, утилизацией отработанного растительного материала. Из этого следует, что очистка почвы от наиболее опасных токсикантов является наиболее значимой задачей XXI века.

На сегодняшний день все большей популярностью пользуются биотехнологии, основанные на микроорганизмах. Подобные разработки оказывают положительное влияние на экологическую и экономическую ситуацию нашей страны. Основным преимуществом является

приспособительная способность различных видов к любым условиям окружающей среды, безопасность их в использовании и низкая себестоимость.

Впервые создание нового биоинженерного метода очистки земельных ресурсов направлено на комплексное удаление загрязнений различной природы. Предлагается использование уникальной ассоциации штаммов микроорганизмов, действие которых будет направлено на биodeградацию нефти и нефтепродуктов, пестицидов, нейтрализацию тяжелых металлов и ингибирование роста и развития патогенных микроскопических грибов.

Целью настоящей работы явилось выделение и идентификация микроорганизмов, способных деградировать почвенные токсиканты. На данный момент были выделены и идентифицированы до рода углеводородоокисляющие микроорганизмы методом 16sРНК: *Alcaligenes*, *Micrococcus*, *Brevibacterium*, *Pseudomonas*, *Brevibacterium*, *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Clostridium*, *Brevundimonas*. Описаны их морфологические, физиолого - биохимические свойства. С идентифицированными микроорганизмами была проведена серия опытов по биodeградации широкого класса углеводов, включая тяжелую нефть, автол, керосин, трансмиссионное и соляровое масла, фенол. Было установлено, что изучаемые микроорганизмы в составе ассоциации способны окислять до 90% углеводов. Монокультуры не уступают по активности биodeградации, но их показатели колеблются в пределах 30-70%. Дальнейшие работы будут связаны с выделением, идентификацией и описанием микроорганизмов, действие которых будет направлено на деструкцию пестицидов, нейтрализацию тяжелых металлов и ингибирование роста и развития патогенных микроскопических грибов. А также на создание уникальной ассоциации микроорганизмов, обладающей комплексным действием на токсиканты земельных ресурсов.

Таким образом, микробные биотехнологии могут стать наиболее выгодным решением в вопросах рекультивации земель. Именно специально подобранная ассоциация активных в биodeградации нефти и нефтепродуктов, пестицидов, нейтрализации тяжелых металлов и ингибировании роста и развития микроорганизмов может восстановить естественную биоту почвы. Рациональное использование почвенных ресурсов и своевременно предпринятые меры по рекультивации и охране почвы могут стать эффективным способом сохранения нашей планеты.

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ НАНОСТРУКТУРНОГО ФОСФОРИТА

Д.В. Ежков

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет» (420015, Казань, ул. К. Маркса, 68)*
e-mail: ezkov_denis@mail.ru

1. ВВЕДЕНИЕ

Птицеводство является одним из основных источников полноценного животного белка в большинстве стран мира. В Государственной программе развития сельского хозяйства Российской Федерации на 2013-2020 годы среди других поставлены цели увеличения производства птицы в живой массе и рост среднего уровня товарности птицы.

Широкое использование активированных агроминералов в кормлении сельскохозяйственной птицы с целью увеличения ее продуктивности и улучшения качества продукции стало основанием для разработки высокоэффективной наноструктурированной кормовой добавки нового поколения на основе природного фосфорита, запасы которого в Республике Татарстан (РТ) составляют около 6 млн. т [1].

В связи с чем, целью работы стало изготовление новой перспективной кормовой добавки – наноструктурный фосфорит, и разработка технологии ее применения в промышленном птицеводстве для увеличения живой массы цыплят-бройлеров и улучшения качества их продукции.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В экспериментах использовали фосфорит Сюндюковского месторождения РТ. Его химический состав определяли методом количественного спектрального анализа на спектрометре ЭС-1 на базе дифракционного спектрографа ДФС-458С и фотоэлектронного регистрирующего устройства типа ФП-4.

Наноструктурный фосфорит изготавливали в научно-исследовательском инновационно-прикладном центре «Наноматериалы и нанотехнологии» ФГБОУ ВО «КНИТУ-КХТИ» методом ультразвукового воздействия на фосфоритную муку тонкого помола (сито 0,18 мм). Фосфоритную муку добавляли в деионизированную

воду в пропорции 1:5. Полученную суспензию обрабатывали ультразвуком в приборе УЗУ-0,25 при частоте 18,5 кГц ($\pm 10\%$). Удельная мощность составляла 80 Вт/л, амплитуда колебаний волновода – 5 мкм. Структуру фосфорита и некоторые физические свойства (форма, размер частиц, распределение их по размерам) в фазе нано- и макроскопических дисперсий изучали с применением сканирующего зондового микроскопа MultiMode V фирмы Veeco.

Научно-производственную апробацию наноструктурного фосфорита в качестве кормовой добавки к рациону бройлеров проводили в КФХ «МАРС» Зеленодольского района РТ. В условиях клеточного выращивания были сформированы три группы цыплят-бройлеров (курочки) по 100 голов в возрасте 10 суток. Птица I контрольной группы содержалась на основном рационе (ОР). Цыплята из II опытной группы получали к ОР кормовую добавку фосфорит в оптимальной дозе – 1,0% к сухому веществу рациона. Птице III опытной группы к ОР добавляли наноструктурный фосфорит в дозе – 0,2% к сухому веществу рациона. Длительность применения – 30 суток.

Химический состав и калорийность мяса определяли по Нечаеву А.П. (2007) [2].

Цифровые показатели, полученные при выполнении работы, анализировали по стандартным программам вариационной статистики согласно пакету программ Microsoft Office Excel-2007.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Химический состав фосфорита представлен, в %: P_2O_5 – 10,0-12,0; CaO – 32,8; MgO – 1,4; Fe_2O_3 – до 8,0; Al_2O_3 – 2,4; F – 2,3; CO_2 – 4,0; K_2O – 1,0; Na_2O – 1,0; SiO_2 – 18,0; SO_2 – 3,8. Минеральный состав, в %: фосфат – 64,0; глауконит и гидрослюда – 22,0; кварц – 7,0; кальцит – 0,7; сидерит – 2,0; пирит – 3,5; гипс и др. сульфаты – 0,7; прочие – 0,1.

Установлено, что структура фосфорита представлена крупными частицами в форме капсул, которые располагались группами по две или три частицы. Размер частиц достигал в длину 0,8-1,2 мкм и ширину 320,0-400,0 нм. Частицы наноструктурного фосфорита имели конусовидную форму с острой вершиной и размер от 60,0 до 120,0 нм. Наночастицы располагались хаотично.

При введении наноструктурного фосфорита в кормление бройлеров исследовали живую массу, сохранность поголовья птицы, массу и убойный выход потрошенной тушки.

К концу опытного периода живая масса у цыплят, получавших фосфорит, превышала контрольные показатели на 7,9%. У бройлеров, получавших наноструктурную добавку, живая масса была больше на 19,4 % ($p \leq 0,05$) в сравнении с контрольными (табл. 1).

Таблица 1. Живая масса и прирост цыплят-бройлеров

Возраст цыплят, сутки	Группы бройлеров, (n=100), (M±m)		
	I контроль	II опытная	III опытная
10	191,0±3,46	190,0±6,27	192,0 ±3,98
28	1310,0±8,46	1390,0±7,35	1550,0±6,58
41	1880,0±8,12	2030,0±9,34	2245,0±7,36*
Абсолютный прирост, г	1689,0±9,14	1840,0±3,21	2053,0±8,26
Относительный прирост, %	100,0	107,9	119,4

Здесь и далее - *P ≤ 0,05.

Абсолютный прирост живой массы за период опыта у цыплят-бройлеров контрольной группы составил 1689,0±9,14 г. При этом у птиц, получавших фосфорит, он был больше на 8,94%, при значении 1840,0±3,21 г. У бройлеров, получавших наноструктурный фосфорит, был самым большим и превышал контрольные показатели на 21,6%, при показателе 2053,0±8,26 г. Относительно контроля живая масса увеличилась на 7,9% (фосфорит) и 19,4% (наноструктурный фосфорит).

При технологическом убое цыплят-бройлеров в возрасте 41 суток изучали живую массу и убойный выход потрошенной туши (табл. 2).

Таблица 2. Масса и убойный выход потрошенной тушки бройлеров

Показатели	Группы бройлеров, курочки (n=10), (M±m)		
	I контроль	II опытная	III опытная
Массы тушки	1320,0±15,2	1440,0±19,9	1590,0± 17,34*
к контролю, %	100,0	109,1	120,5
Убойный выход	70,2	70,6	71,1
к контролю, %	100,0	100,5	101,3

Установлено, что масса тушек цыплят, получавших фосфорит, была выше на 9,1%, а получавших наноструктурный фосфорит – на 20,5% в сравнении с контрольными аналогами. При этом убойный выход потрошенной тушки составил: у контрольных – 70,2%, получавших фосфорит – 70,6%, наноструктурный фосфорит – 71,1%. Показатели опытных тушек были лучше контрольных на 0,5 и 1,3%.

В динамике опыта установлена лучшая сохранность поголовья в группе цыплят-бройлеров, получавших в кормлении наноструктурный фосфорит – 99,0%. В группе бройлеров, получавших фосфорит, сохранность была – 96,0%, в группе контроля – 94,0%.

В мясе контрольных цыплят-бройлеров отмечено большее содержание влаги и меньшее минеральных веществ, жира и белка. В мясе опытных цыплят по мере уменьшения воды в мышечной ткани и увеличения белка, жира и минеральных веществ возрастает его

калорийность. Показатели исследования химического состава мяса бройлеров представлены в табл. 3.

Таблица 3. Химический состав и калорийность мяса бройлеров

Сутки опыта	Группы бройлеров (n=5)		
	I контроль	II опытная	III опытная
Влага	74,9±2,52	72,2±2,24	71,8±2,86
к контролю, %	100,0	96,4	95,8
Минеральные вещества	1,04±0,02	1,09±0,02*	1,11±0,01*
к контролю, %	100,0	104,8	106,7
Жир	2,64±0,14	2,65±0,09	2,66±0,08
к контролю, %	100,0	100,4	100,7
Белок	21,06±1,18	21,09±1,34	22,19±1,46
к контролю, %	100,0	100,1	102,7
Калорийность	486,0±7,23	487,9±8,52	490,1±9,28
к контролю, %	100,0	100,4	100,9

Содержание влаги в мясе бройлеров, выращенных с введением в рацион фосфорита, уменьшилось на 3,6%, выращенных с применением наноразмерного фосфорита – на 4,2%. Увеличилось содержание минеральных веществ – у получавших фосфорит на 4,8%, у получавших наноструктурный фосфорит – на 6,7% в сравнении с контрольными аналогами. Введение в рацион бройлеров фосфорита и наноструктурного фосфорита незначительно и недостоверно повысило содержание жира на 0,4 и 0,7%, белка – на 0,1 и 2,7 % соответственно. В сравнении с контролем мясо бройлеров, получавших фосфорит, было более калорийно на 0,4%, наноразмерный фосфорит – на 0,9%.

В работе показана возможность изготовления эффективной, конкурентоспособной минеральной кормовой добавки на основе наноструктурного фосфорита, представлена перспективность его дальнейшего применения в виде кормовой добавки бройлерам для повышения эффективности птицеводства.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] В.О. Ежков, А.Х. Яппаров, Е.С. Нефедьев, А.М. Ежкова, И.А. Яппаров, А.П. Герасимов, *Вестник Казанского технологического университета*, **17**, 11 (2014).
- [2] А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова, *Пищевая химия*, ГИОРД, Санкт-Петербург (2007).

РАЗРАБОТКА ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НАНОСТРУКТУРНЫЙ САПРОПЕЛЬ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПТИЦЕВОДСТВА

Д.В. Ежкова

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (420015, Казань, ул. К. Маркса, 68)
e-mail: er_rer@mail.ru

1. ВВЕДЕНИЕ

Республика Татарстан (РТ) обладает большими по объему и разнообразными по качественному составу нерудными сырьевыми ресурсами [1]. Уникальным природным сырьем является сапропель, который состоит из органической и минеральной частей. Органическая составляющая сапропеля представлена до 50% гуминовыми соединениями, витаминами Е, С, Р, D и группы В, каратиноидами, аминокислотами и некоторыми ферментами. Минеральная часть сильно варьируется и представлена породами наиболее характерными для РТ – каолинит, монтмориллонит, гиббсит, вермикулит, сапонит, аморфный кремнезем, галлуазит и др. [2].

Одно из значительных месторождений сапропеля республики представлено озером Белое Тукаевского района РТ с общим запасом 3723,1 тыс. куб. м. Добычей и переработкой породы занимается ООО ТПК «Камский сапропель» и ООО «Чулман». Построен и сдан в эксплуатацию завод по переработке сапропеля, где используется самая прогрессивная на современном этапе технология производства и фасовки кормовых добавок на основе сапропеля [3].

В литературе последних лет широко представлено применение современных методов нанотехнологий для изготовления высокоэффективных препаратов и кормовых добавок на основе природных агроминералов. Показано, что наноразмерные и наноструктурные кормовые добавки обладают высокими ионообменными свойствами и широким набором биогенных, жизненно необходимых макро-, микро- и ультраэлементов [2, 4, 5].

В связи с чем, целью этой работы стало получение наноструктурной кормовой добавки из сапропеля и применение ее для увеличения живой массы сельскохозяйственной птицы.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В экспериментах использовали сапропель месторождения озеро Белое Тукаевского района РТ. Химический состав определяли методом количественного спектрального анализа на спектрометре ЭС-1 на базе дифракционного спектрографа ДФС-458С и фотоэлектронного регистрирующего устройства типа ФП-4.

Наноструктурный сапропель изготавливали в научно-исследовательском инновационно-прикладном центре «Наноматериалы и нанотехнологии» ФГБОУ ВО «КНИТУ-КХТИ» методом ультразвукового воздействия на термо-, механоактивированный сапропель (сито 0,18 мм). Удельная мощность прибора составляла 80 Вт/л. Стабилизацию наноструктурного сапропеля проводили в деионизированной воде. Структуру и свойства наноструктурного сапропеля (форма, размер частиц, распределение их по размерам) исследовали с применением сканирующего зондового микроскопа MultiMode V фирмы Veeco (США).

Применение наноструктурного сапропеля в виде кормовой добавки к рациону цыплят-бройлеров проводили в КФХ «МАРС» Зеленодольского района РТ. Были сформированы пять групп цыплят по 50 голов в возрасте 10-11 суток: – цыплята I группы были контрольными, их содержали на основном рационе (ОР). Цыплятам II опытной группы вводили к ОР 3,0% сапропеля (оптимальная доза). Бройлерам III, IV и V опытных групп вводили к ОР 3,0; 1,8 и 0,6% наноструктурного сапропеля из расчета сухого вещества рациона. Длительность применения – 30 суток, до технологического убоя.

В условиях ООО «Фермерское Хозяйство «Рамаевское» Лаишевского района РТ провели научно-производственный опыт. Были сформированы пять групп уток бройлеров в возрасте 15 суток по 50 голов: I контрольная – на основном рационе (ОР), II – ОР + 3,0% сапропеля к сухому веществу рациона и III, IV, V опытные группы, птица которых получала к ОР 3,0; 1,8 и 0,6% наноструктурного сапропеля. Длительность применения – 30 суток, до технологического убоя.

Живую массу птиц определяли путем индивидуального взвешивания на весах (с точностью до 0,01 кг).

Цифровые показатели, полученные при выполнении работы, анализировали по стандартным программам вариационной статистики согласно пакету программ Microsoft Office Excel-2007.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Химический состав сапропелей оз. Белое, %: SiO_2 – 11,0-12,4; Al_2O_3 – 4,32-5,91; Fe_2O_3 – 0,89-7,78; CaO – 11,74-26,01; P_2O_5 – 0,47-0,72; $S_{\text{общий}}$

– 1,2-1,3; $N_{\text{общий}}$ – 0,9 – 1,2 (сертификат соответствия сапропеля оз. Белое ООО «Чулман») [4].

Установлено, что структура сапропеля представлена частицами в виде сдвоенных или строенных округлых конусов размером 0,4-3,9 мкм, средний размер – 1,3 мкм. Расположение частиц было хаотичным.

При исследовании наноструктурного сапропеля установлено, что в его структуре присутствовали частицы размером 45,0-180,0 нм, средний размер – 90,0 нм. Форма частиц была подобной таковой у макроаналога. Однако наблюдали четкую организацию наноструктурного сапропеля – все частицы были сгруппированы по три на равноудаленных расстояниях.

Изменение структуры вещества обуславливает изменение его свойств [2, 5]. В сопоставлении с макроаналогом были проведены исследования по изучению влияния наноструктурного сапропеля в разных дозах на живую массу бройлеров – цыплят и уток в условиях производственного опыта.

К концу опытного периода живая масса у цыплят, получавших сапропель, превышала контрольные показатели на 10,3%. У бройлеров, получавших наноструктурную добавку, живая масса была больше на 8,3-22,7% ($p \leq 0,05$) в сравнении с контрольными. Лучшие результаты получены в дозах 0,6 и 1,8% к сухому веществу рациона (табл. 1).

Таблица 1 – Изменение живой массы цыплят-бройлеров при использовании в рационах сапропеля и наноразмерного сапропеля, г

Возраст, сут.	Группы (n=50)				
	I – контроль	II – OP + 3,0% сапропель	III – OP + 3,0% НС	IV – OP + 1,8% НС	V – OP + 0,6% НС
10	190,0±3,3	191,5±4,8	192,0±5,2	192,0±5,6	190,5±3,8
20	595,7±14,5	600,8±13,4	620,6±12,8	618,0±15,1	626,8±12,4
28	1105,0±30,4	1190,0±20,5	1200,0±40,2	1360,0±54,8	1380,0±44,7
41	1980,0±50,3	2185,0±60,7	2145,0±49,2	2370,0 ±58,2*	2430,0±58,8
Абсолютный прирост, г	1790,0	1993,5	1953,0	2178,0	2239,5
Относительный прирост, %	100,0	110,3	108,3	119,7	122,7

* – Здесь и далее: степень достоверности $P \leq 0,05$.

Установлено, что применение наноструктурного сапропеля в рационе кормления уток в сравнении с контролем обусловило увеличение их живой массы на 19,1; 29,2 и 28,1% (III, IV и V), при показателе применения сапропеля – на 7,3% (II). Наилучшие показатели достигнуты при использовании наноструктурного сапропеля в дозе 0,6 и 1,8 % добавки к рациону (табл. 2).

Таблица 2 – Продуктивность уток-бройлеров при применении в их кормлении сапропеля и наноструктурного сапропеля, г

Возраст, сут.	Группы (n=50)				
	I – контроль	II – OP + 3,0% сапропель	III – OP + 3,0% НС	IV – OP + 1,8% НС	V – OP + 0,6% НС
15	570,1±9,3	572,0±11,1	574,4±8,4	571,3,0±14,6	571,6±8,6
25	1198,0±18,3	1273,5±12,4	1350,1±15,4	1393,3±16,6	1387,3±21,4
35	2280,0±32,1	2435,0±30,4	2672,2±41,0	2820,4±34,2	2768,0±24,6*
45	2830,0±42,1	3036,6±40,8	3370,5±38,6	3656,4±46,2*	3625,2±50,4
Абсолютный прирост, г	2259,9	2464,6	2796,1	3085,1	3053,6
Относительный прирост, %	100,0	107,3	119,1	129,2	128,1

Таким образом, установлено, что введение разных доз наноструктурного сапропеля в рацион бройлеров кур и уток обусловило существенное увеличение их массы тела в сравнении как с птицей получавшей кормовую добавку сапропеля, так и с контрольными аналогами. При этом наивысшая доза наноструктурной добавки не обеспечила наивысший результат. В работе показана возможность изготовления высокоэффективной, органо-минеральной кормовой добавки на основе наноструктурного сапропеля, представлена перспективность ее дальнейшего применения в рационе птиц мясного направления продуктивности для увеличения их живой массы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Агроминеральные ресурсы Татарстана и перспективы их использования.* /Под ред. А.В. Якимова. – Казань: ФЭН, 2002. – 272 с.
- [2] *Нанотехнологии в сельском хозяйстве: научное обоснование получения и технологии использования наноструктурных и нанокompозитных материалов.* / Под общ. ред. А.Х. Яппарова. – Казань: Центр инновационных технологий, 2013. – 253 с.
- [3] Р.Н. Файзрахманов, Ш.К. Шакиров, М.А. Багманов, Р.Н. Файзрахманов-мл., *Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана*, **208**, (2012).
- [4] *Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе* / В.Ф. Федоренко. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 92 с.
- [5] В.О. Ежков, А.Х. Яппаров, Е.С. Нефедьев, А.М. Ежкова, И.А. Яппаров, А.П. Герасимов, *Вестник Казанского технологического университета*, **17**, 11 (2014).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЦИТОТОКСИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА МИНЕРАЛА ГАЛЛУАЗИТА НА 2D И 3D КУЛЬТУРЫ КЛЕТОК МЛЕКОПИТАЮЩИХ

И.Р. Ишмухаметов, Р.Ф. Камалиева, Э.В. Рожина, Е.А. Науменко,
Р.Ф. Фахруллин

Институт фундаментальной медицины и биологии КФУ

Казань, ул. Парижской Коммуны, д. 9,

Научно образовательный центр ИФМиБ

reflugent@gmail.com

Нанотрубки галлуазита – это алюмосиликат в форме двухслойных вытянутых трубок длиной в 1-2 мкм и внешним диаметром в 50 нм. Они используются в качестве компонента разнообразных материалов для повышения их механических и адгезивных свойств. По литературным данным, неорганический материал галлуазит может быть использован как ёмкость для доставки медицинских препаратов непосредственно в клетки живого организма [1]. Эти данные позволяют предположить, что минерал галлуазит может использоваться в биомедицине и тканевой инженерии, поэтому оценка его цитотоксического эффекта на эукариотические клетки имеет большое значение.

В качестве объекта исследования были использованы клетки аденокарциномы легкого (A549) из-за свойств, присущих всем раковым клеткам: высокая скорость пролиферации клеток и отсутствие предела Хейфлика. Клетки были культивированы в среде DMEM (Dulbecco modified minimal Eagle's medium) с добавлением L-глутамина, пенициллина 100 ед/мл⁻¹, стрептомицина 100 мкг/мл⁻¹ и 10% эмбриональной бычьей сыворотки (FBS). Инкубировались при 37°C в CO₂-инкубаторе (New Brunswick, Galaxy 170 R) с 5% содержанием CO₂ и влажностью воздуха 90%. Для снятия адгезивных клеток был использован 0.05% трипсин (Sigma).

Традиционно в качестве модели *in vitro* применяются клетки в 2D монослое. Однако клетки в тканях живых организмов постоянно взаимодействуют с клетками-соседями и внеклеточными компонентами матрикса. Целью исследования было сравнить цитотоксическое действие нанотрубок галлуазита на 2D и 3D культуры клеток. Для создания 3D-культуры мы применили метод висячей капли [2]. Исследовались концентрации галлуазита в диапазоне от 10 до 250 мкг на сто тысяч клеток в сфероидях (3D-культурах) и от 50 до 500 мкг на

сто тысяч клеток в монослое (2D-культурах). Для определения жизнеспособности был использован колориметрический МТТ-тест [3]. По результатам проведенных исследований показано, что в монослое концентрация 50 мкг на сто тысяч клеток нетоксична. Дальнейшее увеличение концентрации минерала галлуазита до 100 и 500 мкг на сто тысяч клеток привело к смерти 20% и 30% клеток соответственно. Исследование 3D-культур показало, что формирование сфероидов, при добавлении нанотрубок галлуазита, происходит лишь при концентрации 25 мкг. При дальнейшем увеличении концентрации наноматериала формирование сфероидов не происходило. Таким образом, нами показано, что 3D сфероиды являются более чувствительной тест-системой для определения цитотоксического эффекта наноматериала.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 15-04-99660).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] M.R.Dzamukova, E.A.Naumenko, Y.M.Lvov, R.F.Fakhrullin "Enzyme-activated intracellular drug delivery with tubule clay nanoformulation" *Scientific Reports*, 2015, 5.
- [2] Foty R. (2011) A Simple Hanging Drop Cell Culture Protocol for Generation of 3D Spheroids *JoVE*. 51.
- [3] Mark Frei, *Cell Viability and Proliferation BioFiles v6 n5*, 17–21.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОБАВОК ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Л.Р. Самигулина, К.Г. Валеулов, С.А. Морозова, А.М. Ежкова

*ФГБОУ ВПО Казанский национальный исследовательский
технологический университет (420015, К. Маркса, 68)
vcamelv@mail.ru*

1. ВВЕДЕНИЕ

Повышение эффективности промышленной переработки мясного сырья, а также производство мясопродуктов, обеспечивающих многообразие потребительских свойств, требует расширения и углубления сведений о составе и свойствах перерабатываемого сырья и ингредиентов и их изменениях под воздействием технологических факторов.

Вид сырья и его технологические свойства оказывают существенное влияние на качественные характеристики мясопродуктов и требуют корректировки функционально-технологических свойств в процессе его переработки [1].

В современной пищевой промышленности находят применение различные способы улучшения качества пищевых продуктов и совершенствования технологического процесса. Наиболее экономически выгодным и легко применимым является применение пищевых добавок. В настоящее время рядом зарубежных фирм - производителей пищевых добавок, работающих на российском рынке, предлагается большой ассортимент многофункциональных смесей, вводимых в сырье как в сухом виде, так и в составе посолочных растворов.

В то же время аналогичные добавки российского производства отсутствуют. Крайне ограничены также данные по влиянию добавок на качество и биологическую ценность мясопродуктов, в том числе изготовленных из размороженного сырья, а также сырья с пороками и измененными ветеринарно-санитарными показателями [2].

Целью работы являлось исследование влияния новых пищевых фосфатов на основные технологические свойства мясного сырья, и разработка и оптимизация новых рецептур мясопродуктов с применением полифункциональных добавок.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В ходе проведения исследования нами была показана целесообразность использования новых фосфатных препаратов отечественного производства для обработки мясного сырья с целью получения выраженного технологического эффекта, выражающегося в увеличении функционально-технологических свойств и качественных характеристик выработанной на его основе продукции.

Нами было установлено, что внесение пищевых фосфатов оказывает значительное влияние на способность мясного сырья связывать влагу и удерживать ее при термообработке. Для всех рассматриваемых добавок, за исключением динатрийфосфата был отмечен выраженный дозозависимый эффект увеличения ВСС с максимумом влагосвязывания при дозировке препаратов 0,3%.

Был отмечен значительный эффект увеличения выхода готовой продукции для всех рассматриваемых добавок с увеличением концентрации вносимого фосфата. Для динатрийфосфата (Na_2HPO_4) и натрийтриполифосфата ($Na_5P_3O_{10}$) максимальный выход был зафиксирован в диапазоне концентраций 0,6-0,9 %. Для дигидрофосфата калия (KH_2PO_4) и тетранатрийпирофосфата ($Na_4P_2O_7$) был характерен экстремальный рост величины выхода с максимумом в диапазоне концентраций 0,3-0,6%.

Морфологическими исследованиями установлено, что применение фосфатных соединений в качестве добавки к фаршу при изготовлении эмульгированных мясопродуктов оказывает положительное влияние на его структурные показатели. В зависимости от вида фосфатов и дозы их применения структурообразование и компоновка составных элементов фарша в готовом мясопродукте имеют отличия. В результате исследования контрольных и опытных образцов с внесением фосфатных добавок установлено положительное влияние рассматриваемых препаратов на структурные элементы мышечной ткани.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ingredients in Meat Products. Properties, Functionality and Applications.- Springer Science + Business Media, LLC 2009.-406 p.
- [2] Ежкова Г.О., Пономарев В.Я., Решетник О.А. Технология повышения качества мясного сырья PSE и DFD на организменном и тканевом уровне: монография. - Казань: КГТУ, 2007. - 212 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРЕВЯЗОЧНОГО МАТЕРИАЛА ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ИНФИЦИРОВАННЫХ И СКЛОННЫХ К ИНФИЦИРОВАНИЮ РАН

Чередниченко Ю.В., Фахруллин Р.Ф.

*ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) Федеральный Университет»,
«Институт фундаментальной медицины и биологии» (420021, Россия,
РТ, г. Казань, ул. Парижской Коммуны, д. 9)*

e-mail: serova-yuliya@list.ru

Поражения кожного покрова у человека и животных остаются той областью хирургии, на которую обращается мало внимания специалистами как поликлинического, так и стационарного звена. Значимость проблемы подчёркивается тем, что в структуре первичной обращаемости к хирургу их частота составляет 70%. По экспертным оценкам, ежегодно в России хирургические инфекции кожи и мягких тканей наблюдаются примерно у 700 тыс. пациентов, в США – 330 тыс. пациентов, а летальность достигает 50% и более [1, 2]. От ожоговых поражений кожи в мире ежегодно погибают более 300 тыс. человек, а среди травм мирного времени на долю ожогов приходится от 5 до 12% (в среднем более 1 млн. человек) [3]. У животных среди всех хирургических болезней ожоги составляют 2%, причем значительную часть среди них составляют термические ожоги [4]. Поражение стоп и голеней хроническими трофическими язвами составляет от 600 тыс. до 2,5 млн. людей в мире [5].

За последние несколько лет число препаратов и средств для местного лечения ран значительно увеличилось. Наряду с методами общего лечения существуют химические, физические, биологические средства и методы. Однако они не дают ожидаемого эффекта, применение многих из них требует длительного стационарного лечения, а в некоторых случаях – последующего оперативного вмешательства. Основным традиционным средством для местного лечения ран является повязка, которая обеспечивает изоляцию раневой поверхности от вредного воздействия окружающей среды и поддерживает в ране оптимальные условия для ее заживления [6]. Современная повязка для лечения ран должна обладать следующими критериями: удалять мелкие частицы погибших клеток; защищать рану от инфекций, впитывать раневой экссудат и сохранять влажную среду в раневом ложе; защищать от механических воздействий, химического раздражения и вторичного инфицирования; стимулировать регенерацию; сохранять

кровообращение и насыщать рану кислородом; препятствовать развитию адгезии повязки к раневой поверхности; быть удобной в использовании и обеспечивать высокое качество жизни [7]. Известно более 150 перевязочных средств, используемых в клинической практике, однако до сих пор нет идеального средства, которое отвечало бы всем критериям, предъявляемым к современным раневым повязкам. Согласно данным последних исследований, все большее предпочтение в качестве средств местного лечения отдается гидрогелевым раневым повязкам, т.к. они помогают заживлению ожоговых ран до второй степени включительно, легче удаляются, поскольку не присыхают к ране и стимулируют регенеративные процессы [8].

В последние годы антисептические свойства серебра стали привлекать все большее внимание исследователей в связи с тем, что увеличивается рост аллергических осложнений антибактериальной терапии, регистрируется токсическое действие антибиотиков на внутренние органы и подавление иммунитета, возникают грибковые поражения дыхательных путей и дисбактериоз в результате длительной антибактериальной терапии, а также появляются устойчивые штаммы возбудителей к используемым антибиотикам [9, 10]. В отличие от антибиотиков, патогенные микроорганизмы не обладают способностью вырабатывать лекарственную устойчивость к серебру благодаря неспецифичности его действия на клеточные мембраны бактерий, а применение серебра в виде наночастиц позволяет в сотни раз снизить его концентрацию.

Нанотрубки галлуазита обладают огромным потенциалом для применения в сфере наномедицины и фармацевтики, поскольку представляют собой биосовместимый и доступный алюмосиликат природного происхождения. Наиболее распространенным является применение галлуазита в качестве наноконтейнеров для загрузки и хранения различных веществ – ферментов, биоцидов, лекарственных препаратов и т.д. [11, 12, 13].

Таким образом, на основании анализа литературных данных мы считаем, что разработка нового перевязочного материала является актуальным направлением в области современной медицины и ветеринарии. Полного аналога предлагаемой нами разработки не существует на отечественном и зарубежном рынках. Уникальность ее состоит в гидрогелевой основе и использовании в качестве антибактериальной добавки системы нанотрубок галлуазита с наночастицами серебра. Перспективность использования наночастиц серебра обоснована тем, что его низкая концентрация в качестве антисептика, позволит сохранить бактерицидные свойства, а применение нанотрубок галлуазита в качестве носителя данного металла – даст возможность создавать «умный» материал и связывать наночастицы серебра внутри канальцев или на поверхности и

удерживать их, увеличивая стабильность серебра или меняя скорость его высвобождения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] S. Pulgar, M. Mehra, A. Quintana et al. *18th European Congress of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, Abstracts, Barcelona (2008), 821.
- [2] R.S. Kozlov, O.I. Krechikova, N.V. Ivanchik et al. *Proceedings of the 48th Interscience Conference on Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, Washington DC, USA (2008), 572.
- [3] M. Peck, J. Molnar, and D. Swart, *Bull. W.H.O.*, **V. 87** (2009), 802–803.
- [4] *The British Small Animal Veterinary Association*, [сайт] URL: <http://www.bsava.com>.
- [5] В.Н. Оболенский. *PMЖ*, № 5 (2013), 1647-1662.
- [6] А.Н. Бегма, И.В. Бегма, Е.К. Хомякова. *PMЖ*, № 17(2014), 1248-1252.
- [7] N. J. Trengove, M. C. Stacey, S. MacAuley et al. *Wound Repair Regen*, **V. 7** (1999), 442-452.
- [8] M. D. Konieczynska, J. C. Villa-Camacho, C. Ghobril et al. *Angewandte Chemie*, **V. 128** (2016), 10138-10141.
- [9] О.В. Мосин. *Бионанотехнологии*, № 6(25) (2013), 54-59.
- [10] A.R. Shahverdy, A. Fakhimi, S. Minaian. *Nanomedicine-Nanotechnology biology and medicine*, **V. 3(2)** (2007), 168-171.
- [11] W. Wei, E. Abdullaev, A. Hollister et al. *Macromol. Mater. Eng.*, **V. 297** (2012), 645-653.
- [12] R. Zhai, B. Zhang, L. Liu et al. *Catalysis Commun.*, **V. 12** (2010), 259-263.
- [13] V. Vergaro, Y.M. Lvov, S. Leporatti. *Macromol. Biosci.*, **V. 12** (2012), 1265-1271.