

**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”**

22-23 октября 2015 года

сборник материалов

Казань - 2015

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, 22-23 октября 2015 года. // Сборник материалов конференции. – Казань: 2015. – 76 с.

В данном сборнике содержатся материалы, представленные на конференцию молодых ученых «Молодежь и инновации Татарстана», проходившую 22-23 октября 2015 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, 2015

Содержание

| | |
|---|----|
| ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ | 5 |
| Р.И. Нугманов Система автоматической обработки химических баз данных реакционных превращений | 7 |
| МЕДИЦИНА БУДУЩЕГО | 9 |
| М.М. Бакиров Развитие метода разделения обменного и диполь-дипольного взаимодействий из формы линии эпр растворов нитроксильных радикалов..... | 11 |
| И.А. Гоенко Исследование физических свойств глюконата кальция после электронно-лучевого воздействия..... | 13 |
| Ю.В. Сокуренок Разработка универсального метода получения микробных ферментов как потенциальных терапевтических средств нового поколения в борьбе с онкологическими заболеваниями..... | 17 |
| СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИХ СОЗДАНИЯ ... | 19 |
| В.В. Воробьев Гигантское комбинационное рассеяния света молекулами красителя метилового оранжевого на пористом кремнии с наночастицами серебра | 21 |
| В.Е. Воробьева Фото- и термо- индуцированные магнитные свойства железосодержащих дендримеров | 26 |
| Э.Р. Клышева Разработка оптимального метода исследования подвижности щелочных ионов в магнитных солях, перспективных для создания современных аккумуляторных устройств: ямр технологии | 29 |
| Т.М.Салихов Исследование функционалируемых материалов методом ядерного магнитного резонанса | 31 |
| Н.Н. Соболева Получение износостойких <i>nitrbisi</i> покрытий комбинированными обработками..... | 33 |
| И.Н.Хамидуллин Оптимальные стальные многогранные опоры воздушных линий электропередачи | 35 |
| Т.Н. Юнусова Новые полимерные материалы для упаковки пищевых продуктов | 39 |
| НОВЫЕ ПРИБОРЫ И АППАРАТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ | 41 |
| А.А. Баязитов Разработка датчика «сустав» для малогабаритных травматологических ямр томографов на постоянном магните с полем 0.4 Тл..... | 43 |
| И.Ф. Гильмутдинов Разработка программно-аппаратного комплекса для исследования материалов для создания ионных аккумуляторов | 45 |

| | |
|---|----|
| И. Р.Ситдиков <i>Разработка аппаратно-программного комплекса для коммутации датчиков измерения однородности магнитного поля магнитно-резонансного томографа</i> | 48 |
| П.В.Скворцова <i>Разработка резонатора на 94ггц с увеличенным допуском для образцов</i> | 51 |
| БИОТЕХНОЛОГИИ | 53 |
| Р.Р. Ахметшин <i>Биотехнологическая трансформация вторичных сырьевых ресурсов пищевой промышленности</i> | 55 |
| Р.А.Гасимов <i>Перспективный антимикробный препарат на основе гриба рода Botrytis</i> | 57 |
| И.С Григорьев <i>Исследование свойств трегалозной матрицы как криопротектора фотосистемы</i> | 60 |
| А.З. Каримов <i>Трансформация коллагенсодержащего сырья препаратами микробного синтеза</i> | 63 |
| С.А.Китаевский <i>Исследование активности липолитических ферментов молочнокислых бактерий</i> | 65 |
| С.А. Морозова <i>Влияние биотехнологической обработки на гистологические характеристики мясного сыра</i> | 69 |
| Л.Р. Нигматуллина <i>Поиск генов-регуляторов длины теломер</i> | 71 |
| А.В.Сорокина <i>Исследование свойств сидерофор-продуцирующих микроорганизмов с целью разработки методов очистки водных и почвенных территорий, загрязненных тяжёлыми металлами</i> | 73 |
| Е.О. Шнип <i>Влияние микробных заквасок на качество ферментированных мясопродуктов</i> | 75 |

Информационные технологии

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ХИМИЧЕСКИХ БАЗ ДАННЫХ РЕАКЦИОННЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ

Р.И. Нугманов, Т.И. Маджидов, А.А. Варнек

*Казанский (Приволжский) федеральный университет (420008, Россия, РТ,
г. Казань, ул. Кремлевская, д.18.)
e-mail: stsouko@live.ru*

В современном мире поиск информации является неотъемлемой частью эффективной работы в множестве сфер деятельности и в особенности в науке и наукоемком производстве (химическая, фармацевтическая промышленность). Для оптимизации исследовательской деятельности и производственных процессов необходимо учитывать накопленный ранее опыт. Однако информация в химии хранится в крайне раздробленном виде, что значительно затрудняет задачу создания целостной картины об интересующем объекте.

Хранение и автоматическая обработка данных, моделирование свойств соединений и материалов, предсказание условий получения, спектральных характеристик, ит.д. — все это задачи решаемые хемоинформатикой, современной областью знаний сочетающей информационные технологии, химию, физику и биохимию.

В хемоинформатике ключевую роль играют данные, поскольку составляют основу данной области знаний. В настоящее время в доступных открыто и на платной основе (Reaxys, SciFinder) базах данных по химическим превращениям большая часть реакций хранится в частично заполненном виде. В виде химических структур зачастую указаны только ключевые компоненты (реагенты и продукты). Информация о растворителях и прочих реагентах приведена либо в специальных текстовых полях, либо в общем описании синтеза.

Известно, что в интеллектуальном анализе данных (Data Mining) важным фактором, определяющим качество предсказаний, является однородность используемого набора данных. Под однородностью в химических базах реакционных превращений понимается полнота описания реакции в структурном виде, информация о растворителях, условиях (температура, давление) и катализаторах в едином виде. В случае структуры реакции подразумевается однотипность записи функциональных групп, типов связей, доминирующих таутомерных форм, а в случае условий, растворителя и катализатора — используемые единицы измерения, одинаковые названия при возможном многообразии именовании (исторических и производных от ряда стандартов), а также сокращения.

Для решения проблемы необходимо привести имеющиеся базы данных в единый стандартный способ представления химических структур. Стандартизация позволяет гарантированно находить интересующую исследователя или инженера информацию. Помимо этого, применение методов хемоинформатики позволяет предоставлять дополнительные данные, собранные на основе информации по схожим химическим структурам.

Технология конденсированного графа реакции, предложенная в 2005 году А. Варнеком и развиваемая нами в лаборатории Хемоинформатики и молекулярного моделирования, позволяет представлять реакцию с множеством компонент (реагенты, продукты) в виде единой инвариантной структуры (похожей на молекулы), в отличие от записи в виде отдельных молекул, поскольку в ряде случаев порядок записи молекул ($A+B=V+G \Leftrightarrow B+A=G+V$) может изменить результат работы алгоритмов (поиск, моделирование). Изменения, протекающие в ходе реакции описываются в конденсированном графе в виде динамических связей и атомов. Анализ групп динамических и обычных атомов и связей позволяет определять типы превращений, находить многостадийные процессы и несбалансированные группы атомов.

Таким образом, целью работы является разработка и тестирование технологий анализа «сырых» химических данных и их преобразование в структурированные, пригодные для поиска и моделирования. На данный момент с использованием предложенной технологии реализован алгоритм балансировки коэффициентов реагирующих молекул и поиска уходящих групп.

Медицина будущего

РАЗВИТИЕ МЕТОДА РАЗДЕЛЕНИЯ ОБМЕННОГО И ДИПОЛЬ-ДИПОЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ИЗ ФОРМЫ ЛИНИИ ЭПР РАСТВОРОВ НИТРОКСИЛЬНЫХ РАДИКАЛОВ

Бакиров.М.М., Салихов К.М., Галеев Р. Т.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского
Казанского научного центра Российской академии наук (КФТИ КазНЦ
РАН), Российская Федерация, Республика Татарстан, 420029, г.
Казань, ул. Сибирский тракт д.10/7
e-mail:pinas1@yandex.ru*

Кислород является важнейшим компонентом во многих физиологических, терапевтических процессах, имеет важное значение в метаболизме клеток живых организмов. Создание методов определения содержания кислорода важно для диагностики таких заболеваний, как образование раковых опухолей, ишемической болезни сердца.

Существуют различные методы определения содержания кислорода [1], которые имеют свои достоинства и ограничения в конкретном случае: химические (электрод Кларка), оптические (флуоресценция и фосфоресценция, ближний ИК спектроскопия), ЯМР методы (РЕТ, ^{19}F), ЭПР оксиметрия. Особенность метода ЭПР оксиметрии в том, что это безвредный, малоинвазивный метод определения распределения содержания кислорода в живой ткани в режиме реального времени. Метод ЭПР оксиметрии основан на прямом взаимодействии между молекулами кислорода и спиновой меткой, введенной в систему. Такое взаимодействие называется обменным взаимодействием. Кислород является парамагнитной молекулой, но его времена релаксации настолько короткие, что не позволяют регистрировать спектр ЭПР на молекуле кислорода. Но, бимолекулярные столкновения молекул кислорода со спиновой меткой приводят к уширению линий спектра ЭПР метки. Из эксперимента определяется частота этих столкновений, а значит и концентрация кислорода.

Однако, влияние кислорода не единственный механизм влияния на спектр ЭПР. При описании ЭПР нитроксильных радикалов часто используют упрощенные алгоритмы, не учитывающие все процессы обусловленные обменным и диполь-дипольным взаимодействиями. В [2] был предложен алгоритм разделения вкладов обменного и диполь-дипольного взаимодействий из анализа формы линии ЭПР свободных

нитроксильных радикалов в растворах. Кроме того, в литературе [3] существует алгоритм извлечения константы обменного взаимодействия, построенный на предположении, что форма линии ЭПР радикала является формой линии Войта.

Задачей проекта является сравнить различные методы получения константы обменного взаимодействия из анализа спектров ЭПР нитроксильных радикалов для случая изотопа азота N15 и N14.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] R.Ahmad and P.Kuppusamy, *Chem.Rev.* **110** (2010) 3212.
- [2] K.Salikhov, *Appl Magn Reson.* **38** (2010) 237.
- [3] B.Bales and M. Peric, *J. Phys Chem A* **113** (2009) 4930.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГЛЮКОНАТА КАЛЬЦИЯ ПОСЛЕ ЭЛЕКТРОННО- ЛУЧЕВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

**И.А. Гоенко, В.Ю. Петухов, Г.Г. Гумаров, Г.Н. Коныгин, И.В. Яцык,
А.Б. Конов, М.М. Ахметов**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского
Казанского научного центра Российской академии наук (КФТИ КазНЦ
РАН), Российская Федерация, Республика Татарстан, 420029, г.
Казань, ул. Сибирский тракт д.10/7
e-mail: ilya.goenko@mail.ru*

1. ВВЕДЕНИЕ

Глюконат кальция (ГК) является одним из широко используемых фармакологических препаратов для лечения заболеваний, связанных с гипокальциемией. Однако известные на сегодняшний день лекарственные композиции, содержащие активное вещество ГК, как и все другие известные в настоящее время препараты кальция, обладают недостаточной терапевтической эффективностью для проведения эффективного лечения остеопороза, вызванного нарушением обмена кальция в организме.

Известно, что механоактивация ГК приводит к значительному повышению биосвояемости и повышению эффективности лечения [1]. Предполагается, что повышение терапевтической эффективности связано с изменением стереохимического строения молекулы кальциевой соли глюконовой кислоты и образованием наноструктурированного рентгеноаморфного состояния. Однако истинный механизм до сих пор не изучен и представляет большой научный интерес.

В то же время было установлено, что механохимическая обработка ГК сопровождается появлением парамагнитных центров, которые, возможно, играют роль в повышении биологической активности препарата [2]. В данной работе была предпринята попытка получения парамагнитных центров путем облучения ГК пучком высокоэнергетичных электронов.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В экспериментах использовался моногидрат глюконата кальция в виде порошка.

В качестве ионизирующего излучения, для приготовления образцов, был использован пучок электронов с энергией 9 МэВ, полученный на линейном ускорителе Elekta Synergy® S. Образцы облучались дозой 100 Гр.

ЭПР-спектры получены на спектрометре EMX Plus на частоте 9,3 ГГц при комнатной температуре.

Спектры твердотельного ¹³C-ЯМР получены на спектрометре AVANCE 400 фирмы Bruker в режиме кроссполяризации с вращением «под магическим углом». Образцы помещались на 4 мм ротор, вращающийся со скоростью 15000 об/с. Измерения проводились при комнатной температуре. В качестве внутреннего стандарта использовался алмаantan, по которому проводились настройки 90° импульса.

3. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Данные ЭПР-спектроскопии показали появление парамагнитных центров у образцов после электронно-лучевой обработки (Рис.1 А). Полученная линия поглощения исследуемых образцов, по-видимому, является суперпозицией сигнал от двух или более различных парамагнитных центров. Наложение ЭПР-спектра механоактивированного глюконата кальция (МАГК) на спектр облученных электронами образцов, показало совпадение одного из пиков с сигналом от парамагнитных центров МАКГ (Рис.1 В).

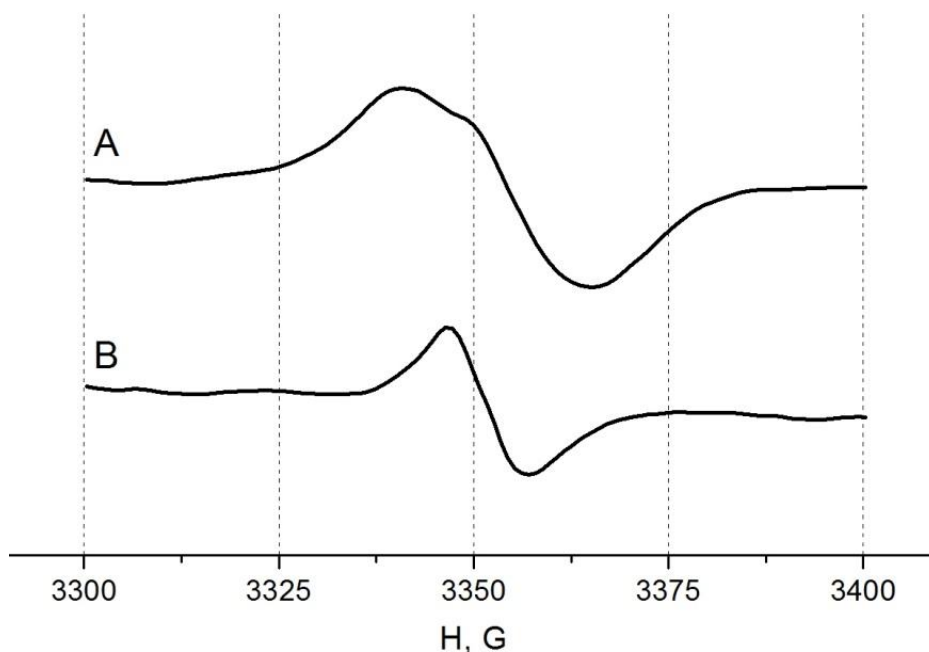


Рис.1 Спектры ЭПР: А-облученного электронами ГК, В-МАКГ

Дополнительно было установлено, что полученные после облучения парамагнитные центры являются долгоживущими. ЭПР-спектры снимались в течении 11 месяцев, при этом уменьшение интенсивности сигнала не наблюдалось.

На Рисунке 2 представлены ЭПР спектры образцов с равным количества вещества. Как видно, значительно более интенсивный сигнал наблюдается у облученного МАКГ.

Природа новых парамагнитных центров пока не ясна, однако согласно принципу Франка-Рабиновича, наибольшую вероятность имеет вылет молекулы водорода решетки и разрыв С-Н связи [3].

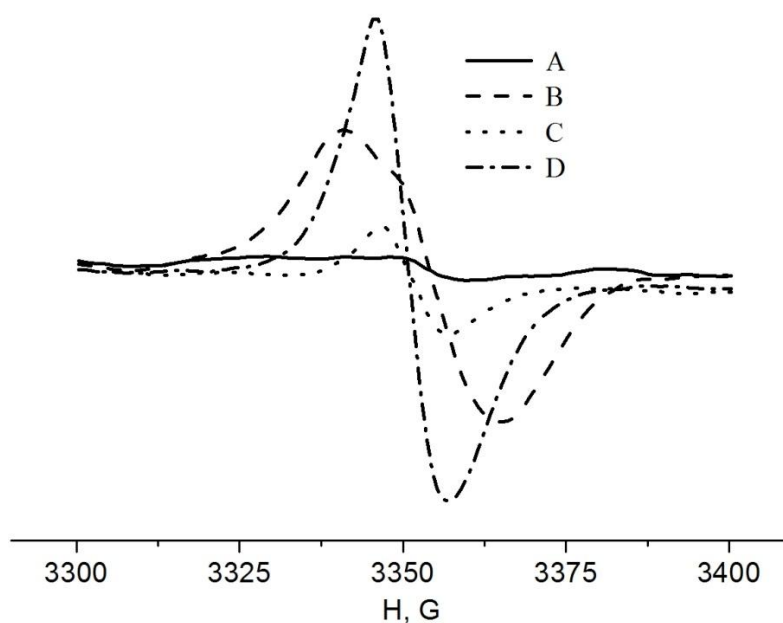


Рис.2 Спектры ЭПР: А- ГК, В- облученного электронами ГК, С- МАКГ, облученного электронами МАКГ

Для изучения локализации парамагнитных центров и возможных изменений структуры молекулы глюконата кальция, был проведен ^{13}C ЯМР эксперимент (Рис.3). Однако результаты показали отсутствие каких либо изменений в строении глюконата кальция до и после облучения. На данном этапе интерпретировать полученный результат не представляется возможным и требует проведения дополнительных экспериментов.

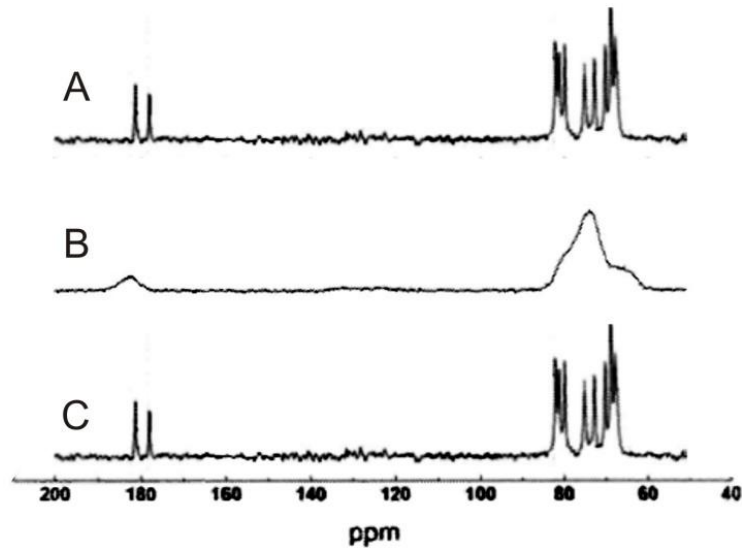


Рис.3 Спектры ^{13}C ЯМР: А- ГК, В- МАКГ, облученного электронами ГК

Таким образом, эксперимент показал, что в результате облучения глюконата кальция электронами, образуется соединение, спектр ЭПР которого является сложным и содержит в себе линию поглощения схожую с линией от МАКГ. Если взять за основу гипотезу об участии свободных радикалов (парамагнитных центров) в повышении биологической активности глюконата кальция, данную методику модификации в дальнейшем можно будет использовать в качестве активного начала для разработки нового эффективного препарата кальция.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Г.Н.Коныгин, *Материалы конф. "Актуальные вопросы детской хирургии"*, ИГМА, Ижевск, С 56 (2003).
- [2] Н.С.Стрелков, *Альманах клинической медицины*, В 17 (2008)
- [3] Г.Г.Гумаров, *Журнал физической химии*, Т 87(2013), С 1578

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОБНЫХ ФЕРМЕНТОВ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В БОРЬБЕ С ОНКОЛОГИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

Ю.В. Сокуренок, Е.В. Дудкина, В.В. Ульянова, О.Н. Ильинская

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Казанский (Приволжский)
федеральный университет", Российская Федерация, Республика
Татарстан, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18
e-mail: sokurenko.yulia@gmail.com*

1. ВВЕДЕНИЕ

Раковые заболевания находятся на втором месте после сердечно-сосудистых по количеству смертей и являются одной из основных причин смертности в мире. По данным ВОЗ, число случаев заболевания раком будет продолжать расти от 14 миллионов в 2012 году до 22 миллионов в последующие десятилетия [1]. В России от рака ежегодно умирает более 285 000 человек [2].

К современным методам лечения онкологических заболеваний относят следующие:

- хирургический метод;
- лучевой метод;
- химиотерапевтический метод;
- гормонотерапия;
- биотерапия.

2. АКТУАЛЬНОСТЬ

Применяемые сегодня традиционные методы лечения злокачественных новообразований обладают низкой эффективностью и оказывают агрессивное воздействие на организм человека. В связи с чем, поиск и разработка новых способов лечения онкологических заболеваний в настоящее время является первостепенной задачей современной медицины. Одними из перспективных объектов, обладающих свойствами потенциального противоопухолевого терапевтического средства являются микробные ферменты – рибонуклеазы. Было показано, что ферменты этого класса способны избирательно атаковать именно злокачественные клетки, вызывая их

апоптическую гибель, при этом не оказывая токсического действия на здоровые клетки организма. Кроме того, введение этих ферментов в живой организм не индуцирует Т-клеточный ответ, что говорит о низкой иммуногенности препарата. Однако, главным недостатком является то, что фермент внутри организма не способен оказывать длительного лечебного действия, ввиду его разрушения внутриклеточными протеазами организма. В связи с этим, необходимо создать систему, защищающую препарат от расщепления и обеспечивающую его длительное терапевтическое действие.

3. НАУЧНАЯ НОВИЗНА

В настоящее время, генотерапия – один из наиболее перспективных методов лечения злокачественных новообразований. Данный подход заключается во введении специальных терапевтических генетических конструкций в клетки организма с использованием вирусных или невирусных систем, *ex vivo* или *in vivo*.

Мы предлагаем создать систему, в которой ген бактериальной РНКазы будет клонирован в эукариотический вектор и трансфецирован в клетки человека. Данная конструкция, впервые, позволит клеткам организма самим продуцировать лекарственное средство, обладающее направленным действием и оказывающее длительный терапевтический эффект при однократном введении.

4. КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПРЕДПОЛАГАЕМЫХ РАБОТ

Реализация данного проекта основана на современных методах молекулярной биологии. Создание генно-инженерной конструкции включает клонирование гена РНКазы и внутриклеточного ингибитора - барстара в эукариотический вектор под контроль сильного промотора. Далее полученная конструкция будет трансфецирована в клетки эукариот.

Аналогов предлагаемой нами системы нет ни в России, ни во всем мире. Данный метод заложит основы для развития щадящей терапии нового поколения для лечения онкологических заболеваний в России.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] J. Ferlay, H.R. Shin, F. Bray et al. *Int. J. Cancer*. **127** (2008), 2893.
- [2] В.И. Чиссов, Л.М. Александрова, А.В. Бутенко, *Вестник Росздравнадзора*. **4** (2010), 68.

Современные материалы и технологии их создания

ГИГАНТСКОЕ КОМБИНАЦИОННОЕ РАССЕЙЯНИЕ СВЕТА МОЛЕКУЛАМИ КРАСИТЕЛЯ МЕТИЛОВОГО ОРАНЖЕВОГО НА ПОРИСТОМ КРЕМНИИ С НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА

**В.В. Воробьев^{1,2}, Ю.Н. Осин^{1,2}, Н.Н. Брандт³, В.И. Нуждин²,
В.Ф. Валеев², А.Л. Степанов^{1,2}**

¹ *Междисциплинарный центра «Аналитическая микроскопия»,
Казанский (Приволжский) федеральный университет,
ул. Парижской Коммуны, д. 9, Казань, 420021 Россия;*

² *Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского КазНЦ
РАН, ул. Сибирский тракт, д. 10/7, Казань, 420029, Россия*

³ *Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 119991 Москва,
Ленинские горы, д.1, стр.2
e-mail: slava.v679@gmail.com*

1. ВВЕДЕНИЕ

С развитием современной биомедицины, и химических наук все чаще возникает вопрос о быстром и корректном диагностировании веществ малых концентраций в жидких средах. Из существующих методов анализа и определения малых концентраций следует выделить метод гигантского усиления спектра комбинационного рассеяния (КР) света [1]. К преимуществам данного метода можно отнести высокую чувствительность, достаточно несложную пробподготовку, неинвазивность при лечебных процедурах, короткое время накопления спектров. Суть метода заключается в усилении интенсивности спектра КР анализируемой молекулы за счёт ее присутствия вблизи наночастиц благородных металлов. Особенность металлических частиц нанометрового размера заключается в том, что под воздействием электромагнитной волны в них возникают резонансные колебания электронов, называемые поверхностным плазмонным резонансом (ППР) [2]. Таким образом, наночастицы аккумулируют и передают энергию возбуждения близкорасположенным к ним молекулам, что и приводит к эффекту гигантского КР (ГКР) - surface enhanced Raman scattering (SERS) [3].

Наиболее распространенным способом получения наночастиц серебра в растворах является химическое восстановление нитрата серебра различными реагентами [4]. В дальнейшем растворы с наночастицами серебра и исследуемым органическим соединением смешивают для КР измерений.

Целью настоящей работы было получение ГКР-спектров красителя метилового оранжевого (МО) на подложке, состоящей из наночастиц серебра сформированных на Si-подложке. Образцы пористого Si с наночастицами серебра (Ag:PSi) были получены методом низкоэнергетической высокодозовой ионной имплантации [5, 6].

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Имплантация пластин *c*-Si с кристаллографической ориентацией (100) проводилась ионами Ag^+ с энергией $E = 30$ кэВ при дозе облучения $D = 1.5 \cdot 10^{17}$ ион/см² и плотности тока в ионном пучке $J = 8$ мкА/см² на ионном ускорителе ИЛУ-3. Анализ поверхности (рис. 1) был выполнен на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Merlin (Carl Zeiss), оснащенный энергодисперсионным спектрометром X-Max (Oxford Instruments).

Измерения КР-спектров были проведены на конфокальном КР-микроскопе DXR Raman Microscope (Thermo Scientific). В качестве источника возбуждения была использована вторая гармоника (532 нм) твердотельного Nd:YAG лазера с диодной накачкой. Максимальная мощность излучения на образце составляла 10 мВт. Спектральный диапазон измерений составил 50–3500 см⁻¹. В качестве анализируемого вещества использовался раствор красителя МО в бидистиллированной воде в концентрации 10⁻² М.

Раствор красителя МО объемом 10 мкл (капля) наносился дозатором на поверхность образца пористого кремния с наночастицами серебра (Ag:PSi). При этом размер капли визуально по высоте составлял порядка 0.5 мм. Измерения проводились при двух геометриях фокусировки зондирующего луча по отношению к поверхности капли (рис. 2). В первом случае, для измерения КР-спектра молекул МО луч лазера позиционировался на поверхности капли. Схематически область возбуждения изображена звездочкой на вставке рис. 2а. При этом область возбуждения была локализована в приповерхностном объеме капли, и не превышала глубину ~5 мкм. Учитывая высоту капли можно заключить, что лазерному возбуждению были подвергнуты только молекулы МО, располагающиеся достаточно удаленно от слоя с наночастицами серебра. При второй геометрии для измерения КР-спектра точка фокусировки лазера была на границе капля-поверхность Ag:PSi (вставка на рис. 2б). При этом возбуждаемые лазером молекулы МО находились в плазмонном поле близкорасположенных наночастиц серебра. Данная геометрия потенциально позволяет выделить усиленный сигнал КР (обозначаемый в данной работе ГКР) для молекул МО вследствие ППР эффекта, по сравнению с КР-интенсивностями, измеряемые в условиях первого эксперимента.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

На рис. 1 представлены СЭМ-изображение и энергодисперсионный спектр образца Ag:PSi. На данном спектре наблюдается широкие полосы, относящейся к Si, а также узкие пики в области от 2.5 до 3.5 кэВ, соответствующие имплантированному серебру. Как было показано ранее [5, 6], светлые области на СЭМ-изображении демонстрируют образование наночастиц серебра в приповерхностном слое образца. Далее этот образец использовался для измерения и анализа спектра ГКР от молекул красителя MO.

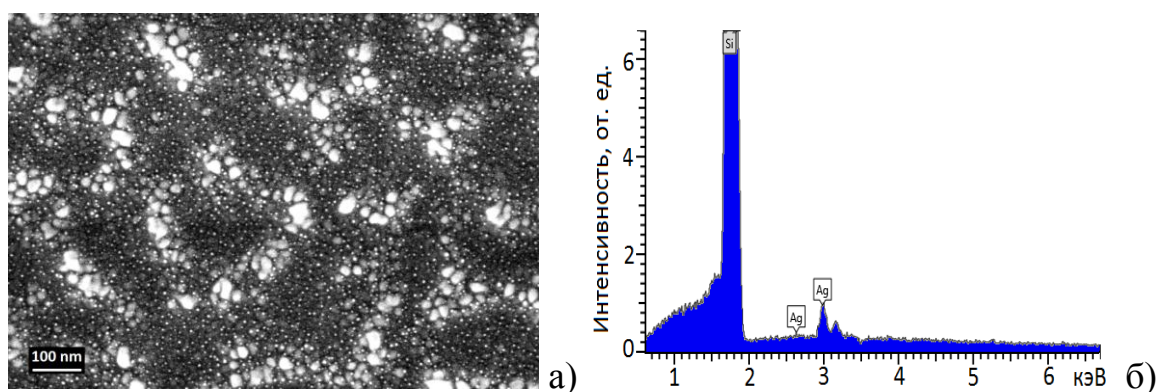


Рис. 1. СЭМ-изображение (а) и спектр энергодисперсионного микроанализа (б) поверхности образца Ag:PSi.

На рис. 2 представлены КР-спектры полученные для двух указанных геометрий фокусировки зондирующего лазерного луча. Как следует из рис.2а в КР спектре молекул MO, удаленных от наночастиц серебра, присутствуют узкие линии на частотах 1119, 1152, 1367, 1392, 1419 см^{-1} (Таблица 1). Данный спектральный набор линий, соответствующий колебаниям атомов молекул в красителе MO совпадает с хорошо известными спектрами представленными в литературе [7].

Во втором случае (рис. 2б), когда лазерный луч сфокусирован на поверхности Ag:PSi, молекулы красителя возбуждаются дополнительно за счет усиленного электромагнитного плазмонного поля наночастиц серебра. Поэтому ГКР-спектр молекул состоит из того же набора линий (рис. 2а), но с несколько отличающимися интенсивностями (Таблица 1). Отметим, что в ГКР-спектре на рис. 2б присутствует дополнительная линия на частоте 520 см^{-1} , соответствующая колебательным движениям атомов в кремнии, что указывает на достаточную точность фокусировки лазерного луча непосредственно на границе капли и поверхности образца Ag:PSi.

В таблице 1 приведены величины интенсивностей линий в КР-спектре молекул MO вне и на Ag:PSi, а так же величина фактора усиления сигнала для КР-линий различных частот.

Коэффициент усиления интенсивностей колебаний K был оценен с помощью отношения [8]:

$$K = (I_{\text{ГКР}} / I_{\text{КР}}) \cdot (C_{\text{КР}} / C_{\text{ГКР}}),$$

где $I_{\text{ГКР}}$ и $I_{\text{КР}}$ – интенсивность линий ГКР и КР спектров, $C_{\text{ГКР}}$ и $C_{\text{КР}}$ – концентрация возбуждаемых атомов.

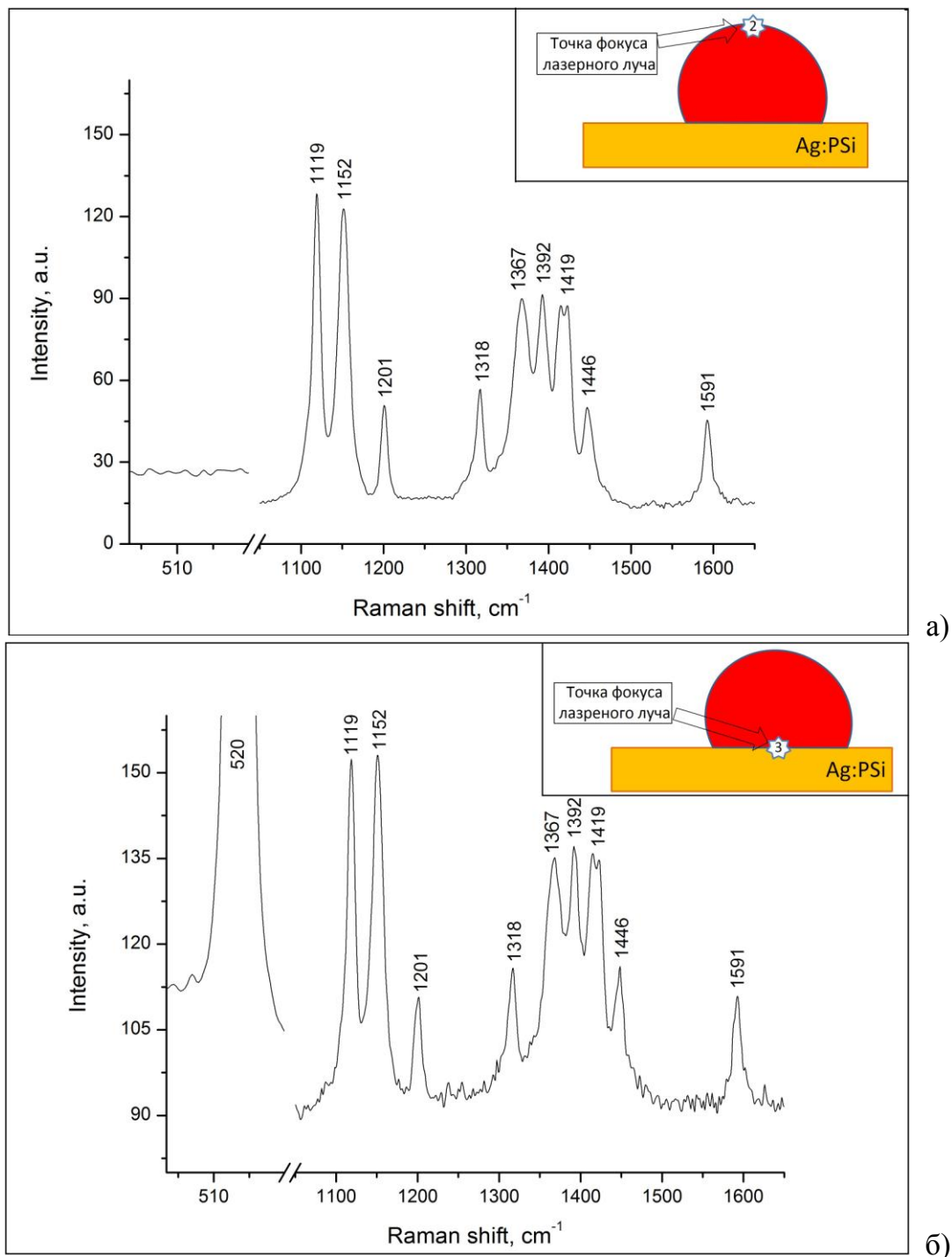


Рис. 2. КР спектры а) МО и б) МО на поверхности Ag:PSi. На вставках схематически в поперечном сечении показан образец Ag:PSi, с нанесенной на него каплей МО и локальное положение точки фокусировки зондирующего лазерного луча.

Таблица 1. Частоты, интенсивность и фактор усиления линий КР-спектра для МО и МО нанесенного на поверхность Ag:PSi.

| ν , см ⁻¹ | 1119 | 1152 | 1201 | 1318 | 1367 | 1392 | 1419 | 1446 | 1591 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $I_{кр}$, отн.ед. | 127 | 123 | 50 | 56 | 90 | 91 | 87 | 49 | 45 |
| $I_{гкр}$, отн.ед. | 152 | 153 | 111 | 115 | 135 | 137 | 135 | 116 | 110 |
| K | 1,19 | 1,24 | 2,22 | 2,05 | 1,5 | 1,5 | 1,55 | 2,37 | 2,44 |

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые продемонстрированы экспериментальные результаты регистрации ГКР спектров от молекул метилового оранжевого на наночастицах серебра, сформированных ионной имплантацией на поверхности кремния. Коэффициент усиления для отдельных линий составляет более 2.

Полученные результаты показывают перспективы исследований для применения и изучения структур Ag:PSi с целью использования данного материала в качестве сенсорного элемента, оперирующего эффектами ГКР для определения малых концентраций органического контента. Далее работу планируется проводить в направлении подбора оптимальных условий эксперимента, для получения более высокого коэффициента усиления.

Настоящая работа поддержана грантом «УМНИК».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Wu W., Liu L., Dai Z., Liu J., Yang S., Zhou L., Xiao X., Jiang C., Roy V.A.L., *Sci. Reports* 5, (2015) 1.
- [2] Kreibig U., Vollmer M., *Optical properties of metal clusters*, Springer, Germany (1995).
- [3] Майер С.А., *Плазмоника: теория и приложения*, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», М.-Ижевск (2011).
- [4] Крутяков Ю.А., Кудринский А.А., Оленин А.Ю., Лисичкин Г.В., *Успехи химии*, **77**, (2008) 242.
- [5] Stepanov A.L., Nuzhdin V.I., Valeev V.F., Vorobev V.V., Kavetsky T.S., Osin Y.N., *Rev. Adv. Mat. Sci.*, **40**, (2015) 155.
- [6] Воробьев В.В., Осин Ю.Н., Валеев В.Ф., Нуждин В.И., Степанов А.Л., *ФВЗЧК*, г. Москва, (2015) 76.
- [7] Zhang A., Fang Y., *J. Colloid Interf. Sci.* **3056**, (2007) 270.
- [8] Шабуня-Клячковская Е.В., Гапоненко С.В., Ващенко С.В., Станкевич В.В., Степина Н.П., Мацукович А.С., *ЖПС*, **81**, № 3, (2014) 378.

ФОТО- И ТЕРМО- ИНДУЦИРОВАННЫЕ МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ДЕНДРИМЕРОВ

В.Е. Воробьева, Н.Е. Домрачева

*Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского (РФ, РТ,
420029, г. Казань, ул. Сибирский тракт, д. 10/7)
e-mail: vvalerika@gmail.com*

Исследовались фото- и термо-активные магнитные свойства для двух новых железосодержащих магнитных системах. Первой исследуемой системой являлся жидкокристаллический поли(пропилен иминный) дендример (ППИ) второй генерации с наночастицами (НЧ) γ - Fe_2O_3 , которые кроме магнитных свойств обладают полупроводниковыми свойствами. Метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) показал, что НЧ γ - Fe_2O_3 , сформированные в ППИ дендримере, имеют средний размер ~ 2.5 нм, магнитный момент $\sim 350\mu_B$, обладают одноосной магнитной анизотропией и структурой «ядро/оболочка» [1]. С вариацией температуры регистрировался переход из суперпарамагнитного состояния в ферромагнитное, при этом температура блокировки ~ 18 К. Методом ЭПР спектроскопии так же было изучено влияние импульсного лазерного облучения на суперпарамагнитные свойства НЧ γ - Fe_2O_3 [2]. Показано, что облучение вакуумированного образца, охлажденного в нулевом магнитном поле до 6.9 К приводит к появлению нового ЭПР сигнала, который пропадает сразу после прекращения облучения (Рис. 1). Появление и исчезновение этого нового сигнала можно многократно повторять включением-выключением лазера при $T = 6.9$ К. Мы полагаем, что переход электронов из валентной зоны в зону проводимости под действием облучения, изменяет суперпарамагнитные свойства полупроводниковых НЧ γ - Fe_2O_3 .

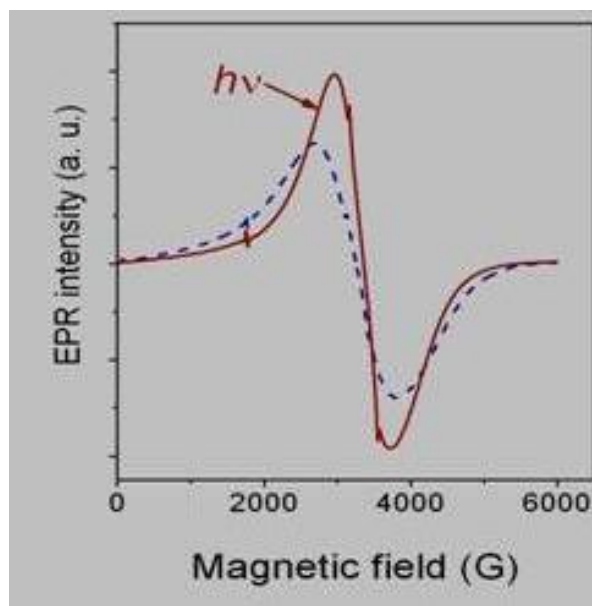


Рис. 1. Изменения ЭПР спектра в результате облучения лазером на длине волны $\lambda = 266$ нм при 6.9 К для вакуумированного образца охлажденного в присутствии магнитного поля.

Второй исследуемой системой являлся дендримерный спин кроссовер комплекс Fe(III) характеризуемый общей формулой $[\text{Fe}(\text{L})_2]^+\text{PF}_6^-$, где $\text{L} = 3,5\text{-ди}(3,4,5\text{-трис(тетрадецилокси)бензоилокси)бензоил-4-окси-салицилиден-N'-этил-N-этилендиамин}$. Методом ЭПР изучены термо- индуцированные магнитные свойства. Показано, что система содержит три типа магнитоактивных центров железа: один низко-спиновый (НС) $S = 1/2$ центр и два высоко-спиновых (ВС) $S = 5/2$ центра: с сильным низкосимметричным ($D = 0.421 \text{ см}^{-1}$, $E = 0.109 \text{ см}^{-1}$) (I-тип ВС центров) и слабо искажённым ($0.02 \text{ см}^{-1} < |D| < 0.03 \text{ см}^{-1}$) (II-тип ВС центров) октаэдрическим окружением. Установлено, что соединение состоит из двух магнитных подрешеток. ВС центры Fe(III) II-типа, вероятнее всего, упаковываются в цепочки, формирующие слои. Димерные молекулы, образованные из НС и ВС центров I-го типа располагаются между слоями и демонстрируют частичный спиновый кроссовер ($S = 5/2 \leftrightarrow 1/2$) при температурах выше 160 К, в котором принимает участие около $\sim 25\%$ молекул Fe(III). Ниже 10 К в системе наблюдается антиферромагнитное упорядочение при температурах (Рис.2). ЭПР обнаружил наличие антиферромагнитных динамических спиновых кластеров (спин коррелированных областей с антиферромагнитным упорядочением) в высокотемпературной области (70 – 300 К). Результаты Мёсбауэровской спектроскопии подтверждают данные ЭПР: наличие в системе динамических спиновых кластеров и магнитного упорядочения при 5 К.

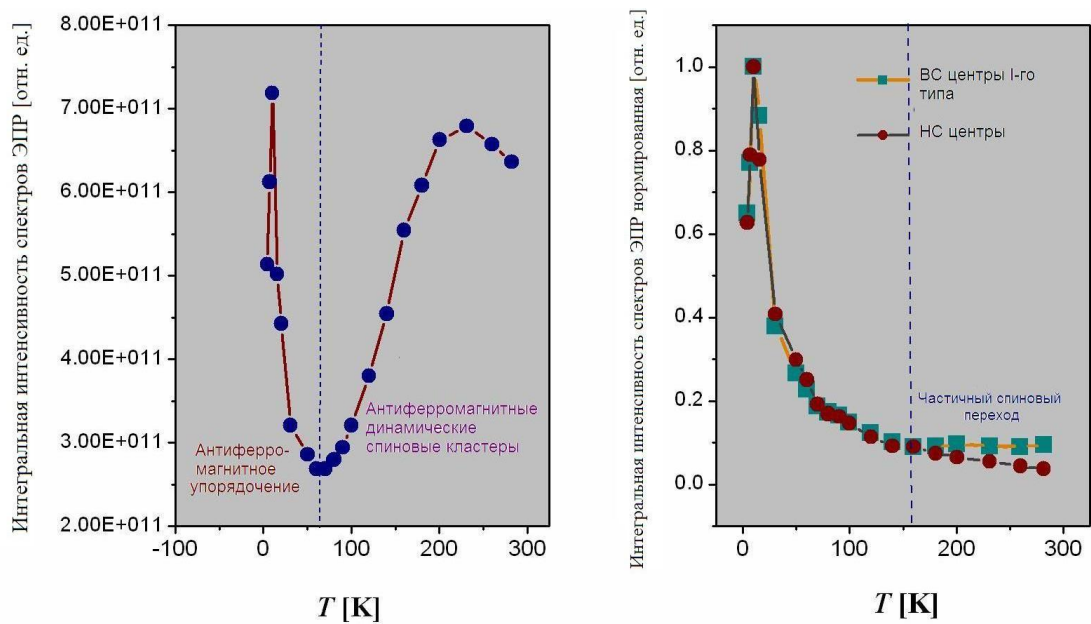


Рис. 2. Температурная зависимость интегральной интенсивности линий всего ЭПР спектра и нормированная интегральная интенсивность ЭПР спектра для линий принадлежащих НС и ВС центрам I-го типа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Domracheva N., Pyataev A., Manapov R., Gruzdev M.: ChemPhysChem **12** (2011) 3009.
- [2] Domracheva N., Vorobeva V., Gruzdev M., Pyataev A.: J. Nanopart.Res. **17** (2015) 83.

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДВИЖНОСТИ ЩЕЛОЧНЫХ ИОНОВ В МАГНИТНЫХ СОЛЯХ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ УСТРОЙСТВ: ЯМР ТЕХНОЛОГИИ

Э.Р. Клышева

КФТИ им. Е.К. Завойского (Казань, ул. Сибирский тракт, 10/7)

Институт Физики, КФУ (Казань, ул. Кремлевская, 18)

e-mail: sun_moonlove@mail.ru

Целью проекта является изучение подвижности ионов лития в магнитных металоксидах и солях, которые могут быть перспективными материалами для создания эффективных топливных элементов и аккумуляторных батарей [1]. Современные технологии зависят от литий-ионных аккумуляторов, высокая плотность энергии и долгий срок службы определяет их первенство в области портативных источников энергии. Емкость современных литий-ионных аккумуляторов больше чем в два раза превышает емкость первых коммерческих версий, продаваемых Sony в 1991 году, и при этом они примерно в десять раз дешевле. Но они достигают своего предела [2]. В настоящее время ведется много исследований для их улучшения.

В последние годы исследователи обратили внимания на соли лития и натрия, содержащие магнитные ионы. При изучении таких систем обычными методами, часто возникают определенные трудности, связанные с магнетизмом этих веществ.

Исследование проводимости солей лития, позволит распознавать пригодные соли лития для новых материалов, используемых в аккумуляторах. Метод исследования проводимости с помощью ЯМР, позволит измерять проводимость в тех случаях, когда измерить ее путем прямых электрических измерений невозможно. Например, данный метод позволит измерять проводимость на таких твердотельных образцах, как порошок. Синонимом высокой ионной проводимости, которая представляет интерес для создания аккумуляторов, топливных ячеек и сенсоров, является быстрая диффузия ионов.

Существует большое количество методов ЯМР, которые позволяют изучить процесс диффузии, такие как ЯМР исследования в градиенте магнитного поля, изучение формы линии, измерение скоростей спин-решеточной и спин-спиновой релаксации [3]. Планируется на примере соединений лития, содержащих ионы меди или никеля,

экспериментально проанализировать возможности различных ЯМР техник и разработать оптимальный протокол исследования диффузии лития в магнитных соединениях. Для этого в том числе была осуществлена разработка и будет проведена модернизация проточного гелиевого криостата, предназначенного для проведения ЯМР исследований в диапазоне температур от 2.5 до 350К, а также изготовлен датчик для ЯМР-исследований при низких частотах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] L. S. Cahill, R. P. Chapman, J. F. Britten, and G. R. Goward, *J. Phys. Chem. B* 110 (2006) 7171-7177.
- [2] R. Van Noorden, *Nature* 507 (2014) 26-28.
- [3] P. Heitjans, E. Tobschall, and M. Wilkening, *Eur. Phys. J. Special Topics* 161 (2008) 97–108.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛИРУЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА

**Салихов Т.М.^a, Яковлева М.Ф.^a, Сафиуллин К.Р.^b, Ключков А.В.^b,
Тагиров М.С.^b, Стратан М.^c, Зверева Е.А.^c, Налбандян В.^d,
Вавилова Е.Л.^a**

^a *Казанский физико-технический институт, Казань, Россия*

^b *Институт физики КФУ, Казань, Россия*

^c *Физический факультет, МГУ, Москва, Россия*

^d *Химический факультет, ЮФУ, Ростов-на-Дону, Россия*

e-mail: tmsalikhov@gmail.com

В последние годы слоистые теллулаты и антимонаты щелочных и переходных металлов активно исследуются из-за их потенциального применения в качестве электродных материалов и твердотельных электролитов в литий-ионных и натрий-ионных аккумуляторах. На данный момент литий-ионные аккумуляторы активно используются в различных электронных приборах. Усовершенствование известных и разработка новых материалов является важной задачей в современной физике.

Изучение магнитных свойств необходимо для получения фундаментальной информации об этих материалах, используемых в практических целях для изготовления батарей и аккумуляторов, поскольку электрохимические процессы связаны с изменением валентных и спиновых состояний переходных металлов.

Особый интерес среди сложных оксидов металлов нового поколения представляют собой теллулаты и антимонаты щелочных и переходных металлов со слоистой структурой, в которой упорядоченные смешанные слои магнитных катионов и сурьмы (или теллура) чередуются со слоями катионов щелочного металла. При этом магнитные катионы в большинстве случаев упорядочиваются по двум основным структурным вариантам. Для первого типа в соединениях $A_3M_2SbO_6$, $A_2M_2TeO_6$ ($A=Li, Na$; $M=Co, Ni, Cu$) катионы M образуют плоские сотообразные сетки реберно-связанных октаэдров (“honeycomb structure”) или вариант треугольного расположения магнитных катионов.

Данных о магнитных свойствах теллулатов и антимонатов щелочных и переходных металлов в настоящий момент очень мало. Основная часть работ по синтезу и исследованию этих фаз были опубликованы в литературе в течение нескольких последних лет.

Для соединений $\text{Li}_3\text{Ni}_2\text{SbO}_6$ и $\text{Na}_3\text{Ni}_2\text{SbO}_6$ были проведены ЯМР эксперименты на ядрах ^7Li и ^{23}Na и мы обнаружили, что поведение спектров ЯМР и релаксация при низких температурах обусловлена взаимодействием с магнитными ионами Ni^{2+} . В районе температуры Нееля температурная зависимость ширины линии ЯМР имеет узкий пик, что свидетельствует об установлении магнитного порядка. Также были проведены расчеты для различных моделей упорядочения. Наилучшее совпадение с экспериментальными данными имеет модель спиновой структуры зиг-заг, где спины ориентированы перпендикулярно к плоскости. Отклонение значения $1/\chi T_1 T$ от константы при $T > 300\text{K}$ показывает присутствие добавочного механизма релаксации, который становится эффективным при данных температурах. Мы предполагаем, что дополнительный механизм связан с ростом подвижности лития в плоскости.

ПОЛУЧЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКИХ NiCrBSi ПОКРЫТИЙ КОМБИНИРОВАННЫМИ ОБРАБОТКАМИ

Н.Н. Соболева

*Институт машиноведения УрО РАН, 620049, Екатеринбург,
Комсомольская, 34
e-mail: natashasoboleva@list.ru*

1. ВВЕДЕНИЕ

Использование самофлюсующихся порошков для наплавки системы NiCrBSi является современным методом упрочнения поверхности деталей и инструмента. Среди различных способов получения таких покрытий отмечается преимущество лазерной наплавки (ЛН) [1, 2] – процесса, в котором тонкий поверхностный слой детали оплавляется лучом лазера совместно с присадочным материалом. Дополнительное повышение прочности и износостойкости поверхности возможно за счет применения различных комбинированных обработок: ЛН + термическая обработка (ТО), ЛН + фрикционная обработка (ФО).

2. ЛАЗЕРНАЯ НАПЛАВКА + ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Для покрытия ПГ-10Н-01 (0,8% С; 16,0% Cr; до 5% Fe; 4,0% Si; 3,5% В, остальное – Ni) были проведены исследования по влиянию термического воздействия после лазерной наплавки на структуру и свойства. Отмечалось [3] разупрочнение покрытий при нагреве до 900-950 °С вследствие растворения твердых фаз Cr₃В и Ni₃В, сформированных в процессе лазерной наплавки. Однако отжиг при 1000-1050 °С вызвал резкое повышение прочности и износостойкости покрытий, сформировав термически стабильную структуру, не испытывающую изменений при последующих термических воздействиях. Это обеспечило рост теплостойкости покрытия до 1000 °С, на основании чего на комбинированную обработку ЛН + ТО для покрытий такого типа был получен патент РФ № 2492980.

3. ЛАЗЕРНАЯ НАПЛАВКА + ФРИКЦИОННАЯ ОБРАБОТКА

Фрикционная обработка скользящим индентором проводилась на более пластичном покрытии ПГ-СР2 (0,48% С; 14,8% Cr; 2,6% Fe; 2,9% Si; 2,1% В; остальное – Ni) при различных технологических параметрах

(материал индентора, смазочно-охлаждающая технологическая среда, нагрузка на индентор), что позволило выделить более перспективные режимы ФО.

Например, ФО индентором из мелкодисперсного кубического нитрида бора в среде аргона при нагрузке 500 Н обеспечила максимальное упрочнение покрытия до 885 HV 0,025 (твердость наплавленного покрытия составляла 570 HV 0,025), однако шероховатость поверхности возросла от Ra = 255 нм для исходного покрытия после ЛН и электрополировки до Ra = 300 нм после ФО (режим схватывания). Минимальную шероховатость Ra = 25 нм обеспечила ФО индентором из алмаза в среде аргона при нагрузке 350 Н, твердость поверхности при этом достигла 755 HV 0,025.

Следует также отметить режим, способствующий получению достаточно высокой твердости поверхности 855 HV 0,025 при относительно небольшой шероховатости Ra = 60 нм: ФО индентором из мелкодисперсного кубического нитрида бора на воздухе при нагрузке 350 Н.

Обработка по последнему режиму формирует наноструктурированный поверхностный слой, кроме того, отмечается общая толщина упрочненного слоя до 100 мкм. Такая обработка повышает на 20% износостойкость и удельную работу изнашивания покрытия при испытании по закрепленному абразиву кремню, а также обеспечивает существенное (до 4 раз) снижение интенсивности адгезионного изнашивания вследствие ограничения периода приработки [4].

Известно [5], что ФО может применяться как способ наноструктурирования высокопрочных и труднодеформируемых металлических материалов. Поэтому планируется проведение ФО на более твердом (805 HV 0,025 после наплавки) покрытии ПГ-10Н-01

ЛИТЕРАТУРА

- [1] R.T.Gómez-del, M.A.Garrido, J.E.Fernández, M.Cadenas, J.Rodríguez, *Journal of Materials Processing Technology* **204** (2008) 304.
- [2] А.Г.Григорьянц, А.Н.Сафонов, *Методы поверхностной лазерной обработки*, Высшая школа, Москва (1987).
- [3] А.В.Макаров, Н.Н.Соболева, И.Ю.Малыгина, А.Л.Осинцева, *Металловедение и термическая обработка металлов* **3** (2015) 39.
- [4] Н.Н.Соболева, А.В.Макаров, И.Ю.Малыгина, *Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты* **4** (2013) 79.
- [5] A.V.Makarov, L.G.Korshunov, R.A.Savrai, N.A.Davydova, I.Yu.Malygina, N.L.Chernenko, *The Physics of Metals and Metallography* **115** (2014) 303.

ОПТИМАЛЬНЫЕ СТАЛЬНЫЕ МНОГОГРАННЫЕ ОПОРЫ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Хамидуллин Искандер Наилевич, Сабитов Линар Салихзянович

ФГБОУ ВПО «КГЭУ» (420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51)
kalparik@gmail.com

Основная часть воздушных линий электропередачи 35-500 кВ, функционирующих в настоящее время, была построена в 60-70-х годах прошлого столетия. И износ основных фондов является основной причиной технологических нарушений ВЛЭП. Например, по РТ в результате прошедших ледяных дождей в 2010 году были повреждены объекты электросетевого хозяйства (в том числе опоры ВЛ), ставшие причиной перебоев электроснабжения во многих крупных населенных пунктах[1].

Согласно статистике ОГРЭС доля отказов ВЛ 35-500 кВ из-за опор составляет 13%. И именно эти отказы имеют наиболее тяжелые последствия для линий электропередачи, приводящие к большим затратам, связанным с восстановлением ВЛ и недоотпуском электроэнергии. Более того, согласно статистическому анализу ОГРЭС за 1966-1989 годы удельное число отказов железобетонных опор составил 0,034, в то время как для металлического этого показателя равняется 0,022 [2]. То есть можно сделать вывод что, металлические опоры меньшую интенсивность отказов, чем железобетонные.

Основная причина значительной разницы в повреждаемости между металлическими и железобетонными опорами заключается в сильной зависимости несущей способности последних от качества заделки их в грунте. Часто железобетонные опоры под действием внешних нагрузок приобретают крен. Это создает дополнительный изгибающий момент в стойке опоры, вызванный значительной собственной массой конструкции, способствующий дальнейшему увеличению наклона. В результате этого, несущая способность железобетонных опор резко снижается, что приводит к их разрушению.

Несмотря на это и в настоящее время при строительстве и реконструкции ВЛЭП используют преимущественно типовые (унифицированные) опоры, разработанные 70-80 годы прошлого столетия. Изменение нормативной базы (переход правил устройства электроустановок (ПУЭ-7) на период повторяемости в 25 лет увеличил нормативные ветровые нагрузки на 20-30%, а нормативную толщину стенки на 5 мм), переход на рыночную экономику, и как следствие, необходимость в привлечении инвесторов в электросетевой комплекс РФ

для реализации необходимых проектов требуют применения оптимальных технических и экономических решений. Строительство воздушных линий электропередачи на опорах из многогранных гнутых стоек является одним из таких решений.

При современном строительстве и проектировании ВЛ хорошо себя зарекомендовали стальные многогранные опоры (СМО). Такие опоры надежные, эстетичные, универсальные, т.е. способны к адаптациям, это когда из базовой опоры можно собрать опоры различной высоты из множества типовых секций. т.к. проектирование и производство конструкции стойки максимально автоматизировано. Имея испытанную на полигоне базовую опору, завод-производитель может в течение короткого времени организовать производство опоры новой модификации, которая является подходящей для конкретной трассы воздушных линий. Строительство ВЛ на СМО имеет преимущество по скорости монтажа перед стальными решётчатыми и железобетонными опорами.

Использование стальных многогранных опор позволяет увеличить показатели надежности ВЛЭП, уменьшить массу и габариты опоры. Однако применение таких опор ограничено: из-за дороговизны изготовления. Актуальным становится вопрос проектировании оптимальной конструкции опоры, которая обеспечивала бы требуемый уровень надежности, но при этом был бы оптимален по расходу металла.

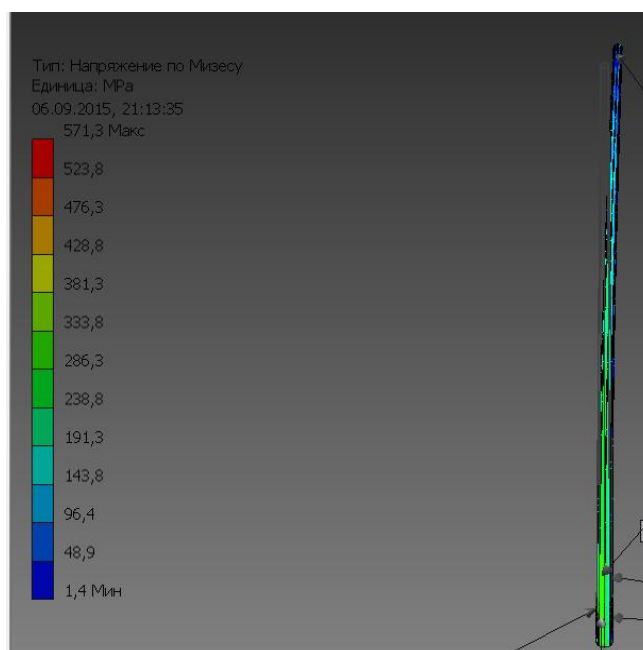


Рис. 1. Моделирование механических нагрузок на опоре ВЛ

Для эффективного решения данной задачи необходимо использовать тот факт, что механическая нагрузка на опору ВЛ распределяется неравномерно по телу стойки. Математические расчеты, компьютерное моделирование методом конечных элементов и натурные

испытания показали, что наибольшее напряженно-деформированное состояние (НДС) у стойки опоры наблюдается ближе к основанию с постепенным уменьшением к верхней части. Так же необходимо отметить, что основным фактор влияния на НДС конструкций стальных многогранных опор – толщина стенки стойки [3].

Применением вышеописанных двух фактов на практике является разработанный способ изготовления СМО включающий раскрой стального листа с образованием заготовки в виде вытянутого прямоугольника или трапеции, гибку заготовки с образованием граней и сварку свободных кромок по длине с созданием замкнутого сечения, отличающийся тем, что заготовку по длине образуют из стальных листов разной толщины t_1, t_2 , уменьшающейся к вершине опоры, при этом листы между собой соединяют стыковой сваркой и диафрагмами жесткости в виде пластин установленные на ребро между гранями поперечного сечения опоры (рис.2).

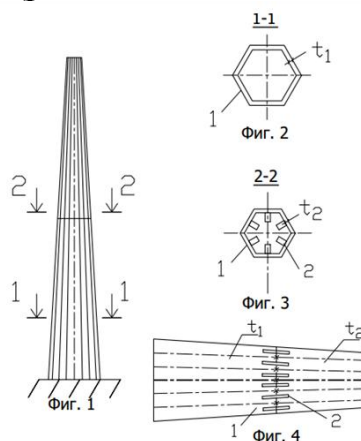


Рис. 2. Способ изготовления стойки опоры ВЛ[4].

Данное решение применимо для конструирования стальных опор различного назначения ввиду возможности оптимизации конструкции с учетом действующих нагрузок и климатического воздействия. Сочетая соединение секций, изготовленных из стали различной толщины, возможно оптимизировать конструкцию, уменьшив себестоимость и увеличив экономию стали до 25% [5]. В большинстве развитых зарубежных стран уже давно наметился переход от массовых типовых проектных решений в сторону индивидуального адаптивного проектирования с учетом всех особенностей эксплуатации. И применение предложенного метода изготовления опор многогранного сечения является одним из таких решений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] И.Н. Хамидуллин, Л.С. Сабитов, И.Л. Кузнецов, В.К. Ильин, *К вопросу о рациональности применения опор линий электропередач из многогранных гнутых стоек*, Энергетика Татарстана №2, Казань (2014)
- [2] Л.В. Яковлев, Р.С. Каверина, Л.А. Дубнич, *Комплекс работ и предложений по повышению надежности ВЛ на стадии проектирования и эксплуатации*, Линии электропередачи 2008: проектирование, строительство, опыт эксплуатации и научно-технический-прогресс: Сб. научн. трудов/ Новосибирск (2008)
- [3] В.Н. Васильев, И.М. Гаранжа, *Математическая модель напряженно-деформированного состояния конструкций стальных многогранных стоек*, ПолтНТУ, Полтава (2011)
- [4] Л.С. Сабитов, И.Л. Кузнецов, И.Н. Хамидуллин, *Способ изготовления стальной опоры многогранного сечения*, Патент на изобретение №2556603 (2015)
- [5] Л.С. Сабитов, И.Н. Хамидуллин, И.Л. Кузнецов, Д.М. Хусаинов, *Разработка оптимальной конструкции опоры многогранного сечения для энергетического строительства*, Энергетика Татарстана № 3, Казань (2015)

НОВЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УПАКОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Т.Н. Юнусова, Э.Ш. Юнусов, Р.М. Гарипов

*ФГБОУ ВПО Казанский национальный исследовательский
технологический университет (420015, К. Маркса, 68)
ed.yunusov@gmail.com:*

1. ВВЕДЕНИЕ

Санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к упаковочным материалам, непосредственно контактирующим с пищевым продуктом, являются весьма жесткими. Такие материалы должны быть химически инертными, т.е. не выделять вредных веществ выше допустимых уровней и не изменять органолептических свойств продукта, не обладать канцерогенными, мутагенными и аллергенными свойствами, не содержать ингредиентов, обладающих токсичностью [1].

Мясо и мясопродукты остаются одним из самых потребляемых продуктов на российском рынке. Однако, сроки их хранения, особенно охлажденного мяса и субпродуктов, составляют всего 2-4 суток, поскольку белки мяса особенно подвержены окислению [2].

Мясо птицы, за исключением жирных видов, является диетическим, и в основном из-за отсутствия или малого количества подкожного жира первые признаки порчи обнаруживаются очень быстро: происходит потемнение тушки, позеленение, загар (запах сероводорода) [3]. Таким образом поиск способов увеличения сроков хранения мясных продуктов, в том числе и за счет использования новых барьерных материалов является актуальным и представляет значительный научно-практический интерес.

Целью настоящего исследования является изучение влияния упаковки из высокобарьерной термоусадочной пленки на сохранность полуфабрикатов из мяса птицы во время гарантийного срока хранения пищевых продуктов.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В ходе данной работы нами было изучено влияние двух типов упаковочных материалов на органолептические свойства закладок, на изменение величины рН мяса птицы в процессе хранения полуфабрикатов, а также микробиологические исследования мяса птицы,

позволяющие оценить количественный и качественный состав микрофлоры сырья.

С органолептической точки зрения в первые трое суток эксперимента закладки ПЭ и ТБП пакетов полностью соответствовали требованиям НТД по показателям свежести. Ухудшение показателей закладок в ПЭ пакетах наблюдалось на третьи сутки, а в ТБП пакетах на 4-5 сутки хранения. После этого консистенция мяса становилась рыхлой, после надавливания мясо не восстанавливало свою прежнюю форму. Наблюдался сильный неприятный кислый запах обусловленный разложением белка на аминокислоты.

В результате исследования изменения величины рН мяса птицы в процессе хранения полуфабрикатов было установлено, что независимо от типа используемой упаковки, происходит резкий рост величины рН на 5 сутки хранения продукции. Тем не менее, необходимо отметить, что указанная длительность выдержки значительно превышает допустимые сроки хранения частей тушек птицы - не более 2 суток со дня выработки.

В образцах полуфабрикатов, упакованных в оба типа пакетов, численность аэробных гетеротрофных микроорганизмов и колиформных бактерий на первые 2-3 суток хранения была в пределах нормы ($\text{КОЕ} < 5 \cdot 10^5$ ед/г), но наибольшая численность обеих групп бактерий была обнаружена в полуфабрикатах, упакованных в ПЭ пакеты. Следует отметить, что КОЕ в полуфабрикатах, упакованных в полимерные пакеты на 3 сутки эксперимента, было в среднем на 10-15 % ниже по сравнению с контрольными образцами. Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что пакеты из полимерной пленки Mealguard Meat в среднем на 33 % позволяют увеличить сроки хранения полуфабрикатов из мяса птицы.

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] Лисагорский, В.В. Упаковка мяса в полимерные пленки: плюсы и минусы // Мясные технологии. – 2011. - № 5. – С. 48-50.

Новые приборы и аппаратные комплексы

РАЗРАБОТКА ДАТЧИКА «СУСТАВ» ДЛЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ ТРАВМАТОЛОГИЧЕСКИХ ЯМР ТОМОГРАФОВ НА ПОСТОЯННОМ МАГНИТЕ С ПОЛЕМ 0.4 ТЛ

А.А. Баязитов¹, А.О.Симонов¹, А.Н. Аникин¹

¹Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского КазНЦ
РАН, 420029, РТ, г.Казань, ул. Сибирский тракт 10/7
bajazitv.alf@rambler.ru

На сегодняшний день широкое распространение в мире приобретают томографы со средними (0.5-1.5 Тл) и низкими (менее 0.5 Тл) магнитными полями. Более низкая их стоимость при достаточном для клинических исследований качестве изображений обеспечивают им надежное будущее.

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы: заключается в получение оптимальной конфигурации датчика с учетом его габаритных размеров. Разработка датчика для малогабаритных травматологических ЯМР томографа на 0.4 Тл на постоянном магните. Оптимизация конструкции и размера датчика. Расчеты параметров ширины проводника с учетом величины скин-слоя на рабочей частоте.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ

В работе приводятся результаты исследования датчика «сустав». Проводятся исследования зависимости параметров проводника в расчете на рабочую частоту томографа $f=17,660\text{МГц}$. Расчетная величина скин-слоя на рабочей частоте 17,3мкм. Исследуются возможности применения экранов для улучшения качества получаемых изображений и защиты от помех [1]. При разработке радиочастотных датчиков, для малогабаритных магнитно-резонансных томографов (МРТ), накладываются серьезные требования. Такие ограничения по размер внутренней области 155мм, размер внешней части корпуса 200мм, расстояние между приемными и передающим контуром составляет 5-7мм. Оценивается возможность применение экрана в составе датчика. При помещении в магнит приемного контура без экрана его резонанс сдвигается по частоте на 200 кГц вниз. При использовании в контур датчика сплошного экрана, частота датчика в

магнитном поле сдвигается на 3 МГц за счет ограничения магнитного потока. Векторы компонентов поля \mathbf{V}_x и \mathbf{V}_y являются ортогональными, и в то же время они ортогональны к основному полю \mathbf{V}_0 . Направление оси Z выбирается вдоль основного магнитного поля \mathbf{V}_0 . Ось Y направлена вертикально, ось Z совпадает с осью полюсов магнита, ось X перпендикулярна к оси Z и Y .

Считаем, что при использовании экрана, с учетом увеличения сложности конструкции датчика и способа его настройки, можно добиться улучшения его характеристик. Также за счет применения проводника умеренной толщины с учетом величины скин-слоя и габаритных размеров датчика можно улучшить такой параметр датчика, как добротность контура от которой, в свою очередь, зависит величина отношения сигнал/шум.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] A.A.Bayazitov¹, Ya.V.Fattakhov¹, A.R.Fakhrutdinov¹, V.N.Anashkin¹, V.A.Shagalov¹, P. Chumarov: Transceiver system for new specialized medical magnet-resonance tomographs . Int. Conf. Spin Physics, Spin Chemistry and Spin Technology, Kazan (2011).

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

И.Ф. Гильмутдинов, И.Р. Мухамедшин

Казанский федеральный университет (г.Казань, ул.Кремлевская 18)
e-mail: Ildar.Gilmutdinov@gmail.com

1. ВВЕДЕНИЕ

Литий-ионные аккумуляторы прочно вошли в нашу жизнь, благодаря высокой удельной энергоемкости и безопасности использования. Ионные аккумуляторы широко применяются в мобильных приложениях, гибридных автомобилях и в энергетике. Однако из-за высокой цены лития набирают популярность аккумуляторы, в которых основным носителем являются ионы натрия [1]. Также ведутся разработки аккумуляторов смешанного типа, где присутствуют и натрий, и литий [2].

Усилия исследовательских групп направлены на поиск перспективных материалов для создания электродов с высокой удельной энергоемкостью, высокими токами разряда и устойчивостью к множественным циклам заряда/разряда. Часто поиск сводится к перебору различных стехиометрических соотношений компонент электрода, модификации поверхности электрода и использованию различных добавок для увеличения проводимости материала. Свойства многокомпонентной системы сложно предсказать теоретически. Ситуация осложняется нетривиальными физическими свойствами основного материала электрода.

В качестве основного материала для создания катодов используются сложные оксиды (Li_xCoO_2 , Na_xCoO_2 , LiFePO_4 , Na_xMnO_2), свойства которых зависят от содержания ионов лития/натрия. Так, например, в натриевом кобальтате Na_xCoO_2 при изменении содержания натрия проводимость изменяется на несколько порядков [3]. Поэтому необходимо исследовать физические свойства исходных соединений с различным содержанием ионов в кристаллической решетке. Наиболее полную информацию предоставляют исследования монокристаллов, но рост кристалла возможен только для определенного содержания натрия или лития. Поэтому нельзя вырастить кристалл с произвольным содержанием, но можно используя выращенный кристалл изменить в нем содержание ионов лития/натрия электрохимическим путем.

2. ИМЕЮЩИЕСЯ НАРАБОТКИ

Нами были синтезированы монокристаллы Na_xCoO_2 с $x \sim 0.8$ методом бестигельной зонной плавки с оптическим нагревом. Разработан аналоговый потенциостат и электрохимическая ячейка для изменения содержания натрия в монокристаллах Na_xCoO_2 . Методика роста кристаллов и результаты проведенных исследований опубликованы [4]. В ходе мы выяснили, что для оптимизации методик синтеза нужен цифровой прибор, позволяющий программно регулировать напряжения и токи на электрохимической ячейки, вести запись экспериментальных данных в цифровом виде. Также вместо постоянных напряжений и токов можно использовать импульсные последовательности, которые позволят ускорить процесс синтеза однородного монокристалла. На разработку подобного программно-аппаратного комплекса направлена данная работа.

3. ОПИСАНИЕ ПРИБОРА

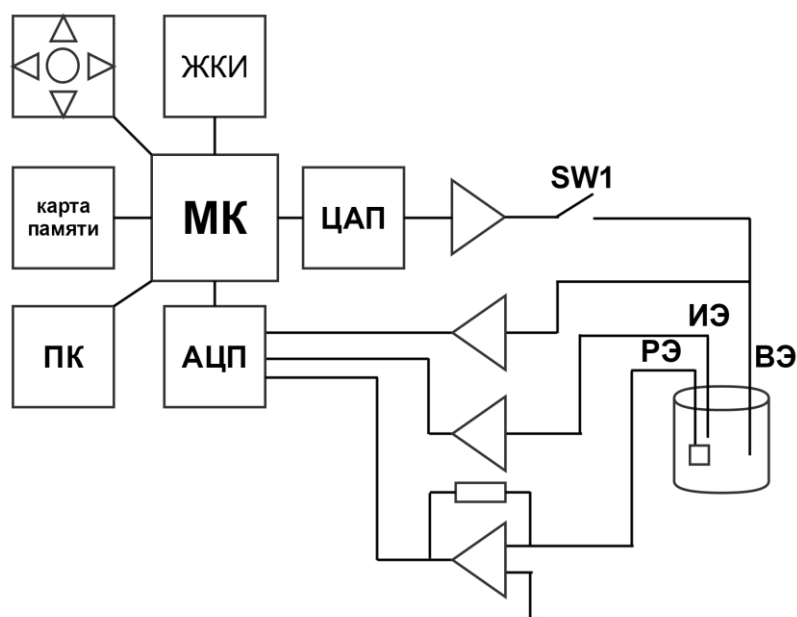


Рис.1 Блок-схема цифрового прибора

Блок-схема прибора представлена на рис.1. Для управления работой схемы будет использован современный микроконтроллер (МК) с архитектурой ARM. В качестве источника напряжения будет применен 16-битный цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП). Сигнал с ЦАП через буферный каскад будет подаваться на вспомогательный электрод (ВЭ) электрохимической ячейки. Для измерения напряжений на ВЭ и измерительном электроде (ИЭ) ячейки

будет использоваться многоканальный 16-битный аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Для уменьшения поляризации ИЭ будет использован буферный каскад с высоким входным сопротивлением ($R \sim 1$ ГОм). Пользовательский интерфейс будет состоять из кнопочной клавиатуры и графического дисплея. Результаты эксперимента будут записываться на карту памяти формата SD. Это позволит прибору работать автономно, без персонального компьютера (ПК). Также будет предусмотрена возможность передачи данных с устройства на ПК по интерфейсу USB.

4. ВЫВОДЫ

Разработанный программно-аппаратный комплекс позволит контролируемо изменять содержание лития/натрия в электродах ионного аккумулятора, и проводить предварительные исследования их свойств. В программное обеспечение будут заложены экспериментальные методики, позволяющие прибору работать как в режиме постоянных напряжений или токов, так и в импульсном режиме. Работа прибора и экспериментальные методы синтеза будут тестироваться на монокристаллах натриевого кобальтата Na_xCoO_2 выращенных в нашей лаборатории. Подобный прибор будет полезен исследовательским группам, специализирующимся на поиске новых материалов для создания электродов литий/натрий ионных аккумуляторов. Ориентирование на решение конкретной задачи, современная элементная база позволит повысить эффективность работы и снизить итоговую стоимость готового изделия.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] M. H. Han, E. Gonzalo, G. Singh, T. Rojo, *Energy & Environmental Science*, т.8. (2015) с.81-102.
- [2] D. Kim, S. H. Kang, *Adv. Energy Mater*, т.1. (2011) с.333–336.
- [3] M. Foo, Y. Wang, S. Watauchi, *Phys. Rev. Lett.* т. 92 (2004) с.247001
- [4] I.R. Mukhamedshin, I.F. Gilmutdinov, M.A. Salosin, H. Alloul, *Письма в ЖЭТФ*, т.99. (2014) с. 542–546.

РАЗРАБОТКА АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ КОММУТАЦИИ ДАТЧИКОВ ИЗМЕРЕНИЯ ОДНОРОДНОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОГО ТОМОГРАФА

Ситдиков И. Р., Аникин А. Н., Симонов А. О., Баязитов А. А.
*Казанский Физико-Технический Институт им Е. К. Завойского КазНЦ
РАН
(420029, РТ, г. Казань, ул. Сибирский тракт 10/7)
iskandersit@gmail.com*

Магнитно-резонансная томография является наиболее инновационным, положительно зарекомендовавшим себя методом, в ранней диагностике ряда заболеваний. Такой вид сканирования абсолютно безопасен и не имеет противопоказаний. Несомненными преимуществами магнитно-резонансной томографии является возможность диагностировать на ранней стадии раковые заболевания, проследить площадь и направление размножения опухоли, и возникновение патологий в различных органах без хирургического вмешательства и вредного облучения.

Данный метод позволяет получать более качественные и четкие изображения на данном устройстве, если исключить ряд важных факторов, которые влияют на информативность и достоверность изображения. Самыми главными факторами, которые ключевым образом влияют на качество изображений, получаемых на томографическом устройстве, являются стабильность и однородность постоянного магнитного поля. При анализе томографических изображений приходится сталкиваться с помехами и артефактами, которые могут привести к постановке неправильного диагноза[1].

Измерение однородности магнитного поля часто происходит следующим образом: один датчик последовательно перемещают в определенные положения, которых около 100. Измерение таким методом приводит к появлению погрешностей и длительности измерения.

Для ускорения измерения и повышения точности в лаборатории ММФ КФТИ был создан датчик, включающий в себя около 80 ЯМР-сенсоров, которые находятся в фиксированных положениях. Новая конструкция будет состоять из двух видов датчиков: система из ЯМР-сенсоров и датчиков Холла.

Датчик Холла является высокочувствительным датчиком измерения магнитного поля, благодаря которому можно измерить магнитное поле вдали от резонанса, тем самым решить задачу

предварительной настройки магнитного поля. Для точной настройки используется системы из ЯМР-сенсоров.

Была поставлена задача разработать устройство коммутации датчиками, и составить алгоритм управления мультиплексорной платой.

Данный ЯМР-сенсор состоит из нескольких уровней, на каждом находится определенное количество сенсоров.

Составлены два алгоритма реализации поэтапного измерения однородности магнитного поля в зависимости от дрейфа сигнала, которые заключаются в следующем:

При среднем дрейфе, изначально проводится измерение в средней точке центрального уровня. После, пошагово проводятся измерения в симметричных плоскостях. Затем, после измерения каждой плоскости необходимо вернуться к средней точке, чтобы определить возможный дрейф сигнала.

При большом дрейфе, измерения проводятся следующим образом: После измерения каждого сенсора необходимо вернуться к средней точке.

Плата коммутации, или мультиплексорная плата, необходима для подключения к спектрометру в определённый момент времени нужного сенсора датчика. Был разработан механизм коммутации. Он заключается в использовании нескольких мультиплексоров для поочередного подключения сенсоров. На данный момент составлен алгоритм опроса сенсоров, согласно которому построена система мультиплексоров, позволяющая поэтапно подключать сенсоры.

Исследовано влияние резонансной частоты сенсоров на стабильность работы данного мультиплексора. Проведен поиск устройств, удовлетворяющих требованиям. При сравнительном анализе характеристик мультиплексоров, пришли к выводу использовать мультиплексоры ADG728 компании Analog Devices[2].

Также разработан алгоритм работы программного кода для микроконтроллерной платы, который позволяет управлять мультиплексорами, переключая сенсоры однородности магнитного поля при помощи компьютера. Для этого необходимо реализовать программное обеспечение. В программное обеспечение входит координатная карта сенсоров, при помощи которой имеется возможность получения объемной карты магнитного поля.

STM32 – это микроконтроллер, построенный на ядре ARM Cortex-M3. Данная плата идеально подходит для решения этих задач [3]. При помощи микроконтроллера были решены следующие задачи, такие как:

Связь компьютера с платой управления. Это было выполнено посредством порта RS-232, который позволяет передавать команды по протоколу UART (универсальный асинхронный приемопередатчик).

Связь платы управления с мультиплексорной платой. Для реализации данной связи был использован интерфейс I2C (Inter integrated circuit). I2C использует две двунаправленные линии, подтянутые к

напряжению питания при помощи резисторов и управляются через открытый коллектор или открытый сток: последовательная линия данных (SDA) и последовательная линия тактирования. (SCL).

Также, при помощи контроллера STM32 реализовано ручное управление сенсорами. В плате управления имеются жидкокристаллический дисплей, а также кнопки включения питания и выбора сенсоров.

Литература

[1] Ринк, П.А. *Магнитный резонанс в медицине* / П.А. Ринк, Р. А. Джонс, Й. Квернесс. – Backwellscientificpublications, 1993. – 247 с.

[2] *AD731 Datasheet*, Analog Devices Inc. (2003). Режим доступа: http://www.analog.com/UploadedFiles/Data_Sheets/38931112587709ADG725_31_a.pdf

[3] STM32 Datasheet (PDF) - List of Unclassified Manufacturers. (2001). Режим доступа:

<http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/560960/ETC2/STM32.html>

РАЗРАБОТКА РЕЗОНАТОРА НА 94ГГц С УВЕЛИЧЕННЫМ ДОПУСКОМ ДЛЯ ОБРАЗЦОВ

Скворцова П.В.¹, Кусова А.М.¹, Зарипов Р.Б.²

¹*Институт Физики, КФУ (Казань, ул. Кремлевская, 18)*

²*КФТИ им. Е.К. Завойского (Казань, ул. Сибирский тракт, 10/7)*

e-mail: skvpolina@gmail.com

Известно, что использование в СВЧ-схемах частотно-избирательных устройств, работающих на резонансных явлениях, представляет значительный интерес. К таким частотно-избирательным компонентам могут быть отнесены полосно-пропускающие фильтры, фильтры низких и верхних частот и др. Основным назначением таких изделий является пропускание частоты, находящейся в определенном диапазоне, а также подавление некоторых составляющих сложного сигнала.

В настоящее время возрастает интерес к миллиметровому и субмиллиметровому диапазону частот. Сюда относятся как гражданская сфера деятельности, так и военная. В научных учреждениях эта тема так же не остается без внимания. Так, например, постепенно увеличивается количество спектрометров электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), работающих на частотах выше 90 ГГц. Основной неотъемлемой частью практически любого спектрометра ЭПР является резонатор. В коммерческих ЭПР-спектрометрах W-диапазона (94 ГГц) фирмы Bruker используется СВЧ-резонатор с внутренним диаметром 0.9 мм. При проведении измерения исследуемое вещество помещают в ампулу, которую вставляют в резонатор. В связи с этим возникает очень много сложностей с помещением вещества в ампулу с внутренним диаметром менее 0.9мм. В данном проекте планируется изготовить резонатор Фабри-Перо на 94 ГГц. Резонатор будет использоваться на спектрометре ЭПР Elexsys E680 фирмы Bruker. Главное достоинство резонатора будет состоять в том, что полость для образцов будет больше, чем в современных аналогах, при этом будут подобраны наиболее оптимальные параметры чувствительности.

Спроектированный нами резонатор можно будет использовать в лабораториях и научных центрах, занимающихся ЭПР-спектроскопией.

На данный момент освоена программа CST Studio Suite. Мы будем использовать пакет CST MICROWAVE STUDIO (CST MWS) для моделирования всего резонатора и смежных устройств. Это инструмент для быстрого и точного численного моделирования высокочастотных устройств. Данный пакет позволяет смоделировать геометрию изделия,

задать его материал, симметрию поля, электрические и магнитные граничные условия и др. На основе этих данных программа осуществляет расчет распределения электрических и магнитных полей в резонаторе, а также его резонансной частоты.

В работе над данным проектом мы планируем произвести теоретический расчет основных характеристик резонатора Фабри-Перо, соответствующего нашим требованиям, компьютерное проектирование модели резонатора и смежных частей, оценку тепловых потерь и допустимых погрешностей при изготовлении резонатора и подбор оптимальных материалов резонатора. А также изготовить резонатор и провести тестирование созданного резонатора в ЭПР спектрометре на эталонных образцах.

Биотехнологии

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Р.Р. Ахметшин, В.Я. Пономарев, Э.Ш. Юнусов, Г.О. Ежкова

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

1. ВВЕДЕНИЕ

Одной из отраслей пищевой промышленности является пивоварение, на предприятиях которой образуется значительное количество различного рода отходов, в том числе и пивная дробина. Пивная дробина и продукты ее трансформации используются в производстве пищевых продуктов, в качестве субстрата для биотехнологических процессов, она является источником получения ксилита, глюкозы, глутамата натрия и др.

Использование пивной дробины в мясной промышленности в настоящее время ограничено с одной стороны отсутствием сведений об использовании данного сырья в технологии мяса, а с другой стороны возможной несовместимостью данного вида сырья с компонентами рецептур мясных изделий [1].

Исследования по получению, рациональному и эффективному использованию пивной дробины в технологии мяса представляют определенный интерес и перспективу для укрепления сырьевой базы мясной промышленности, обеспечения белком пищевых рационов, создания безотходных экологически чистых технологий [2].

Целью данной работы является исследование влияния пивной дробины прошедшей биотехнологическую обработку на функционально-технологические свойства мясного сырья.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

На первом этапе работы были проведены экспериментальные исследования оценивающие эффективность термической обработки пивной дробины, с целью определения оптимальных условий гидролиза. Анализ эффективности термической обработки дробины вели, оценивая содержание сахаров, в водной вытяжке полученных гидролизатов [3]. Было установлено, что термическая обработка дробины приводит к резкому росту количества сахаров, причем интенсивность накопления

глюкозы в системе напрямую зависит от температуры и длительности термообработки. Рост количества сахаров в системе можно объяснить увеличением содержания декстринов и низкомолекулярных углеводов, являющихся продуктом термического распада полисахаридов. Также нами было установлено, что термическая обработка приводит к некоторому снижению содержания белков в системе. Степень гидролиза белковых веществ прямо пропорциональна дозировке ферментного препарата и длительности экспозиции мультиферментной композиции в испытываемой среде.

Ферментативная обработка пивной дробины приводит к резкому увеличению количества глюкозы в опытных системах в первые 6 часов проведения эксперимента. Дальнейшая ферментативная обработка приводит к резкому снижению количества глюкозы в системе, что вероятно объясняется дальнейшим действием эндо- и экзо глюконаз и глюкозидаз входящих в состав ферментного комплекса. Можно предположить, что наблюдаемые зависимости связаны с тем, что на данном этапе ферментативной обработки начинается гидролитическое расщепление трудногидролизуемых фракций пивной дробины, в частности гемизеллюлоз и 1-3-глюкана.

Ферментативная обработка пивной дробины оказывает значительное влияние на функционально-технологические свойства (ФТС) исследуемых фаршевых систем и зависит как от длительности ферментативной обработки пивной дробины, так и от дозировки ферментного препарата. На начальном этапе ферментативной обработки наблюдается некоторое снижение функционально-технологических свойств мясного сырья в течение первых 3 часов, в дальнейшем происходит рост способности мясного сырья связывать влагу. Таким образом, можно сделать вывод, что ферментативная обработка является эффективным и целесообразным способом воздействия на пивную дробину с целью ее дальнейшего использования при производстве пищевых продуктов, в частности мясных.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] В.Я. Пономарев, Э.Ш. Юнусов, Г.О. Ежкова Вестник Казанского технологического университета, 18, 156-158, (2011).
- [2] А.С. Истомин Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. 45, 64-69, (2011)
- [3] Антипова Л.В. и др. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М.: Колос Год, (2001)

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ АНТИМИКРОБНЫЙ ПРЕПАРАТ НА ОСНОВЕ ГРИБА РОДА BOTRYTIS

Гасимов Ренас Адипович

*ФГАОУВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет
(КФУ)» г. Казань, улица Кремлевская, 18
e-mail: Renasrenas53@gmail.com*

Научный руководитель: Багаева Татьяна Вадимовна, доктор
биологических наук, профессор.

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в мире ежегодно наблюдается увеличения спектра инфекционных заболеваний, что требует поиска новых соединений, обладающих антибактериальным действием. К тому же поиск новых соединений с высоким антибактериальным действием растет в связи с постоянно растущей устойчивостью, приобретаемой рядом микроорганизмов к применяемым на практике лекарственным препаратам и тяжелым лечением инфекционных заболеваний [1]. Среди исследуемых соединений перспективными в этом плане являются довольно новый класс веществ – агглютинины [2]. Произошедшие изменения социально-экономической ситуации в стране привели к резкому спаду производства лекарственных препаратов, в результате чего в период с 1997 по 2009 годы объем этой продукции сократился почти в 4 раза. Полностью прекращено производство 158 наименований препаратов, среди которых антибактериальные препараты, средства для лечения онкологических заболеваний и другие. При этом доля отечественных препаратов на российском фармацевтическом рынке сократилась до 40-80%, в зависимости от номенклатуры, а импортных препаратов соответственно возросла, что поставило отечественный рынок под угрозу зависимости от импорта.

2. ЦЕЛЬ ПРОЕКТА

Проект направлен на создание нового высокоэффективного медицинского препарата на основе агглютинина микромицета рода Botrytis.

3. СУЩНОСТЬ ПРОЕКТА

Проект направлен на создание нового высокоэффективного медицинского препарата на основе агглютинина микромицета рода *Botrytis*. Наряду с известными препаратами антибактериального действия, получаемый агглютинин является новым соединением, который продемонстрировал свое антибактериальное действие. В основе данного препарата лежит открытая авторами проекта способность выделенных агглютининов к биологической активности. Авторами подобраны условия накопления биомассы продуцента, метод выделения и очистки фракций агглютининов, установлена их ингибирующая активность относительно роста условно-патогенных бактерий. Предлагаемый проект обладает актуальностью, новизной, практической значимостью и востребованностью. Поскольку данные исследования опережают разработки соответствующих проблем в мире, создаваемая на их основе продукция, имеет конкурентные преимущества на внутреннем и внешнем рынках.

4. ИННОВАЦИОННОСТЬ ПРОЕКТА

Реализованные в получении препарата подходы оригинальны, не имеют аналогов в отечественной и зарубежной практике и основаны на приоритетных экспериментальных данных, полученных авторами проекта. Поскольку данные исследования опережают разработки соответствующих проблем в мире, создаваемая на их основе продукция, имеет конкурентные преимущества на внутреннем и внешнем рынках. В настоящий момент, разработанные нами новые методы получения агглютининов микромицетов, позволили значительно увеличить активность исходного препарата (в два раза).

Преимуществами препарата на основе агглютинина *Botrytis* от синтетических препаратов и их аналогов будут являться ее быстрое получение, высокая активность, широкий спектр биологического действия, низкое количество побочных эффектов, стабильность препарата агглютинина, мягкое действие при длительном применении, возможность рационального сочетания с лекарственными препаратами растительного происхождения и синтетическими средствами и культивирование грибных продуцентов является наименее затратным процессом при промышленном производстве препарата.

5. ПЕРСПЕКТИВЫ РЕАЛИЗАЦИИ

Данная разработка обладает значительным потенциалом коммерческого использования со стороны фармакологических компаний. Объем необходимых инвестиций оценивается в 10 млн. рублей. Реализация

проекта приведет к созданию нового конкурентоспособного отечественного препарата, который сделает более эффективным лечение инфекционных заболеваний. Планируемые к выпуску препараты, не уступая по качеству импортным аналогам, будут иметь невысокую конечную стоимость за счет применения современных технологий и оборудования. Планируемые к выпуску препараты, не уступая по качеству импортным аналогам, будут иметь невысокую конечную стоимость за счет применения современных технологий и оборудования. В связи с тем, что практически все выпускаемые препараты будут иметь конечную стоимость в 2-3 раза ниже, чем их аналоги, ввозимые по импорту и, учитывая, что только на 13% удовлетворяется потребность России в этих препаратах, можно предположить, что в течение ближайших 10 лет конкуренции на внутреннем рынке не ожидается. Основными предпосылками ожидаемого успеха проекта являются:

- производство импортозамещающих высокоэффективных лекарственных препаратов;
- повышение уровня удовлетворения потребности здравоохранения в этих препаратах;
- создание дополнительных рабочих мест за счет обеспечения ввода в эксплуатацию новых производственных мощностей;

Основными потребителями выпускаемой продукции будут все лечебные учреждения, медицинского и ветеринарного профиля, аптеки и заинтересованное в лекарственном средстве население любого возраста.

6. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ЗАВЕРШЕНИЮ ФИНАНСИРОВАНИЯ ПРОЕКТА.

Разработка наиболее эффективных методов очистки антибактериального препарата. Оформление и подача заявки на выдачу патента РФ на лекарственный препарат.

Лабораторные исследования свойств выделенного лекарственного препарата. Завершение лабораторных испытаний и разработка основ технологии производства на уровне лабораторного регламента.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Коробов В. П., Полюдова Т. В., Лемкина Л. М. Изучение биологических свойств антибиокорезистентных бактерий *staphylococcus epidermidis* 33 и их чувствительности к ваннерину, Вестник Пермского университета, Пермь(2015).
- [2] Khan F., Khan M. Fungal lectins: Current molecular and biochemical perspectives, Int. J. Biol. Chem., Pune (2011).

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТРЕГАЛОЗНОЙ МАТРИЦЫ КАК КРИОПРОТЕКТОРА ФОТОСИСТЕМЫ

Григорьев И.С., Суханов А.А.

КФТИ им. Е.К. Завойского (Казань, ул. Сибирский тракт, 10/7)
ivan-grigorev-93@mail.ru

1. АКТУАЛЬНОСТЬ

Детальные изучения процессов фотосинтеза направлены на получение высокоэффективных фотоэлементов, а также источников молекулярного водорода. Повсеместно изучаются процессы электронного переноса в фотосистемах 1 и 2, особенности структур этих систем, с целью создания фотоэлементов, обладающих столь же высоким КПД и имеющих схожий или идентичный механизм преобразования энергии света, что и в природных аналогах. В решении этой задачи можно выделить два направления исследований. Первое направление связано с изучением структур природных фотосистем и созданием искусственных аналогов, сохраняющих основные структурно-функциональные элементы своих природных прототипов, но имеющих более простое строение, и которые могут, не разрушаясь, существовать вне клетки. Второе направление связано с выделением фотосистем из клеток бактерий или растений и созданием искусственных сред, в которых эти системы могли бы сохранить свои структурно-функциональные свойства. Безусловно, в каждом из подходов существуют свои трудности, но также получены и положительные результаты. Наше исследование проводится в русле второго направления. В данной работе мы исследуем механизмы криопротекции фотосистемы 1, взятой из бактерии *Synechocystis* методами время-разрешенной и импульсной ЭПР-спектроскопии.

2. ВВЕДЕНИЕ

Для фотосистемы функционирующей клетки растения или бактерии, поддерживаемая внутриклеточная среда является нормальной для стабильного функционирования сложного белкового комплекса фотосистемы. Пусть нам необходимо выделить фотосистему из клеточной среды. Понятно, что, в обычных условиях, выделенный из клетки белковый комплекс попадает в условия, являющиеся по отношению к нему неблагоприятными, экстремальными – нормальное функционирование комплекса прекращается вместе с постепенным разрушением его структуры. Возможность и перспективность разработки сред, в которых фотосистема

могла бы успешно существовать после выделения из клетки, подсказывается примерами из самой природы. Неблагоприятные условия – это то, к чему с момента зарождения жизни на Земле приспосабливаются живые организмы. Известно, что микроорганизмы способны переносить экстремально высокие и низкие температуры (от -270 до $+102$ °С), когда переходят в цисты. В цисты могут переходить не только микроорганизмы, но также растения и животные. В таком состоянии организмы могут переносить не только экстремальные температуры, но и условия практически полного обезвоживания. У растений сухих районов развит механизм задержки воды в клетках, предотвращения ее испарения. Во всех механизмах сохранения жизнеспособности есть общая черта – образование такой внутриклеточной структуры, которая задерживает остаточную воду и изолирует клетку от неблагоприятных воздействий среды. Из ранних исследований известно, что при высыхании организмы аккумулируют большое количество дисахаридов. У высших растений это в основном сахароза, а у низших растений, животных и микроорганизмов роль консерванта выполняет трегалоза. Также есть исследования, в которых показано, что при высушивании липидных бислоев, на их поверхности концентрируются молекулы именно дисахаридов, препятствующих дальнейшему высыханию мембран. Значит, для создания среды, призванной сохранить функциональность выделенной из клетки фотосистемы, можно пойти тем же путем, что и природа, и выделять фотосистемы в высушенном виде в матрице дисахаридов. В работе [1] изучались свойства матриц на основе сахарозы и трегалозы, а также проводилось сравнение характеров релаксации фотосистемы 1 в матрицах трегалозы и сахарозы при фотовозбуждении. Различные методы (ЭПР, ЯМР, инфракрасная фурье-спектроскопия, нейтронное рассеяние) позволили сформулировать несколько гипотез о том, как именно происходит защита биоструктуры в дисахаридной матрице при высушивании:

- 1) Стабилизация посредством образования водородных связей между молекулами дисахарида и биоструктурой. При этом вода вымещается с поверхности биоструктуры и закрепление последней происходит только за счет водородных связей с молекулами дисахарида;
- 2) Значительное увеличение вязкости при стекловании – биоструктура не разлагается за счет большой вязкости водно-дисахаридной среды;
- 3) Анкерная модель, согласно которой молекулы воды сохраняются вблизи поверхности биомолекулы и служат своего рода анкерами, связанных водородными связями с одной стороны с поверхностью биомолекулы, а с другой стороны – с молекулами дисахарида. При этом поверхность биомолекулы оказывается этими связями достаточно прочно скреплена.

По мере исследования нами предполагается сделать заключение о том, какой из трех сценариев реализуется в высушенной трегалозной матрице, содержащей фотосистему 1. Следует отметить, что по результатам, описанным в статьях [1], [2], между молекулами воды и трегалозы осуществляется эффективное взаимодействие посредством водородных

связей, так что стоит ожидать, что вода наравне с трегалозой участвует в закреплении поверхности биомолекулы, и скорее всего реализуется случай 2 или 3.

3. ЗНАЧЕНИЕ МЕТОДА ЭПР В ИССЛЕДОВАНИИ СИСТЕМЫ ТРЕГАЛОЗА-ФОТОСИСТЕМА-ВОДА

При освещении фотосистемы происходит образование радикальной пары. Радикальная пара – парамагнитная система, следовательно, изучение ее спиновой динамики можно изучать методом ЭПР. Время жизни РП зависит от вязкости и температуры среды – изучение этих зависимостей и является предметом исследования. Время жизни радикальной пары можно исследовать методом время-разрешенного ЭПР. Но наряду с временем жизни, в эксперименте также регистрируется продольное время релаксации радикальной пары T_1 – поэтому отделение вклада в спектр времени жизни от T_1 является одной из важных задач данного исследования. Вязкость среды можно изучить импульсными методами с использованием нитроксильных меток.

4. ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Нам необходимо выявить, как меняется время жизни радикальной пары фотосистемы 1 в трегалозной матрице при различных влажностях и температурах. Если в экспериментах мы подтвердим криопротекторные свойства трегалозной матрицы, то дальнейшее исследование импульсными методами взаимодействий фотосистемы с трегалозой позволит объяснить и сам механизм, защищающий фотосистему от разрушения. Это приблизит нас к пониманию функционирования естественных защитных механизмов в живых системах при экстремальных условиях, и путей создания высокоэффективных защитных матриц для самого мощного преобразователя энергии света – природной фотосистемы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Malferrari, M., Nalepa, A., Venturoli, G., Francia, F., Lubitz, W., Möbius, K., & Savitsky, A. (2014). Structural and dynamical characteristics of trehalose and sucrose matrices at different hydration levels as probed by FTIR and high-field EPR. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 16(21), 9831-9848.
- [2]. Malferrari, M., Francia, F., & Venturoli, G. (2011). Coupling between Electron Transfer and Protein–Solvent Dynamics: FTIR and Laser-Flash Spectroscopy Studies in Photosynthetic Reaction Center Films at Different Hydration Levels. *The Journal of Physical Chemistry B*, 115(49), 14732-14750.

ТРАНСФОРМАЦИЯ КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ПРЕПАРАТАМИ МИКРОБНОГО СИНТЕЗА

А.З. Каримов, В.Я. Пономарев, Т.Н. Юнусова

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

1. ВВЕДЕНИЕ

Производство ферментных препаратов занимает одно из ведущих мест в современной биотехнологии и относится к отраслям, объем продукции, которых постоянно растет, а сфера применения неуклонно расширяется. Такое быстрое развитие связано с тем, что ферменты являются высокоактивными, нетоксичными биокатализаторами белкового происхождения, широко распространенными в природе, без которых невозможно осуществление многих биохимических процессов [1].

Ферменты, обладающие способностью гидролизовать белки, широко используются в самых различных отраслях промышленности, сельском хозяйстве и медицине. Специфические протеазы, применительно к белковым субстратам, обеспечивают их глубокую деструкцию и позволяют повысить биологическую ценность получаемых гидролизатов за счет биоконверсии белков, раскрыть потенциальные возможности маловостребованных белковых ресурсов.

Значительный научный и практический интерес представляют ферментные препараты микробного происхождения, которые являются более активными, более стабильными и уникальными по своей субстратной специфичности и условиям действия, чем ферменты высших организмов [2].

Целью данного исследования являлось изучение влияния протеолитических ферментных препаратов различного происхождения на основные свойства коллагенсодержащего мясного сырья.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Для исследований было выбрано четыре вида ферментных препаратов различного происхождения *Мегатерин Г10Х*, *Протосубтилин Г10х*, *Коллагеназа из камчатского краба* *проотеиназа изи бас. putilus*, предоставленная сотрудниками Казанского федерального университета.

Анализ воздействия выбранных ферментных препаратов на белковые фракции субстрата вели на спектрофотометре, регистрируя спектры поглощения хромофоров в диапазоне длин волн 200-800 нм [3].

Для уточнения характера воздействия ферментных препаратов на белковые субстраты из низкосортного мясного сырья нами были проведены спектрофотометрические исследования по определению спектров поглощения хромофоров в диапазоне длин волн 200-800 нм.

Было оценено количество хромофоров в различных белковых фракциях. Оценку вели в сравнении с контрольным образцом, не обработанным ферментным препаратом. Под действием ферментативной обработки наблюдалось изменение количества хромофор в диапазоне длин волн 200-300 нм, 320-425 нм, 530-600 нм.

На следующем этапе работы нами было оценено количество низкомолекулярных продуктов гидролиза, образующихся в процессе ферментативной обработки. Опыты вели с внесением трихлоруксусной кислоты, которая осаждает высокомолекулярные соединения (с молекулярной массой от 500 Да и выше). Нами отмечено накопление продуктов гидролиза в диапазоне длин волн 250-300 нм, которые характерны для таких аминокислот, как: тирозин, фенилаланин, триптофан, причем наибольший эффект был отмечен при использовании ферментных препаратов *Мегатерин Г10Х* и *Коллагеназа*.

Таким образом, можно говорить об эффективности процесса ферментативного гидролиза, который наиболее интенсивно протекает при использовании ферментных препаратов *Мегатерин Г10Х* и *Коллагеназа*. Полученные данные хорошо соотносятся с исследованиями, ранее проведенными на кафедре ТММП КНИТУ, а также с литературными данными.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] В.Я. Пономарев, Э.Ш. Юнусов, Г.О. Ежкова, О.А. Решетник. Биотехнологические основы применения препаратов микробиологического синтеза для обработки мясного сырья с пониженными функционально-технологическими свойствами / Казань: КГТУ, (2009)
- [2] Пономарев В.Я. и др. Использование препаратов микробного синтеза для трансформации коллагенсодержащего сырья // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. - № 14. – С. 217-220.
- [3] Антипова Л.В. и др. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М.: Колос Год, (2001)

ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОСТИ ЛИПОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ

Китаевский С.А., Ткаченко С.В., Китаевская С.В.

*Казанский национальный исследовательский технологический
университет (420015, г. Казань, ул. К. Маркса, д.68)
e-mail: kitaevskayas@mail.ru*

1. ВВЕДЕНИЕ

В биотехнологии ферментированных продуктов питания достаточно много внимания уделяется стартовым культурам микроорганизмов, преимущественно молочнокислым бактериям. Исследования в данной области сосредоточены в основном на функционально-технологических свойствах молочнокислых бактерий, таких как активное кислотообразование, антагонистическая активность в отношении санитарно-показательной микрофлоры, продуцирование бактериоцинов, протеолитическая активность и др. [1-10].

На сегодняшний день многочисленными экспериментами *in vitro* и *in vivo*, а также клиническими испытаниями доказано положительное влияние продуктов питания, содержащих культуры пробиотических микроорганизмов на организм человека, в том числе способность снижать риск возникновения злокачественных новообразований, ослаблять проявления пищевой аллергии, усиливать иммунитет, оказывать гипохолестеринемическое действие, выводить токсические вещества из организма [3,4,11-16].

Однако для производства ферментированных пищевых продуктов важно не только влияние пробиотических микроорганизмов на технологические показатели продукта, обеспечение их безопасности в отношении развития микробиологических рисков, но и способность обеспечивать их длительную сохранность в широком диапазоне температур хранения.

При хранении продуктов питания под влиянием биологических и физико-химических факторов происходит распад липидов за счет гидролитических и окислительных изменений.

В процессе технологической обработки и хранения липиды продуктов могут подвергаться свободно-радикальному окислению, что приводит к снижению их качества и биологической ценности. Так, образующиеся на начальной стадии окисления перекиси и гидроперекиси существенно не влияют на органолептические свойства продуктов, однако, способствуют разрушению жирорастворимых витаминов и полиненасыщенных жирных

кислот. Вторичные продукты окисления (преимущественно альдегиды и кетоны) придают продуктам соответствующие специфические посторонние привкусы. Кроме того, продукты окисления липидов проявляют токсичность и могут вызывать возникновение в организме патологических изменений, поэтому поиск средств защиты продуктов питания от инициирования в них перекисного окисления важен не только для удлинения сроков хранения, но и для повышения биологической ценности продуктов [17-20].

Если в основе биохимических превращений липидов лежит последовательность свободно-радикальных цепных реакций под влиянием кислорода воздуха, света, тепла и др., то основную роль в гидролитических процессах распада липидов играют липолитические ферменты нативных жиров и сопутствующих микроорганизмов.

Целью настоящей работы явилось изучение способности молочнокислых бактерий продуцировать липолитические ферменты.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования служили штаммы молочнокислых бактерий, ранее выделенные из природных источников (зерно, квашеная капуста, молоко) и хранящиеся в музее кафедры ТПП КНИТУ [21], а также стартовые культуры, применяемые в технологии ферментированных молочных продуктов: *Lactobacterium casei*, *Lbm. delbrueckii*, *Lbm. fermentum*, *Lbm. acidophilum*, *Lbm. plantarum*, *Lbm. bavaricus*, *Lmb. brevis*, *Lmb. paracasei*, *Lmb. sakei*, *Lmb. curvatus*, *Bifidobacterium bifidum*.

При определении липолитической активности молочнокислых бактерий использовали модифицированный метод [22], в качестве субстрата применяли оливковое масло.

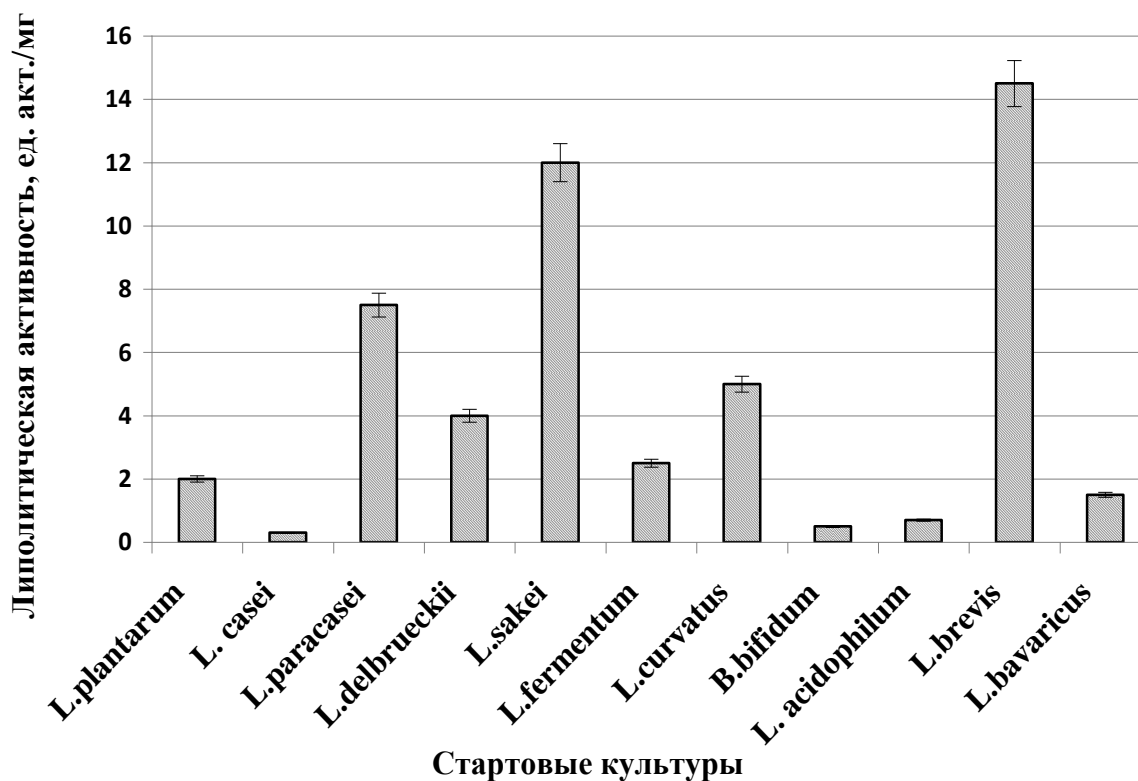
3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Нами была изучена активность гидролитических ферментов молочнокислых бактерий, оказывающих существенное влияние на скорость процесса ферментации сырья и в конечном итоге на качество готовых продуктов. Результаты исследования представлены на рис. 1.

Значения липолитической активности сильно варьировали среди различных видов исследуемых лактобактерий, что, очевидно, связано с индивидуальными особенностями исследуемых культур.

Выявлено, что культура *Lbm. casei*, *Lbm. fermentum*, *Bifidobacterium bifidum*, *Lbm. acidophilum*, *Lmb. bavaricus* не обладают липолитической активностью. Незначительное количество липолитических ферментов (4-5 ед. акт./мл) синтезируют молочнокислые бактерии *Lbm. delbrueckii* и *Lmb. curvatus*.

Высокой липолитической активностью (14,5 ед. акт./мл) обладает стартовая культура *Lmb. brevis*.



Следует отметить, что липолиз, протекающий при ферментации молочного сырья, положительно влияет на формирование органолептических показателей молочных и кисломолочных продуктов, в частности, сыров.

Липаза катализирует гидролиз триглицеридов молочного жира, при котором происходит освобождение жирных кислот. В некоторых сырах липаза обуславливает образование специфического вкуса и аромата в результате выделения при разложении жира летучих жирных кислот (уксусная, пропионовая, молочная и др.). Содержание свободных жирных кислот возрастает по мере созревания сыра, что коррелирует с повышением выраженности и остроты сырного вкуса.

Результаты исследований показывают целесообразность применения *Lmb. plantarum*, *Lbm. delbrueckii*, *Lmb. curvatus* для разработки рецептур и технологий функциональных пищевых продуктов длительного хранения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] О.В. Пасько, Н.Б. Гаврилова, *Фундаментальные исследования*, Москва, 1., 55-56 (2005).
- [2] Н.Б. Гаврилова, *Биотехнология комбинированных молочных продуктов*, Омск (2004).
- [3] В.И. Ганина, *Пробиотики. Назначение, свойства и основы биотехнологии*, Москва (2001).
- [4] М.А. Ускова, *Изучение свойств пробиотических молочнокислых бактерий как биологически активных компонентов пищи*, Москва (2010).
- [5] Т.Н. Рогожина и др., *Молочная промышленность*, 5, 30-31 (2012).
- [6] С.А. Рябцева и др., *Молочная промышленность*, 1, 22-23 (2010).
- [7] И.С. Хамагаева и др., *Использование пробиотических культур для производства колбасных изделий*, Улан-Удэ (2006).
- [8] Т.В. Рожкова, *Молочная промышленность*, 3, 23-24(2006).
- [9] Н.В. Ананьева и др., *Молочная промышленность*, 11, 46-47 (2006).
- [10] И.А. Рогов и др., *Биотехнология*, 4, 45-51 (2003).
- [11] R.Cagno et all, *Int. Dairy J.* ,16,119-130 (2006).
- [12] Г.И. Новик и др., *Прикладная биохимия и микробиология*, Т.42, 2, 187-194 (2006).
- [13] Б.А. Шендеров, *Пробиотики и функциональное питание*, Москва (2001).
- [14] W.H. Holzapfel et all, *Food Research International*. -2002. -V.35. – P. 125-129.
- [15] H.S. Park, *Kor. J. Food Nutrition*, 27, 433-440 (1998).
- [16] N.P. Shah, *J. Dairy Science*, 83, 894-907(2000).
- [17] Р.П. Евстигнеева и др., *Химия липидов*, Москва (1983).
- [18] В. Halliwell, *Lancet*, 4, 139-198 (2004).
- [19] С. М. Яновская, *Химия жиров* , Москва (2002).
- [20] В.Н. Ушакова, *Кинетика окисления липидов*, Москва (1988).
- [21] С.В. Китаевская, *Вестник Казанского технологического университета*, 17, 184-188 (2012).
- [22] Н.В. Пақанешикова и др., *Башкирский химический журнал*, 4, 31-34 (2006).

ВЛИЯНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЯСНОГО СЫРЬЯ

С.А. Морозова, Л.Р. Самигуллина, А.З. Каримов, В.Я. Пономарев

ФГБОУ ВПО Казанский национальный исследовательский
технологический университет (420015, К. Маркса, 68)
msa.72010@yandex.ru

1. ВВЕДЕНИЕ

Использование протеолитических ферментов, в особенности микробного происхождения для обработки мяса является перспективным направлением, а выделение и исследование протеиназ микроорганизмов, их каталитических свойств и субстратной специфичности, представляет значительный практический интерес [1].

Наиболее удобными объектами для изучения и промышленного использования являются представители рода *Bacillus*, которые как правило являются непатогенными, легко культивируемыми продуцентами внеклеточных ферментов [2].

Целью данного исследования являлось изучение влияния ферментного препарата из *Bac. megaterium* на основные гистологические характеристики низкосортного мясного сырья.

Для обработки мясного сырья с отклонениями в характере автолитических превращений был выбран ферментный препарат продуцируемый *Bacillus megaterium*. Данный препарат хорошо зарекомендовал себя при обработке мясного сырья с повышенным содержанием соединительной ткани. К достоинствам препарата можно отнести оптимум рН действия, совпадающий с естественным рН мяса, а также полную инактивацию препарата в процессе термической обработки

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Оценку эффективности воздействия протеиназы *Bac. megaterium* на мясное сырье вели при помощи, гистологических исследований которые позволяют на микроструктурном уровне определить эффективность воздействия препарата на структурные элементы мяса [3]. Результаты исследований представлены на рисунке 1 и 2.

По результатам исследований микроструктуры мышечной ткани, обработанной ферментным препаратом, можно сделать вывод, что

микроструктурные изменения мяса под воздействием протеиназы характеризовались развитием фрагментации мышечных волокон, зернистым распадом участков миофибрилл с сохранением целостности сарколеммы над ними; набуханием, разволокнением и деструкцией коллагеновых волокон эндомизия.

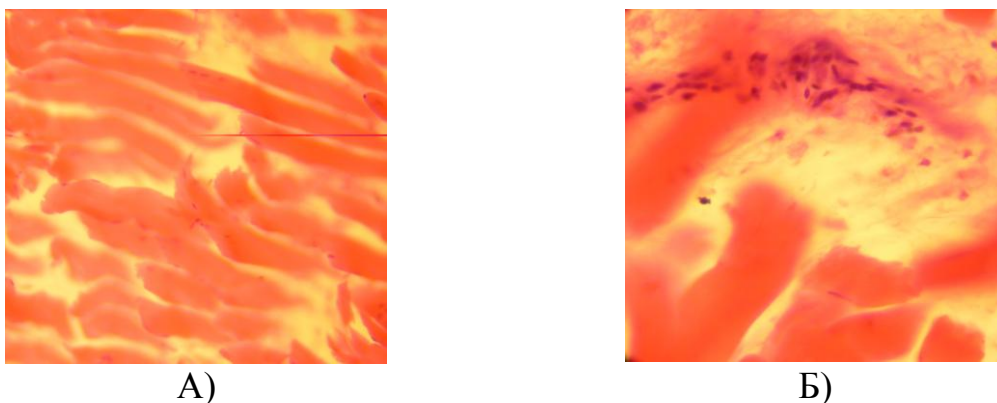


Рис. 1 - Микроструктура участка мышечной ткани контрольного (А) и опытного (Б) образцов

Эти изменения свидетельствуют о положительном влиянии фермента на формирование качественных показателей мяса, и позволяют сделать заключение о том, что ферментативная обработка мясного сырья приводит к значительному сокращению длительности его созревания, позволяя достичь требуемых изменений за более короткие сроки по сравнению с естественным ходом автолиза.

Сопоставляя полученные данные по изучению динамики изменения рН и гистоморфологических свойств ферментированного мясного сырья с результатами изучения его функционально-технологических свойств можно предположить, что наблюдаемые зависимости являются результатом гидролитического действия исследуемого ферментного препарата на составные структурные компоненты мясного сырья.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Г.О. Ежкова, В.Я. Пономарев, О.А. Решетник Технология повышения качества мясного сырья PSE и DFD на организменном и тканевом уровне: монография / - Казань: КГТУ, 2007. - 212 с.
- [2] Кудряшов Л.С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов М.: ДеЛи принт, 2008. - 160 с.
- [3] Меркулов Г. А. Курс патогистологической техники Изд.5-е, исправл. и доп. – Л: Медицина 1969.-с.422.

ПОИСК ГЕНОВ-РЕГУЛЯТОРОВ ДЛИНЫ ТЕЛОМЕР

Л.Р. Нигматуллина, Л.Р. Валеева, Ч. Нямсүрэн, М.Р. Шарипова, Е.В. Шакиров

*Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, КФУ, Казань ул.
Парижской коммуны д.9. 420008
e-mail: nigmatullinalili@mail.ru*

Теломеры представляют собой эволюционно консервативные ДНК-белковые комплексы, находящиеся на физических концах линейных эукариотических хромосом. В клетках эукариот теломеры необходимы для сохранения генетической информации, стабильности генома и регулирования продолжительности жизни клеток. Длина теломер часто рассматривается как наиболее аккуратный клеточный маркер биологического возраста. Согласно этой теории старения, получившей название "молекулярные часы", длина теломер сокращается с каждым последующим клеточным делением, что в конечном итоге приводит к клеточному старению или смерти. Основные фундаментальные принципы биологии теломер и регуляции их длины у животных и растений на удивление схожи, но при этом работа с теломерами растений обладает рядом важных технических и биологических преимуществ. Таким образом, установление точного механизма контроля и регуляции длины теломер в растениях поможет идентифицировать гены, необходимые для регуляции длины теломер у животных и человека.

Целью данной работы является идентификация генов, участвующих в регуляции естественного полиморфизма длины теломер внутри географически и генетически разнообразных популяций растения *Arabidopsis thaliana*.

Согласно данным, полученным в результате анализа родительских линий, использованных для создания рекомбинантной популяции MAGIC, было установлено, что наследуемость признака длины теломер крайне высока (0.87) (Табл. 1). Эти данные указывают на то, что вариабельность длины теломер определяется в первую очередь генетическими факторами.

Табл. 1. Исследование степени наследуемости признака длины теломер.

| REML Variance Component Estimates | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| Random Effect | Var Ratio | Component | Var | Std Error | 95% Lower | 95% Upper | Pct of Total |
| Magic Line | 7.1465438 | 430289.2 | 185507.88 | 214576.64 | 1258995.2 | | 87.725 |
| Residual | | 60209.411 | 18547.367 | 35667.409 | 122773.82 | | 12.275 |
| Total | | 490498.61 | 185746.52 | 262647.51 | 1222609.1 | | 100.000 |

-2 LogLikelihood = 495.65281152
 Note: Total is the sum of the positive variance components.
 Total including negative estimates = 490498.61

Проведенный анализ количественных признаков (QTL) на основе фенотипов 480 рекомбинантных MAGIC-линий растений позволил идентифицировать основной участок на хромосоме 5, содержащий один или несколько генов, отвечающих за 15-50% вариации в длине теломер (Рис. 1).

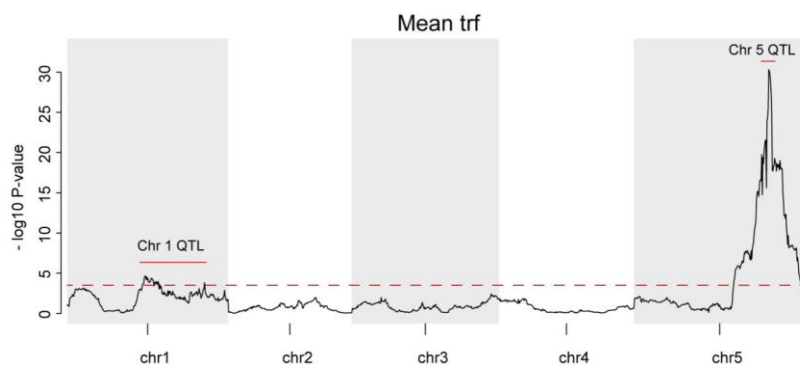


Рис.1. На хромосоме 1 и хромосоме 5 обнаружены участки, которые оказывают значительное влияние на изменение длины теломер.

Полученные данные указывают на то, что дальнейший анализ идентифицированного участка позволит установить эволюционно консервативные гены, способствующие поддержанию сбалансированного клеточного гомеостаза длины теломер и, таким образом, влияющего на биологическое старение клеток.

Работа выполнена в рамках программы РФФИ 15-04-01645_A и государственной программы повышения конкурентоспособности КФУ (проект №14-83).

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СИДЕРОФОР-ПРОДУЦИРУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ С ЦЕЛЮ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ И ПОЧВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Сорокина А.В., Хиляс И.В., Шарипова М.Р.

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

E-mail: AlVita.94@yandex.ru

Ежегодно в окружающую среду в результате антропогенной деятельности (активной работы металлургической, электронной, текстильной, машиностроительной, нефтехимической и агрохимической отраслей промышленности) поступает огромное количество тяжелых металлов. Выбросы промышленных предприятий жестко регулируются, однако, при аварийных ситуациях большое число тяжелых металлов неизбежно попадают в водные объекты и почву. Количество тяжелых металлов в естественных биоценозах увеличивается согласно индустриальному и технологическому росту, нанося непоправимый вред биосфере, аккумулируясь в пищевых цепях и нарушая устойчивость экосистем [1]. Циркуляция тяжелых металлов из одной экологической ниши в другую сопровождается их канцерогенным и мутагенным действием. К числу наиболее токсичных металлов относят хром, цинк, кадмий, никель, свинец, мышьяк, селен, медь.

Все методы, используемые для снижения последствий поступления тяжелых металлов в природу, можно разделить на физические, химические и биологические. Физико-химические методы (ионный обмен, фильтрация, осмос, электродиализ) требуют больших материальных вложений и дорогостоящих операций по эксплуатации. Кроме того, они могут быть связаны с появлением вторичных отходов, что снова ставит под угрозу благосостояние окружающей среды. Поэтому контроль выбросов тяжелых металлов в окружающую среду и очищение уже загрязненных территорий становится одной из важнейших задач XXI века.

Одними из наиболее перспективных технологий на сегодняшний день являются микробные биотехнологии. Именно они позволяют использовать различные виды микроорганизмов, их симбиотические ассоциации и биопленки, что вносит существенный вклад в процессы биоремедиации тяжелых металлов.

Данные технологии включают, например, биосорбцию. Биосорбция - способность организмов аккумулировать тяжелые металлы из

загрязненных сточных вод через метаболические или физико-химические пути. Биосорбцию могут осуществлять различные категории живых организмов (бактерии, грибы, водоросли), а кроме того созданные на их основе полисахаридные материалы. Использование биологического материала для восстановления водных и земельных ресурсов, загрязненных тяжелыми металлами, делает процесс более эффективным, малозатратным, минимизирует негативное вмешательство в естественную среду, делает процесс замкнутым и предполагает повторное использование металлов.

Впервые элементом для создания нового метода очистки водных и земельных ресурсов, загрязненных тяжелыми металлами, предлагается использование сидерофоров микробных клеток, связывающих из внешней среды катионы металлов с образованием малотоксичных метаболитов и их включение в метаболические процессы клетки. Сидерофоры эффективно связывают и увеличивают подвижность широкого круга металлов, таких как Zn, Ni, Cu, Mn, Co, Mo, которые вовлечены в клеточные процессы в мили- или микромолярных количествах [2].

Целью данной работы явилось выделение и идентификация микроорганизмов, толерантных к высоким концентрациям тяжелых металлов. Были выделены и идентифицированы по рибосомальным белкам методом MALDI Biotyper металл-толерантные микроорганизмы: *Bacillus atrophaeus*, *Bacillus cereus*, *Rhodococcus erythropolis*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Bacillus thuringiensis*, *Lysinibacillus fusiformis*, *Sphingobacterium mizutaii*, *Serratia marcescens*. Идентифицированные микроорганизмы были проверены на способность секретировать сидерофоры различного типа в условиях голодания по железу путем посева на специфическую среду, содержащую краситель хром азурол S (CAS агар). Было установлено, что выделенные микроорганизмы являются активными продуцентами сидерофоров.

Таким образом, предлагается использование сидерофоров металл-толерантных бактерий, связывающих из внешней среды катионы металлов с образованием малотоксичных метаболитов, для биоремедиации территорий, загрязненных тяжелыми металлами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] I.J. Schalk, M. Hannauer, A. Braud, *New roles for bacterial siderophores in metal transport and tolerance*, *Environmental Microbiology* (2011), 13(11), P.2844–2854
- [2] B.Schwyn and J.B. Neilands, *Universal chemical assay for the detection and determination of siderophores*, *Anal Biochem.* (1987), V. 160, P. 47-56.

ВЛИЯНИЕ МИКРОБНЫХ ЗАКВАСОК НА КАЧЕСТВО ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ МЯСОПРОДУКТОВ

Е.О. Шниц, В.Я Пономарев, А.Ф. Хасанова, С.А. Китаевский

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

1. ВВЕДЕНИЕ

Одним из перспективных направлений развития мясной промышленности следует признать создание и использование для производства мясных изделий биологически активных веществ на основе продуктов жизнедеятельности микроорганизмов.

Установлено, что микроорганизмы, внесенные с заквасками, посредством ферментов изменяют структуру колбас, образуя новые вещества, способствующие улучшению качественных показателей продукта [1].

В качестве стартовых культур в основном используются нитрат восстанавливающие микрококки, гомоферментативные молочнокислые бактерии и педиококки, дрожжи и нетипичные молочнокислые бактерии в виде чистых или смешанных культур.

Целенаправленное использование микроорганизмов способствует получению стабильного качества готового продукта. Технологическое действие микроорганизмов связано с образованием специфических биологически активных компонентов которые способствуют улучшению санитарно-микробиологических, органолептических показателей готового продукта, а также позволяет интенсифицировать производственный процесс. Целенаправленное использование микроорганизмов способствует получению стабильного качества готового продукта [2].

Целью данной работы является исследование влияния новых микробных заквасок вида *Lactobacillus casei* на функционально-технологические свойства мясного сырья и продуктов, выработанных на его основе.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Для приготовления мясопродуктов с добавлением бактериальных заквасок применяли сырье и материалы, предусмотренные действующей нормативно-технической документацией. Микробные препараты и

закваски вносились на стадии приготовления фарша из расчета 35-50 г сухого вещества на 100 кг сырья.

На первом этапе исследования нами было изучено влияние заквасок на функционально-технологические свойства мясного сырья. Установлено, что применение новых заквасок молочнокислых микроорганизмов приводит к резкому снижению водсвязывающей и влагоудерживающей способностей, позволяет интенсифицировать процесс сушки, что является одним из условий получения качественного мясопродукта.

Применение бактериальных препаратов позволило достичь низких значений рН, что является необходимым условием для затвердевания фарша, а также способствует набуханию коллагена и гидролизу межмолекулярных связей, что в свою очередь ведет к улучшению консистенции и повышению биологической ценности готового продукта.

Использование бактериальных заквасок привело к накоплению молочной кислоты, что хорошо согласуется с результатами по изучению изменения рН мясного сырья.

Следует отметить, что внесение бактериальных заквасок положительно сказывается на содержании в продукте пигментов, в частности нитрозопигментов, ответственных за формирование окраски продукта. Окрашивание происходит благодаря восстановлению добавляемого нитрита. Для образования окраски необходимо снижение рН, так как некоторые химические реакции нуждаются в кислой среде [3]. В этом отношении данному процессу способствует образование молочной кислоты микроорганизмами в результате углеводного обмена веществ. По показателю цветности наилучшие результаты показали образцы полученные с применением закваски молочнокислых бактерий вида *Lactobacillus casei*.

Таким образом, исследуемая закваска молочнокислых бактерий оказывает положительное эффективное влияние на технологические и органолептические характеристики готового продукта, значительно интенсифицирует процесс сушки, и благоприятно сказывается на качестве готовой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Э. Шиффнер, В. Хагердон, К. Опель Бактериальные культуры в мясной промышленности. М.: Пищевая пром-сть, 1980. - 96 с.
- [2] Тенденции применения БАВ микробного происхождения при производстве мясных продуктов // Все о мясе, 2,16-20, (2000)
- [3] Антипова Л.В. и др. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М.: Колос Год, (2001)