



*Федеральный исследовательский центр
"Красноярский научный центр Сибирского
отделения Российской академии наук"*

XX Конференция молодых ученых ФИЦ КНЦ СО РАН

14 апреля 2017, Красноярск

СБОРНИК ТЕЗИСОВ

Красноярский научный центр СО РАН

Красноярск-2017

Содержание

Башмакова Е.Е. Выявление однонуклеотидных полиморфизмов гена MC1R, ассоциированных с риском развития меланомы, биолюминесцентным анализом.	3
Евсевская Н.П. Новый подход к синтезу порошков феррит-граната $Dy_3Fe_5O_{12}$.	4
Ярославцев Р.Н. Магнитные свойства наночастиц ферри-гидрита, легированных кобальтом.	5
Горячкина О.В. Молекулярно-цитогенетическое исследование кариотипов хвойных (на примере некоторых видов елей и лиственниц).	6
Кулакова Т.В. Изучение влияния экстерьерных особенностей коров на молочную продуктивность.	7
Магденко Е.П. Возникновение конвекции в цилиндрическом контейнере конечных размеров со свободной границей.	8
Ларионова М.Д. Новая психрофильная люцифераза <i>Metridia</i> : получение и свойства.	9
Назаренко И.И. Исследование магнитных свойств никель-марганцевого людвигита.	10
Казаченко А.С. Новый «зеленый» метод получения сульфатированного лигнина.	11
Машуков Д.А. Анатомическая структура верхних частей суховершинных деревьев лиственницы Гмелина на многолетнемерзлых почвах как индикатор водного стресса.	12
Перетяцько О.В. Популяционный состав децидуальных клеток плаценты при различных вариантах внутриутробных инфекций.	13
Ченцов Е.П. Анализ колебательных процессов в блочных средах с флюидонасыщенными прослойками с помощью модифицированной модели Био.	14
Шустин М.С. Майорановские моды в конечных квантовых цепочках.	15
Мамедов Р.Х. Ненатяжной метод герниопластики у больных с грыжами брюшной стенки с использованием бесшовной пластики и композитной сетки.	16
Зырянов В.И. Развитие региональной сети пунктов наблюдения газообмена, основанных на методике турбулентных пульсаций.	17
Маляр Ю.Н. Микроволновой синтез комплексов бетулина и его диацилов с водорастворимыми полимерами.	18

Выявление однонуклеотидных полиморфизмов гена MC1R, ассоциированных с риском развития меланомы, биолюминесцентным анализом

Е.Е. Башмакова, науч. рук. д.б.н. Л.А. Франк

Институт биофизики СО РАН, Сибирский федеральный университет

В лаборатории фотобиологии ИБФ СО РАН ведутся многолетние исследования по созданию методов высокоэффективного микроанализа на основе биолюминесцентного сигнала целентеразин-зависимых люцифераз. Целью данного исследования была разработка способа выявления однонуклеотидных полиморфизмов в гене меланокортинового рецептора первого типа (MC1R), ассоциированных с развитием меланомы кожи. Способ основан на реакции удлинения специфического праймера (PEXT) с последующим одновременным биолюминесцентным анализом ее продуктов. Анализ проводится в микропланшетном формате и занимает около 2 ч (вместе с наработкой матрицы).

Ключевыми универсальными элементами этого анализа являются биоспецифические конъюгаты зеленого и фиолетового вариантов обелина. Для их синтеза разработан способ сайт-специфического конъюгирования, с помощью которого удалось увеличить выход целевых конъюгатов до 70 % (в 10 раз выше, чем для синтеза, разработанного ранее).

Биолюминесцентным твердофазным анализом были исследованы клинические образцы ДНК на наличие трех полиморфизмов: R151C (rs1805007), R160W (rs1805008) и D294N (rs1805009) гена MC1R, имеющих связь с риском развития меланомы и немеланомного рака кожи (по литературным данным).

Красноярским краевым клиническим онкологическим диспансером были предоставлены образы ДНК 174 пациентов с гистологически подтвержденным диагнозом меланома кожи; кроме того, были исследованы 200 образцов ДНК здоровых доноров. В качестве контроля в работе использовали специально сконструированные плазмидные ДНК, содержащие исследуемый фрагмент ДНК с нормальными и мутантными последовательностями. Все результаты биолюминесцентного анализа подтверждены прямым секвенированием. Были установлены следующие факты:

- 1 наличие полиморфизмов R151C и R160W ассоциировано с риском развития меланомы OR 1.83, 95% CI 1.03-3.23 $p=0.04$ и OR 1.8, 95% CI 1.1-2.96 $p=0.02$, соответственно;
- 2 у пациентов с полиморфизмом R160W чаще наблюдались врожденные невусы, чем у пациентов без мутации (OR 3.15, 95%CI 1.32 - 7.5 $p=0.01$);
- 3 носители полиморфизма R151C чаще имели изъязвление опухоли (OR 2.928, 95% CI 1.289 - 6.649, $p=0.01$);
- 4 полиморфизм D294N встречается крайне редко (0.5 %) и его дальнейшее тестирование для пациентов Красноярского края нецелесообразно.

Таким образом, разработанный нами способ выявления аллельных вариантов гена позволяет быстро и с высокой достоверностью проводить исследования, направленные на определение персональных генетических особенностей пациентов. Современная медицина нуждается в подобных исследованиях для оценки индивидуального риска развития заболевания и выбора наиболее эффективной стратегии терапии.

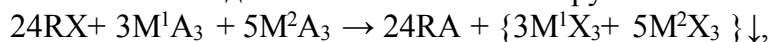
Новый подход к синтезу порошков феррит-граната $Dy_3Fe_5O_{12}$

Н.П.Евсевская, Г.Л. Пашков

Институт химии и химической технологии, ФИЦ КНЦ СО РАН

Интерес к редкоземельным феррит-гранатам (РЗФГ) вызван все возрастающим спросом на изделия из высокочастотных магнитных материалов, которые широко применяются в современном машиностроении, приборостроении и системах управления. Как правило, поликристаллические РЗФГ в промышленных масштабах производят по керамической технологии, которая связана с высокими температурами синтеза до 1500 °С и с необходимостью тщательного измельчения и перемешивания исходных компонентов. Поэтому остаётся актуальной задача создания рационального процесса получения прекурсоров для синтеза оксидных наноструктурных материалов, позволяющего снизить энергозатраты, избежать привлечения дорогостоящего оборудования и получать чистый продукт, соответствующий заданным характеристикам [1,2].

Цель данной работы - разработка нового подхода к синтезу порошка граната $Dy_3Fe_5O_{12}$, заключающегося в осаждении прекурсоров из водных растворов солей диспрозия и железа (III) с помощью анионита АВ-17-8. Синтез основан на ионном обмене между анионами исходных солей металлов и группами анионообменной смолы:



где RX – анионит АВ-17-8; X=OH⁻, 1/2CO₃²⁻; RA – анионит АВ-17-8 в солевой форме (A= 1/2SO₄²⁻, NO₃⁻); M¹ – Dy³⁺; M² – Fe³⁺.

Для получения феррит-граната с воспроизводимыми свойствами необходимо обеспечить в продукте осаждения стехиометрическое соотношение катионов Dy:Fe=3:5, то есть, добиться их полного осаждения. Экспериментально установлено, что синтез следует вести при капельной подаче 0,25 М смеси растворов Dy(NO₃)₃ и Fe₂(SO₄)₃ к полуторному молярному избытку АВ-17-8 в карбонатной форме в течение 40 мин. Капельная подача реагентов обеспечивает постоянное значение уровня рН системы и способствует устранению локального пересыщения при осаждении прекурсора.

ИК-спектроскопическое исследование и ПЭМ показали, что прекурсор является продуктом совместного осаждения рентгеноаморфных осадков основного карбоната диспрозия и гидроксида железа, который нельзя рассматривать как механическую смесь двух веществ. Этот продукт представляет собой наноструктурированную рентгеноаморфную систему, состоящую из частиц размером 20 нм, агломерирующих в более крупные порядка 200 нм.

Гранат $Dy_3Fe_5O_{12}$ образуется после двухчасового обжига при 850°С, со средним размером кристаллитов 100 нм, рентгенограмма образца не содержит рефлексов других фаз. По данным МКД синтезированный порошок граната $Dy_3Fe_5O_{12}$ соответствует объемным монокристаллическим образцам.

Стоит заметить, что анионообменный синтез прекурсоров в данном случае снижает температуру образования граната $Dy_3Fe_5O_{12}$ на 200-500 °С по сравнению с другими методами [3] и полученный порошок может рассматриваться как исходный компонент для разработки миниатюрных магнитооптических устройств.

Литература:

- [1] G. Rekha, R. Tholkappiyan, K. Vishista, F. Hamed. Applied Surface Science. 385 (2016).
- [2] Pashkov G. L., Saikova S.V., Panteleeva M.V. Glass and Ceramics. 73 (2016).
- [3] Ristic, M. Materials letters. 57 (2003).

Магнитные свойства наночастиц ферригидрита, легированных кобальтом

Столяр С.В.^{1,2}, Ярославцев Р.Н.^{1,2}, Исхаков Р.С.¹, Балаев Д.А.^{1,2}, Красиков А.А.¹, Воротынов А.М.¹, Волочаев М.Н.¹

¹Институт физики им. Л.В. Киренского, ФИЦ КНЦ СО РАН

²Сибирский федеральный университет

В наночастицах, характеризующихся антиферромагнитным порядком, вследствие наличия дефектов и большой площади поверхности частиц, формируется нескомпенсированный магнитный момент. Одним из основных критериев пригодности наночастиц для использования в магнитной гипертермии является температура, при которой исчезает магнитный порядок. Данная величина для этого случая должна составлять 318К. В связи с этим безусловный интерес вызывают антиферромагнитные наночастицы гидроксидов Fe. Так, температура фазового перехода у акагениита FeOOH составляет 295К [1]. При 350К исчезает магнитный порядок у ферригидрита $5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ [2]. Изменить температуру магнитного упорядочения можно в результате легирования. В данной работе были изучены статические и динамические магнитные свойства наночастиц ферригидрита легированных Co (18 ат.%). Синтетические наночастицы ферригидрита получали химическим способом [3]. При комнатной температуре и постоянном перемешивании, добавляли 1 М раствор щелочи NaOH, к 0,2 М раствору нитрата железа $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ до нейтрального значения pH. Выпавший осадок собирали на фильтре. Полученный осадок промывался и высушивался при комнатной температуре. Согласно результатам просвечивающей электронной микроскопии размер частиц составил ~ 3-5 nm. Магнитные измерения проводились на вибрационном магнетометре. Спектры магнитного резонанса были получены на спектрометре Bruker ELEXSYS 560 (~9.4 GHz) в области температур 100÷300 К.

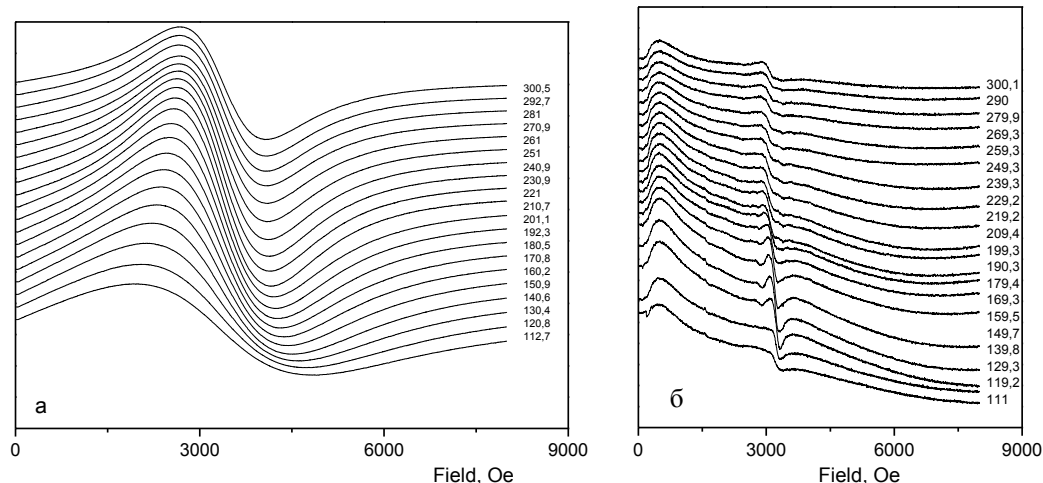


Рисунок 1 – Спектры ферромагнитного резонанса, записанные в диапазоне температур 100-300 К, наночастиц ферригидрита (а) и наночастиц легированных кобальтом (б).

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований, грант № 16-03-00969. Поддержано Специальной программой Министерства образования и науки Российской Федерации для Сибирского федерального университета.

[1] Kirschvink J. L. Bioelectromagnetics 10, 239 (1989).

[2] M.S. Seehra, V.S. Babu and A. Manivannan Physical Review B 61, 3513 (2000).

[3] Michel F.M., Ehm L., Antao S.M., Lee P.L., Chupas P.J., Liu G., Strongin D.R., Schoonen M.A.A., Phillips B.L., Parise J.B. Science. 2007. Vol. 316, № 5832. P. 1726–1729.

МОЛЕКУЛЯРНО-ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАРИОТИПОВ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ

Горячкина О. В.

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, kvitko_olga@mail.ru

Несмотря на длительную историю изучения хвойных растений, особенно по морфологическим и анатомическим признакам, многие вопросы систематики и филогении остаются нерешенными или спорными. Кариологические методы, которые для покрытосеменных растений являются основополагающими в исследованиях межвидовой и внутривидовой дифференциации, структуры и генотипического состава природных популяций, слабо применяются для голосеменных растений по причине сходства их кариотипов и отсутствия методов дифференциального окрашивания.

Целью работы являлось молекулярное маркирование геномов и последующее сравнительное исследование кариотипов хвойных растений. В исследование были включены представители родов *Larix* (*L. sibirica*, *L. gmelinii*, *L. cajanderi*) и *Picea* (*P. obovata*, *P. abies*, *P. shrenkiana*); все они являются важными лесообразователями на территории России. Исследования проводились методом флуоресцентной гибридизации *in situ* (FISH). Были взяты клонированные последовательности генов 5S и 45S рДНК пшеницы, пробы метили методом ник-трансляции с использованием наборов для мечения ДНК. Двухцветную FISH проводили по методике Бадаевой Е.Д. (Badaeva et al., 1996) с некоторыми модификациями.

В кариотипах исследованных видов хвойных локусы 5S рДНК были выявлены на одной паре хромосом. У всех видов *Larix* гены 5S рДНК локализованы в субтерминальном районе короткого плеча хромосомы III. Данная хромосома также несет локус 45S рДНК в дистальном районе противоположного плеча. Ортоголичная хромосома у представителей рода *Picea* содержит еще один локус 5S рДНК в длинном плече, рядом с локусом 45S рДНК.

Наименьшее число мажорных локусов 45S рДНК наблюдается в кариотипе *Larix sibirica*. Они локализованы в интеркалярных районах хромосом III и IV. В перицентромерных районах хромосом I, IV, VI и XII выявлены также минорные сайты 45S рДНК. Сравнительный анализ кариотипов трех видов лиственниц показал, что близкородственные виды *L. gmelinii* и *L. cajanderi* не различаются по рисунку гибридизации с пробами рибосомных генов, но содержат дополнительный мажорный локус 45S рДНК по сравнению с *L. sibirica*. Это может свидетельствовать об относительной молодости *L. gmelinii* и *L. cajanderi* и согласуются с результатами изучения морфологических признаков лиственниц (Бобров, 1972). У видов рода *Picea* мажорные сайты генов 45S рДНК локализованы на пяти (*P. shrenkiana*) и шести (*P. abies* и *P. obovata*) парах хромосом, все они расположены в интеркалярных районах. Минорные сайты 45S рДНК у всех изученных видов выявлены в перицентромерном районе хромосомы IX, а также в интеркалярных районах хромосомы II у *P. shrenkiana* и хромосомы VII у *P. abies*.

Таким образом, кариотипы разных видов хвойных значительно различаются по числу и распределению локусов рибосомных генов. Использование метода флуоресцентной гибридизации *in situ* для хвойных открывает ряд новых возможностей при анализе генетического разнообразия, микроэволюции, внутривидовой и межвидовой дивергенции.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности в рамках научных проектов № 16-44-243068 и 17-44-240765.

Литература

1. Badaeva E.D., Friebe B., Gill B.S. Genome differentiation in Aegilops. Distribution of highly repetitive DNA sequence on chromosomes of diploid species. *Genome*. 1996; 39(2): 293-306.
2. Бобров Е.Г. *История и систематика лиственниц*. Л., Наука, 1972.

Изучение влияния экстерьерных особенностей коров на молочную продуктивность

Т.В. Кулакова, науч. конс.: к. с.-х. н. Л.В. Ефимова

Красноярский научно-исследовательский институт

животноводства – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН

В молочном скотоводстве для оценки внешних форм телосложения животных практикуют взятие промеров в определенных частях тела. В дальнейшем результаты измерений могут применяться в селекционно-племенной работе при проведении корректирующего подбора пар для устранения недостатков экстерьера у потомков, получения животных желательного типа телосложения. Отечественная и зарубежная практика показывает, что коровы с хорошим типом телосложения имеют высокую продуктивность и большую продолжительность жизни [1-4].

Целью исследований являлось изучение влияния экстерьерных особенностей коров красно-пестрой породы на молочную продуктивность.

Для проведения научных исследований в 2016 году в ЗАО «Назаровское» Назаровского района Красноярского края было сформировано 3 группы коров красно-пестрой породы в возрасте 2-го отела. Группы комплектовали в зависимости от варианта подбора – однородный, умеренно-однородный и разнородный. Тип подбора определяли по разности между продуктивностью матерей и матерей отцов. В I-ю группу было отобрано 11 коров, полученных при однородном подборе; во II-ю группу – 11 коров, полученных при умеренно-однородном подборе; в III-ю группу – 12 коров, полученных при разнородном подборе. Экстерьерные особенности животных изучались путем взятия промеров тела с помощью основных измерительных инструментов, применяемых в животноводстве, – мерной палки, циркуля и мерной ленты. По полученным данным рассчитывали биометрические показатели, в том числе коэффициенты корреляции между удоем коров и промерами тела (r).

У коров, полученных при умеренно-однородном подборе, были установлены достоверные средние уровни взаимосвязи между удоем и шириной в маклоках ($r=0,61$; $P>0,999$) и низкие уровни между молочной продуктивностью и обхватом пясти ($r=0,39$; $P>0,95$). Следовательно, при данном типе подбора отбор коров по этим признакам может косвенно повлиять на молочную продуктивность.

Таким образом, применение метода оценки экстерьера в селекции крупного рогатого скота с учетом взаимосвязи с молочной продуктивностью будет способствовать получению высокопродуктивных животных с правильным телосложением.

Литература:

- [1] Ефимова, Л.В. Оценка экстерьера коров красно-пестрой породы разной линейной принадлежности / Л.В. Ефимова, Т.В. Кулакова, О.В. Иванова, Е.А. Иванов // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. – Ставрополь. – 2016. – Т. 1. – № 9. – С. 522–525.
- [2] Мартынова Е., Девятова Ю. Линейная оценка экстерьера коров и её связь с продуктивностью // Молочное и мясное скотоводство. – 2004. – № 8. – С. 23–25.
- [3] Heritabilities of and genetic and phenotypic correlations between condition score and production and conformation traits in Black-and-White cows / P. Guliński, K. Młynek, Z. Litwińczuk, E. Dobrogowska // Animal Science Papers and Reports. – 2005. – Vol. 23. – № 1. – P. 33–41.
- [4] Тишкина Т.Н. Линейная оценка экстерьера животных красно-пестрой породы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 4. – С.156–159.

Возникновение конвекции в цилиндрическом контейнере конечных размеров со свободной границей

Е.П. Магденко

Институт вычислительного моделирования, ФИЦ КНЦ СО РАН

В данной работе рассматривается цилиндрический контейнер конечных размеров, в котором находится жидкость с верхней свободной плоской границей (круг), на которой задан теплообмен с окружающей средой. Система находится в состоянии покоя, краевой угол при этом является прямым. Свободная граница обладает поверхностным натяжением, которое, в свою очередь, зависит от температуры. Контейнер находится в поле силы тяжести. Целью задачи является нахождение зависимости комплексного декремента от температуры, задаваемой на нижнем основании цилиндра. Для этого рассматривается линеаризованная на равновесном состоянии задача о малых возмущениях системы в рамках модели Обербека-Буссинеска. Полагается, что в конвективном состоянии свободная поверхность является деформируемой, при этом краевой угол остаётся прямым. Для решения данной спектральной задачи применяется тау-метод.

В результате для случая, когда в сосуде расположено трансформаторное масло, а высота и радиус цилиндра соответственно составляют 0.001 м и 0.005 м, получено, что с ростом числа Марангони, то есть температуры на нижнем основании цилиндра, мнимая часть комплексного декремента возрастает линейно (рис. 1).

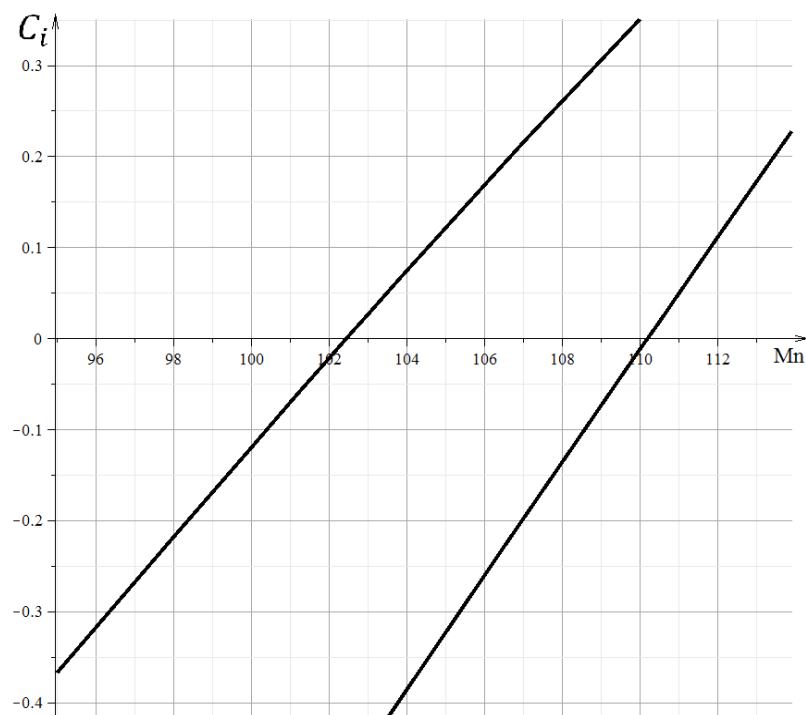


Рис. 1. Зависимость мнимой части комплексного аргумента от числа Марангони при различных значениях азимутального волнового числа.

При этом область, где мнимая часть комплексного декремента отрицательна, соответствует области устойчивости. Прямые, описывающая данную зависимость, в каждом случае пересекают ось абсцисс в точке, характерной для монотонных возмущений. При изменении других параметров задачи, например, числа Вебера или числа Галилео, характер зависимости не изменится. Отметим, что вещественная часть комплексного декремента для всех случаев равна нулю. Таким образом, отсюда следует, что колебания отсутствуют, то есть система будет либо устойчивой, либо нет.

Новая психрофильная люцифераза *Metridia*: получение и свойства

М.Д. Ларионова, науч. рук. к.б.н. Е.С. Высоцкий
Институт биофизики СО РАН, ФИЦ КНЦ СО РАН,
Сибирский Федеральный Университет, ИФБиБТ

Копеподные люциферазы, осуществляющие окисление целентеразина с испусканием голубого света ($\lambda=485$ нм), являются перспективными биолюминесцентными репортерами благодаря естественной секреции, небольшой молекулярной массе, высокой ферментативной активности, а также широкому диапазону детекции [1]. При скрининге кДНК-библиотеки, полученной из морской копеподы *Metridia longa*, был идентифицирован ряд генов люциферазных изоформ. В данной работе описано получение новой изоформы – МLuc2 (18.5 кДа), обладающей уникальными свойствами: низким температурным оптимумом биолюминесценции, а также высокой термостабильностью и ферментативной активностью.

Аминокислотная структура представленной психрофильной изоформы характеризуется высокой гомологией с другими люциферазами из *Metridia* – идентичность между изоформами МLuc7 и МLuc2 составляет около 70 %. Все известные копеподные люциферазы являются Cys-богатыми белками (10 остатков), поэтому их получение в бактериальной системе экспрессии затруднено.

В настоящем исследовании при помощи бакуловирусной системы «Vas-to-Vas» и клеток Sf-9 удалось обеспечить высокий уровень продукции нативных белков и подобрать оптимальные условия очистки люцифераз с выходом свыше 6 мг/л.

Определено, что новая изоформа, как и ранее описанная МLuc7, демонстрирует высокую активность, а также термостабильность с сохранением до 70% начальной активности после инкубации при 100°C в течение часа. Однако в данные белки значительно различаются температурными оптимумами – около 5°C для МLuc2 и 15°C для МLuc7.

Известно, что белки, обладающие низким оптимумом по сравнению с родственными, характеризуются большей гибкостью структуры за счет ослабления внутримолекулярных взаимодействий [2]. Экспериментально было показано, что изоформа МLuc2 имеет 2 свободных тиольных группы, свидетельствующих об отсутствии одной S-S-связи. Структурные различия были также подтверждены спектральными исследованиями тушения собственной триптофановой флуоресценции – МLuc2 характеризовался более низкими значениями полузавершённости тепловых переходов (T_m).

Предполагается, что новая психрофильная люцифераза МLuc2, расширяющая спектр возможных биолюминесцентных репортерных белков, может служить эффективным инструментом для исследования холодолюбивых организмов, а также быть применена для изучения психрофильных белков.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 16-44-242099).

Литература:

1. M.D. Larionova, S.V. Markova, E.S. Vysotski, BBRC. 483 (1): 772-778 (2017)
2. Struvay C., Feller G., Int J Mol Sci. 13(9): 11643-11665 (2012)

Исследование магнитных свойств никель-марганцевого людовигита

И.И. Назаренко, С.Н. Софронова

Институт физики им. Л.В. Киренского, ФИЦ КНЦ СО РАН

В ИФ СО РАН были получены кристаллы никель-марганцевого людовигита (рис. 1) нового состава. Его структура была установлена методом рентгеновской дифракции. Состав исследуемого соединения был уточнён, с помощью исследования рентгеновских спектров поглощения на К-крае ионов марганца и никеля. Были измерены температурные зависимости намагниченности в полях 1, 5 и 10 кЭ в диапазоне температур 3÷300 К. Определена температура Вейса $\theta = -157$ К, которая говорит о сильных АФМ взаимодействиях в кристалле.

Обменные взаимодействия для него ($\text{Ni}_{2.14}\text{Mn}_{0.86}\text{VO}_5$) были проанализированы в рамках модели косвенных обменов Андерсена-Завадского [1, 2], чтобы понять возможные причины увеличения температуры магнитного упорядочения, а также провести сравнение с Ni_2MnVO_5 , полученным ранее [3], учитывая в исследуемом соединении, что в позиции 4 находится 0,14 Ni^{2+} , 0,14 Mn^{4+} и 0,72 Mn^{3+} .

При сравнении соединения с Ni_2MnVO_5 видно, что в подсистеме 3-1-3 изменений не происходит, поскольку эта система сформирована ионами Ni^{2+} , как в одном, так и в другом соединении. Все изменения происходят в подсистеме 4-2-4. Как видно из результатов расчёта, в среднем, взаимодействие 4-4 усиливается тогда, как 4-3 и 4-1 ослабевают.

Ионы трёх- и четырёхвалентного марганца так же, как и двухвалентный никель, занимают позицию 4, позиция 2 занята преимущественно ионами никеля. Было смоделировано разупорядоченное расположение ионов в трёхногих лестницах и рассмотрены обменные взаимодействия в этой подсистеме.

Из результатов расчёта следует, что ионы никеля в позиции 4 имеют более сильные обменные взаимодействия с соседями, два из которых противоположные по знаку обменов с ионами марганца. Вероятно, сильное АФМ взаимодействие Ni-Ni (165°) и Ni-Mn^{4+} (90°) стабилизирует АФМ ориентацию моментов ионов в позиции 4 и 2.

Однако, остаётся вопрос об ориентации магнитных моментов вдоль оси c , позиция 2 навязывает ФМ упорядочение, позиция 4 АФМ. То есть и в одном, и в другом случае возникают фрустрирующие взаимодействия. Возможно, что сильные АФМ взаимодействия Ni-Ni (165°) так же способствуют стабилизации магнитной структуры с удвоенной вдоль оси c ячейкой.

Литература:

- [1] P. W. Anderson, "New Approach to the Theory of Superexchange Interactions," *Physical Review*, vol. 115, no. 1, p. 2, 1 July 1959.
- [2] G. A. Sawatzky, W. Geertsma and C. Haas, "Magnetic interactions and covalency effects in mainly ionic compounds," *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, vol. 3, no. 1-2, pp. 37-45, March 1976.
- [3] E. Moshkina, S. Sofronova, A. Veligzhanin, M. Molokeev, I. Nazarenko, E. Eremin and L. Bezmaternykh, "Magnetism and structure of Ni_2MnVO_5 ludwigite," *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, vol. 402, pp. 69-75, 15 March 2016.

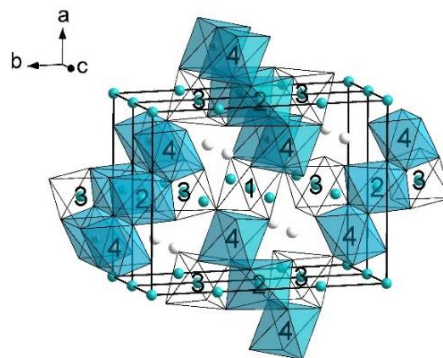


Рис. 1. Кристаллическая структура людовигита

Новый «зеленый» метод получения сульфатированного лигнина

Казаченко А.С., Васильева Н.Ю.

Институт химии и химической технологии СО РАН, ФИЦ КНЦ СО РАН

До настоящего времени не решена проблема высокотехнологичной утилизации крупнотоннажных отходов технических лигнинов. Сульфатированные производные лигнина могут заменить некоторые из широко применяемых продуктов химической модификации полисахаридов. Одним из основных недостатков известных способов сульфатирования лигнина, является использование агрессивных реагентов таких, как серная кислота, олеум, серный ангидрид и комплексы с токсичными аминами.

Целью данной работы явилась разработка простого экологически безопасного метода сульфатирования лигнина (СЛ) с получением водорастворимых сульфатированных продуктов. В качестве малотоксичного сульфатирующего агента впервые предложено использовать комплекс сульфаминовой кислоты с мочевиной (СК).

Данные о влиянии условий сульфатирования этаноллигнина, выделенного из древесины пихты, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Влияние условий сульфатирования лигнина на выход СЛ и содержание в нем серы

№ п/п	Температура реакции, °С	Время реакции, час	Л:СК, г:ммоль	Содержание серы, % масс.	Выход*: % масс. (±2%)
1	80	2,5	1:6	5,5	80,0
2	85	3,0	1:6	6,0	90,1
3	85	3,5	1:8	7,0	90,2
4	90	3,5	1:6	7,1	90,3
5	95	2,5	1:6	6,8	90,2
6	95	3,0	1:6	7,2	98,2
7	95	3,0	1:7	7,4	99,8
8	95	3,5	1:5	5,2	80,2
9	90	3,5	1:10	7,5	97,1

* - рассчитан по формуле: $(m(\text{СЛ})/m(\text{Л})) \cdot 100\%$

Продукты сульфатирования лигнина были исследованы методами элементного анализа и ИК-спектроскопии (рис. 1).

Элементный состав этаноллигнина % масс. С – 66,6; Н – 6,6; сульфатированного этаноллигнина – С – 44,6; Н – 6,3; S – 7,4.

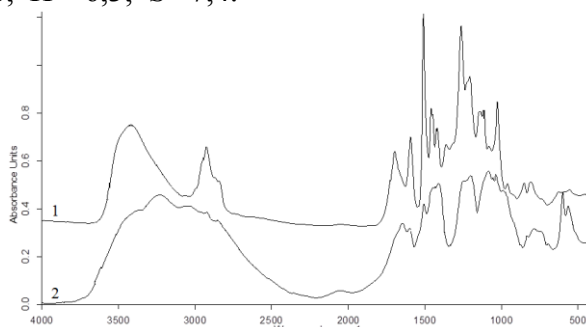


Рис. 1. ИК – спектры: 1 – этаноллигнина, выделенного из древесины пихты, 2 – аммонийной соли сульфатированного этаноллигнина,

Показано, что наибольшее содержание серы в полученном сульфате этаноллигнина достигается при проведении реакции сульфатирования в течении 3,0 часов, при 95⁰С и соотношении лигнин/сульфатирующий комплекс равном 1:8. Введение сульфатных групп подтверждается появлением в ИК-спектрах полос поглощения в области 803-861 см⁻¹ и в области 1214 – 1260 см⁻¹. Полученные образцы сульфатированного этаноллигнина растворимы в воде и этаноле, что расширяет возможные области их использования, в качестве поверхностно-активных веществ и медицинских препаратов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 16-13-10326).

Анатомическая структура верхних частей суховершинных деревьев лиственницы Гмелина на многолетнемерзлых почвах как индикатор водного стресса

Д.А. Машуков¹

¹Институт леса им. В.Н.Сукачева ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск *mashukov1988@gmail.com*

В последние десятилетия на фоне потепления климата и увеличения экстремальных погодных явлений усыхание и гибель хвойных древостоев получили повсеместное распространение [1, 3]. Причину усыхания исследователи видят в том, что деревья в современной климатической ситуации часто испытывают водный дефицит, вызывающий «сдвиг» водного баланса, который может приводить к необратимому нарушению структуры годичных слоев и уменьшению эффективности процесса водопроведения в стволах деревьев [2, 4]. Цель настоящего исследования – получить дополнительные аргументы в пользу предположения, что водный стресс может являться причиной усыхания верхушек деревьев на многолетней мерзлоте.

Объект исследования – одновозрастной северотаежный лиственничник, сформировавшийся на многолетней мерзлоте на склоне северной экспозиции (Эвенкийский опорный экспедиционный пункт ИЛ ФИЦ КНЦ СО РАН, 64°19' с.ш., 100°13' в.д.). Отобрано тринадцать неповрежденных суховершинностью и двенадцать суховершинных деревьев. С каждого дерева взято пять спилов: у шейки корня, на 1/4, 1/2, 3/4 высоты ствола дерева и с вершинной части, на 20–30 см ниже апекса.

Суховершинные деревья отличались от неповрежденных по ксилотомическим характеристикам: сильным нарушением рядности трахеид последних годичных колец, отсутствием границы между ранней и поздней древесиной, меньшей шириной годичных колец (ШГК) и толщиной клеточных стенок. Суховершинные деревья отличались также большей разницей в размерах люмена между нижними и верхними уровнями высоты ствола.

На скользящих корреляционных климатических функциях отклика индексов радиального прироста (с 10 апреля по 28 августа, 1985-2009 гг.) выделяются два временных отрезка, когда ширина годичных колец достоверно коррелирует с температурой воздуха. Это 20 апреля-первая половина мая – корреляция отрицательная и конец мая-середина июня – корреляция положительная: это период формирования кроны у лиственницы в исследуемом районе. Временной отрезок, когда осадки достоверно коррелируют с шириной годичных колец суховершинных и здоровых деревьев – также конец мая-середина июня. Можно утверждать, что в годы с пониженным количеством осадков и пониженной температурой воздуха с конца мая до середины июня деревья на склоне северной экспозиции могут испытывать водный стресс при котором водообеспечение крон понижается и это отражается в уменьшении ШГК и нарушении их клеточной структуры. В конечном итоге со временем такая реакция деревьев может привести к усыханию верхушек.

ЛИТЕРАТУРА: [1] *Allen C.D. et al.* A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *For. Ecol. Manag.*, 2010. 259. P. 660–684. [2] *Anderegg W. R. L. et al.* Tree mortality predicted from drought-induced vascular damage. *Nature Geoscience* 2015. 8. P. 367–371. [3] *Engelbrecht B. et al.* The roles of hydraulic and carbon stress in a widespread climate-induced forest die-off. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 109. P. 233–237. [4] *Rowland L. et al.* Death from drought in tropical forests in triggered by hydraulics not carbon starvation. *Nature*. 2015. 528. P. 119-122.

БЛАГОДАРНОСТИ. Автор признателен В.Е. Беньковой, А.В. Шашкину за помощь в работе над тезисами и А.С. Прокушкину за помощь в предоставлении данных и организации полевых исследований. Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 17-04-01186 А, 16-34-00181 мол_a).

Популяционный состав децидуальных клеток плаценты при различных вариантах внутриутробных инфекций

О.В. Перетяtko

Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера

Внутриутробные инфекции (ВУИ) являются наиболее распространенными гинекологическими заболеваниями, которые, в конечном итоге, приводят к серьезным нарушениям в области уrogenитальной и половой сфер. ВУИ во время беременности – дополнительный серьезный риск, как для матери, так и для плода, который может выражаться в хронической плацентарной недостаточности, нарушении развития плода и даже досрочном прерывании беременности. В таких случаях перед акушерами-гинекологами всегда остро стоит проблема: лечить или не лечить внутриутробные инфекции во время беременности, учитывая тот факт, что влияние терапевтических препаратов может принести еще больший ущерб развитию и течению беременности. Однако, если применение терапии имеет место, возникает вопрос: на сколько она адекватная и каковы ее возможные осложнения, а также чем можно компенсировать влияние примененных препаратов.

В плаценте очень много структур отвечают за определенные функции, основными из них являются децидуальные клетки, которые располагаются в базальной пластинке материнской части плаценты и в разделительных септах, выполняя ряд важных функций, направленных на поддержание гомеостаза и его компенсацию при различных нарушениях, вызванных патологическим процессом.

В связи с этим, целью данного исследования явилось выявить особенности популяционного состава децидуальных клеток плаценты при нормально протекавшей беременности и беременности осложненной различными вариантами внутриутробных инфекций.

Таким образом, было проанализировано по 3000 децидуальных клеток в плацентах от родильниц с неосложненным ходом беременности и от родильниц, беременность которых была осложнена хламидиозом, уреаплазмозом, сочетанным хламидиозом и уреаплазмозом, цитомегалогерпесвирусной инфекцией, а также после лечения хламидиоза и уреаплазмоза во время беременности. Методом гистостереометрии измерялись диаметры децидуальных клеток в базальной пластинке и септах в трех зонах плаценты: центральной, парацентральной и краевой. На основании полученных измерений децидуальные клетки распределялись на клеточные популяции: большие децидуальные клетки (БДК), малые децидуальные клетки (МДК) и гранулярные клетки эндометрия (К-клетки) (Кветной, 2005), которые ориентированы на выполнение специфических функций. Анализ статистической значимости различий относительных признаков проведен с помощью критерия χ^2 , а для малых выборок – двусторонний точный критерий Фишера.

В результате исследования было выявлено, что при различных вариантах внутриутробных инфекций во время беременности, популяционный состав децидуальных клеток имеет свои особенности в каждой из групп патологии в каждой из фракций плаценты на всем её протяжении. Так, при неосложненной беременности, центральная зона плаценты больше ответственна за трофику, парацентральная за иммунные функции в плаценте, краевая – за синтетическую. При внутриутробных инфекциях, происходит резкая активация и смещение иммунорегулирующих функций децидуальных клеток в различные зоны и фракции плаценты. Антибактериальная терапия хламидиоза и уреаплазмоза во время беременности седатирует синтетическую функцию децидуальных клеток, тем самым приближая клеточные параметры к значениям при неосложненной беременности. Стоит отметить, что лечение хламидиоза во время беременности мало оказывает влияние на иммунный потенциал децидуальных клеток плаценты, который слабо был выражен и без лечения, в то время как при уреаплазменной инфекции он

Анализ колебательных процессов в блочных средах с флюидонасыщенными прослойками с помощью модифицированной модели Био

Е.П. Ченцов

Институт вычислительного моделирования СО РАН, ФИЦ КНЦ СО РАН

В рамках исследования колебательных процессов в структурно неоднородных средах типа горной породы разработаны двумерные математические модели блочной среды, в которой упругие блоки разделены податливыми прослойками различной толщины. Движение каждого блока описывается системой уравнений однородной изотропной упругой среды. Прослойки являются флюидонасыщенными и состоят из пористого скелета и текущей с некоторой скоростью жидкой фазы, наполняющей скелет. Для описания такого типа прослоек использована модификация широко применяемой в теории пороупругости модели Био [1]. Построены определяющие уравнения: в части пористого скелета использован закон Гука, в части движения жидкости – закон Дарси. Для анализа поведения жидкости на стыках прослоек применен гидродинамический аналог закона Кирхгофа.

Развитие подхода позволило разработать модель флюидонасыщенной прослойки с пористым скелетом, обладающим сложными реологическими свойствами. Скелет в модели является вязкоупругим и позволяет учитывать эффект схлопывания пор: при достижении определенного уровня деформации жидкость купируется внутри поры. Используемые для этого модели Поинтинга-Томсона и пористой прослойки с учетом схлопывания пор представлены в [2].

Для численного решения поставленных задач с заданными начальными данными и граничными условиями разработаны вычислительные алгоритмы, основанные на двуциклическом расщеплении по пространственным координатам. Для уравнений в блоках применена схема распада разрыва Годунова с равномерной сеткой и с максимально возможным шагом по времени, определяемым критерием Куранта-Фридрихса-Леви. Для уравнений прослоек использована гибридная численная схема, основанная на схемах Годунова и Иванова [3].

Разработано и протестировано параллельное программное обеспечение, позволяющее моделировать распространение волн в двумерной блочной среде, которая состоит из упругих блоков и флюидонасыщенных прослоек с пористым скелетом, обладающим сложными реологическими свойствами. Программное обеспечение написано на языке Fortran с применением библиотеки MPI. Проведен вычислительный эксперимент по импульсному возмущению блока на границе области. В результате расчетов обнаружена зависимость анизотропии среды от относительной толщины прослоек и от отношения акустических импедансов среды в блоках и прослойках для продольных и поперечных волн.

Исследование выполнено при поддержке Комплексной программы фундаментальных исследований Сибирского отделения РАН № II.2П «Интеграция и развитие» (проект №0356-2016-0728).

Литература:

[1] M. A. Biot, *Acoust. Soc. Am.* 28, 2 (1956).

[2] V. M. Sadovskii and E. P. Chentsov, *AIP Conf. Proc.* 1773 (2016).

[3] Г. В. Иванов, Ю. М. Волчков, И. О. Богульский и др. Численное решение динамических задач упругопластического деформирования твердых тел. Новосибирск: Сиб. Унив. Изд-во, 2002. 352 с.

Майорановские моды в конечных квантовых цепочках

В.В. Вальков, А.О. Злотников, В.А. Мицкан, А.Д. Федосеев, М.С. Шустин,
Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН

В физике высоких энергий майорановский фермион представляет собой частицу, которая совпадает со своей античастицей. Поиск таких фермионов в физике высоких энергий до настоящего времени к успеху не привел. В последние годы интерес к майорановской проблематике значительно возрос в связи с тем, что были сделаны предсказания о возможности наблюдения в конденсированных средах квазичастичных возбуждений по своим свойствам совпадающих с майорановскими фермионами. Такие майорановские моды характеризуются стабильностью по отношению к внешним возмущениям (так называемая топологическая защищенность), что обуславливает дополнительный интерес к майорановским связанным состояниям (МСС), как к перспективным объектам для реализации топологических квантовых вычислений. Это ведет к тому, что кубит, сформированный парой МСС, устойчив к действию процессов, нарушающих фазу квантового состояния системы. Управление же состоянием такого кубита может осуществляться за счет смены мест МСС или обхода одного МСС вокруг другого, т.к. майорановские фермионы подчиняются неабелевой статистике [1].

Перспективными системами для поиска майорановских фермионов являются топологические сверхпроводники, а также сверхтекучие квантовые жидкости [2]. В последние годы, в качестве перспективных систем, в которых могут реализовываться МСС, особое внимание привлекают квазиодномерные системы: полупроводниковые проволоки с наведенной сверхпроводимостью [1] и цепочки магнитных атомов [3].

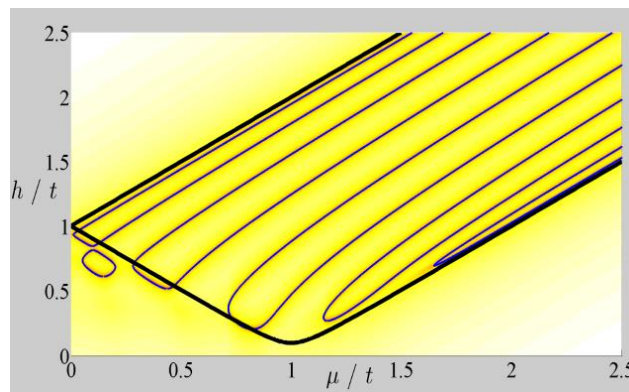


Рисунок.1. Тонкие линии – области параметров, в которых возможна реализация майорановских нулевых мод для полупроводниковой нанопроволоки с наведенной сверхпроводимостью, толстые линии – границы топологических фаз.

В работе исследуются условия реализации майорановских мод в квазиодномерных наноматериалах при учете кулоновских корреляций. Показано, что в конечных цепочках имеются линии на диаграмме параметров, для которых реализуются состояния с нулевой энергией возбуждений, приводя к реализации майорановских мод.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты №№ 16-02-00073 А, 16-42-243056 р_мол_a, 16-42-243057 р_мол_a, 16-42-243069 р_мол_a)

Литература:

- [1] R.M. Lutchyn, J.D. Sau, and S. Das Sarma, Phys. Rev. Lett. 105, 077001 (2010).
- [2] M.A. Silaev, G.E. Volovik, JETP 146, 1192 (2014).
- [3] S. Nadj-Perge, I.K. Drozdov, B.A. Bernevig, and A. Yazdani, Phys. Rev. B 88, 020407 (2013).

Метод ненатяжной герниопластики у больных с грыжами брюшной стенки с использованием бесшовной пластики и композитной сетки

Р.Х. Мамедов, Э.В. Каспаров, С.Ю. Сваринский
НИИ МПС ФИЦ КНЦ СО РАН

В настоящее время отмечается тенденция к внедрению малоинвазивных высокоэффективных медицинских технологий. К ним относится и использование проленовой сетки для устранения дефектов передней брюшной стенки. Высокий процент рецидива грыж (встречается у каждого девятого больного) обусловил поиск новых методик оперативного лечения. Синтез новых высокомолекулярных полимеров способствует развитию современной герниологии.

Цель исследования: повысить эффективность хирургического лечения больных с фасциально-мышечными дефектами брюшной стенки, на основе разработки и применения новых медицинских технологий с использованием комбинированной пластики аутодермальным лоскутом по Янову-Дубровину и композитной сетки, снижение сроков нетрудоспособности при бесшовной пластике.

Проведены клинические наблюдения у 137 больных с использованием сетки из пролена компаний «ЭТИКОН», «Auto Suture» (США); у трех – сетки «Линтекс» (г. Санкт-Петербург).

Разработанная комбинированная герниопластика проходит в три этапа:

1. Производится ненатяжная бесшовная герниопластика сеткой из пролена.
2. Дефект апоневроза прошит аутодермальной полоской с фиксацией проленовой нитью, без натяжения.
3. Сшивание фрагментов полоски между собой.

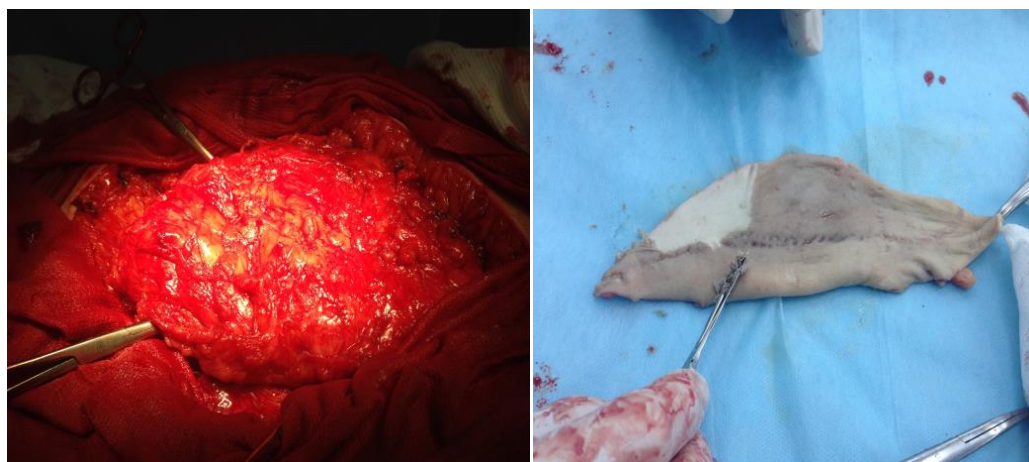


Рис.1. Один из этапов проведения герниопластики.

Проведенный анализ показал, что композитная сетка является высокоэффективным материалом для укрепления брюшной стенки при вентральных грыжах живота. Пластика грыж с применением комбинированной методики с помощью сетки и аутопластики является более надежной и простой в техническом исполнении и осуществляется с наименьшим натяжением тканей.

Закключение. Разработана медицинская технология, основанная на лечении больных с фасциально-мышечными дефектами брюшной стенки, с использованием комбинированной пластики аутодермальным лоскутом по Янову-Дубровину и композитной (проленовой) сетки. Методика позволяет снизить количество послеоперационных осложнений, рецидивов грыж и сроки нетрудоспособности. Технологию следует шире внедрять в практическую деятельность хирургов в стационарах, осуществляющих специализированную лечебную помощь.

Развитие региональной сети пунктов наблюдения газообмена, основанных на методике турбулентных пульсаций

В.И. Зырянов¹, А.С. Прокушкин¹, О.А. Зырянова¹, А.В. Панов¹

¹Институт леса им. В.Н.Сукачева ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск,
zyryanov-vi@ya.ru;

Введение.

Для понимания и выявления изменений в механизмах, вовлеченных в глобальный баланс углерода, необходимы долговременные исследования источников и стоков основных углеродсодержащих газов (CO₂/CH₄) атмосферы. Такие наблюдения дают возможность оценки синоптических вариаций в процессах энерго- и массообмена между атмосферой и наземными экосистемами. Концентрация углеродсодержащих газов в атмосфере демонстрирует сигнал в процессах обмена между поверхностью земли и атмосферой, что может быть использовано для оценки обменных потоков (стоков/источников) углерода на основе инверсионных моделей (Gurney et al., 2002; Rodenbeck et al., 2003; Peylin et al., 2005).

Выводы

Региональная сеть наблюдений за газообменом позволяет оценить вклад отдельных экосистем в широкомасштабную оценку эмиссии и ассимиляции парниковых газов. Технические характеристики сети дают возможность накапливать долгосрочные научные данные о углеродном, водном и энергетическом балансах, метеорологических явлениях и получать легкий доступ к ним.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Gurney et al., Nature, 2002, **415**, P. 626-630.
2. Rodenbeck et al., Atmos. Chem. Phys., 3, 2003, P.1919-1964.
3. Peylin et al., Global Biogeochemical Cycles 19, 2005.

БЛАГОДАРНОСТИ.

Работа выполнена при поддержке проекта РНФ 14-24-00113.

Микроволновой синтез комплексов бетулина и его диацетатов с водорастворимыми полимерами

Ю.Н. Маляр

Институт химии и химической технологии, ФИЦ КНЦ СО РАН

Бетулин и его производные в последнее время привлекают внимание фармакологов всего мира, поскольку они могут составить конкуренцию синтетическим лекарственным препаратам. Однако ограничением для их широкого применения является низкая биологическая доступность, связанная с плохой растворимостью. В последнее время значительное внимание исследователей в области органического синтеза, создания новых лекарственных средств привлек высокоскоростной синтез с помощью микроволн. Микроволновое воздействие приводит к уменьшению времени реакции, увеличению выхода продукта, устранению побочных реакций. В качестве вспомогательных веществ чаще всего используют водорастворимые полимеры, например циклодекстрины, хитозан, арабиногалактан и др.

Целью данной работы являлось получение комплексов диацетата бетулина (ДАБ) с водорастворимым природным полимером – арабиногалактаном (АГ) их исследование. Комплексы получали на установке Explorer-48 в условиях контролируемой мощности с вариацией продолжительности обработки.

Для получения комплекса смесь ДАБ и АГ помещали в микроволновый контейнер, добавляли 4 мл дистиллированной воды и подвергали микроволновому облучению. После охлаждения суспензию фильтровали, и фильтраты выпаривали при пониженном давлении и температуре. Установлено, что при использовании гексана и смеси вода-этанол, процесс формирования комплексов практически не идет. В то же время, в ДМСО и ДМФА получены пленки с содержанием ДАБ около 2% - как и в водном растворе. Было установлено, что с увеличением мощности СВЧ-излучения от 70 до 200 Вт содержание ДАБ в комплексе повышается, и скорость синтеза увеличивается [1].

В ИК-спектрах полученных комплексов наблюдаются слабые пики в области 1760-1720 cm^{-1} (C=O); изменяются контуры полос поглощения при 1150-1000 cm^{-1} (C-O), а также полос в области 3500-3300 cm^{-1} , (-OH). Совокупность изменений в ИК-спектрах образцов после традиционного и МВ-нагрева свидетельствует об образовании комплекса ДАБ-АГ посредством образования связей между карбонильными группами диацетата бетулина и гидроксильными группами арабиногалактана [2].

Образование комплекса при микроволновом нагреве подтверждено методом ЯМР-спектроскопии и сопровождается расщеплением сигнала C1, связанного с C6 боковых цепей АГ, и искажением сигналов C3-C4 и C5, связанными с внедрением молекулы ДАБ в полимерную матрицу.

Изучение противоопухолевой активности комплексов ДАБ-АГ, полученных как традиционным нагреванием, так и микроволновой обработкой на клетках асцитной карциномы Эрлиха (АКЭ). Эксперименты *in vitro* показали, что пленки, полученные микроволновой обработкой, проявляют не меньшую активность, чем пленки, полученные традиционным нагревом [3].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-33-50137), а также при поддержке РФФИ и Правительства Красноярского края в рамках научного проекта № 16-43-242083.

Литература:

- [1] Y.N. Malyar, M.A. Mikhailenko, et al. *New J. Chem* (2017) In Press.
- [2] T.P. Shakhtshneider, S.A. Kuznetsova, et al. *Nat Prod Res.* 30, 12, 1382 (2016).
- [3] T.P. Shakhtshneider, S.A. Kuznetsova, et al. *Chem. Nat. Comp.* 3, 404 (2013).