

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М. В. Ломоносова

XXXI Международная конференция
студентов, аспирантов и молодых ученых
по фундаментальным наукам



Международный
молодежный научный форум

“ЛОМОНОСОВ–2024”

Секция **“ФИЗИКА”**

Подсекция
“БИОФИЗИКА”

Сборник тезисов докладов

МОСКВА
Физический факультет МГУ
2024

XXXI Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых по фундаментальным наукам «Ломоносов—2024». Секция «Физика». Сборник тезисов. — М. Физический факультет МГУ, 2024, 1052 с.

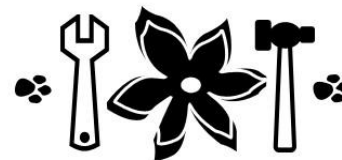
ISBN 978-5-8279-0304-8

Секция «Физика» включает следующие подсекции

1. Акустика
2. Астрофизика
3. Атомная и ядерная физика
4. Биофизика
5. Геофизика
6. Математика и Информатика
7. Математическое моделирование
8. Медицинская физика
9. Молекулярная физика
10. Нелинейная оптика
11. Оптика
12. Радиофизика
13. Сверхпроводящие и электронные свойства твердых тел
14. Синхротронные и нейтронные исследования
15. Твердотельная наноэлектроника
16. Теоретическая физика
17. Физика космоса
18. Физика магнитных явлений
19. Физика твердого тела
20. Школа МГУ «Фотонные и квантовые технологии. Цифровая медицина»:
 - Квантовые технологии
 - Фотонные технологии
 - Цифровая медицина

ISBN 978-5-8279-0304-8

© Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2024 г.



Выявление детерминант функциональных групп белков	144
Багрова О.Е.	144
Моделирование морфологии трёхмерной предсердной ткани человека с диффузным фиброзом.....	145
Балясникова К.С. ¹ , Шайдуллина Р.СЗ. ⁴ , Аитова А.А. ¹ , Бережной А.К. ^{1,2} , Слотвицкий М.М. ^{1,2} , Цвеляя В.А. ^{1,2}	145
Разработка инструмента сегментации предсердий на МРТ снимках в рамках создания системы коррективки абляции	146
А.К. Бережной ^{1,2,4} , М.М. Слотвицкий ^{1,2,4} , Д.А. Паршин ² , Селиванов ¹ , А.Г. Демин ² , А.И. Калинин, В.А. Сыровнев ³ , В.С. Кириллова ⁵ , А.А. Аитова ¹ , К.И. Агладзе ⁴ , В.А. Цвеляя ^{1,2,4}	146
Математическая модель активации белка свертывания крови – фактора X	147
Божко А.А.	147
Энтальпийные и энтропийные факторы, влияющие на распределения размеров агрегатов биологических макромолекул	148
Василенко Е.О.	148
Особенности формирования комплексов β-карбоксиметил циклодекстринов на поверхности липидных монослоёв	150
И.В. Григорян ^{1,4} , А.М.Адельянов ¹ , Г.Б.Хомутов ^{1,4} , А. П. Пархаева ³ , Е. Ю. Симоненко ¹ , В.А. Пигарева ² , А.В. Сыбачин ²	150
Исследование производных азобензола для применения их в качестве фотоконтролируемых анестезирующих препаратов.....	151
Джабраилов В.Д. ¹ , Аитова А.А. ¹ , Турчанинова Е.А. ¹ , Ноев А.Н. ^{3,4} , Лихобабина Д.А. ³ , Сутемьева Ж.А. ³ , Грин М.А. ³ , Слотвицкий М.М. ^{1,2}	151
Разработка термостатируемой ячейки для изучения живых нейронных сетей методом капиллярной сканирующей микроскопии	152
Иванов О.В. ¹ , Яминский И.В. ²	152
Определение структуры и размера супрамеров, образующихся в результате самосборки, методом малоуглового рентгеновского рассеяния.....	153
Карпова Е.Е. ^{1,2} , Васкан И.С. ² , Бовин Н.В. ² , Штыкова Э.В. ³ , Олейников В.А. ² , Залыгин А.В. ^{1,2,4}	153
Исследование опухолей мягких тканей с использованием широкополосной спектроскопии.....	154
Шулбаева Д.С. ^{1,2} , Клычков А.М. ^{1,2} , Рогожников Г.С. ²	154
Оценка диффузионно-перфузионных изменений головного мозга пациентов с микроангиопатией	155
Ковалишина Д.А.	155
Автоматизированный комплекс на основе оптоволоконных сенсоров для измерения pH	156
Лагутин Р.Р.	156
Физические подходы к исследованию структурных свойств изоформ тропомиозина Trpm1.8 и Trpm1.9	157
Лапшина К.К. ^{1,2} , Роман С.Г. ² , Нефёдова В.В. ² , Матюшенко А.М. ²	157
Учет межмолекулярных взаимодействий в крупно-зернистой модели фактора фон Виллебранда	159
Лысенко И., Беляев А.В.	159
Структурная характеристика наночастиц, образованных путем самосборки производных циклодекстринов методом атомно-силовой микроскопии.....	160
Мазаева О.О., ^{1,2} Бовин Н.В., ² Олейников В.А. ² , Димитрева В.А. ² , Залыгин А.В. ^{1,2,3}	160
Моделирование методом молекулярной динамики для изучения процесса самосборки молекул и изучения структурных характеристик комплексообразований с противораковыми антибиотиками.....	161
Малинин И.А. ^{1,2} , Димитрева В.А. ² , Васкан И.С., Олейников В.А., Залыгин А.В. ^{1,2,3}	161
Кинетика содержания биохимических маркеров в мясе говядины после воздействия ускоренных электронов	163
Межетова И.Т. ¹ , Близнюк У.А. ^{1,3} , Борщевская П.Ю. ^{1,3} , Ипатова В.С., ^{1,3} Черняев А.П., ^{1,3} Болотник Т.А., ² Родин И.А., ⁴ Юров Д.С. ²	163
Роль стохастических процессов в колебаниях концентрации кальция в тромбоцитах	165
Молоткова Е.А. ¹ , Балабин Ф.А. ² , Атауллаханов Ф.И. ²	165
Разработка методологии изучения прохождения микровезикул через гликокаликс клетки-адресата с помощью метода конфокальной сканирующей флуоресцентной микроспектроскопии.	166

Найдешкина М.А. ^{1,2} , Белицкая Е.Д. ² , Сливка Е.В. ² , Рапопорт Е.М. ² , Тузиков А.Б. ² , Бовин Н.В. ² , Олейников В.А. ² , Залыгин А.В. ^{1,2,3}	166
Физические и симметричные принципы функционирования молекулярных машин	167
Новождён М.В.	167
Применение спектроскопии комбинационного рассеяния света к изучению транспорта дейтерированных соединений в эмбрионах мыши	168
Омельченко А.Н.	168
Моделирование дополнительных центров связывания металлов в молекуле гемоглобина: XANES спектроскопия	169
Пронина Е.В., Яловега Г. Э.	169
Возможности ИК-спектроскопии для изучения состава лекарственных растений	170
Румянцев А.И., Алексеев А.А., Протопопов Ф.Ф.	170
Влияние холестерина и ионов кальция на взаимодействие криопротекторов с моделью биологической мембраны	172
Свечникова В.Ю. ^{1,2} , Мишукова О.В. ^{1,3} , Миронова А.Г. ⁴ , Хомутов Г.Б. ² , Марченкова М.А. ¹ , Яковенко С.А. ^{2,5}	172
Исследование регенеративных процессов в сердечной ткани с помощью методов тканевой инженерии	174
Сергеева Т.О. ¹ , Слотвицкий М.М. ¹ , Аитова А.А. ¹ , Цвеляя В.А. ^{1,2,3} , Агладзе К.И. ^{1,2}	174
Методика приписки низкочастотных колебательных линий в КР спектрах кератинов человеческого волоса	175
Травкина Е.И.	175
Исследование топологического баланса клеточных распределений на примере монослоев клеток HSeEpiC	176
Федоренко К.К., ¹ Рошаль Д.С., ¹ Аззаг К., ² Рошаль С.Б., ¹ Багдигян С. ³	176
Механические проявления мутаций фактора фон Виллебранда в процессе адгезии тромбоцитов	178
Федотова И. В.	178
Влияние параметров лазерного облучения УФ диапазона на клетки фибробластов	179
Хамдан Я. ¹ , Домажирова В.А. ¹ , Макарова Д.А. ¹ , Шамсутдинов Н.И. ² , Буглак А.А. ³ , Зеленихин П.В. ² , Низамутдинов А.С. ¹	179
Исследование влияния ионизирующих излучений на всхожесть, урожайность и заболеваемость пшеницы в условиях лабораторных и полевых исследований	181
Чибисова М.С. ¹ , Близнюк У.А. ^{1,2,4} , Зубрицкая Я.В. ^{1,2,4} , Чуликова Н.С. ³ , Никитченко А.Д. ¹ , Борщеговская П.Ю. ^{1,4} , Малюга А.А. ³ , Черняев А.П. ^{1,2} , Родин И.А. ^{4,5}	181
Особенности формирования и обработки пульсовых волн от биологического объекта	183
Якушева М.А., Проводин Д.С.	183
Исследование влияния тромбоцитов человека на пролиферацию и тромбогенность опухолевых клеток	185
Ястребов И.А. ¹ , Колесникова И.С. ^{2,3} , Галкина С.В. ^{2,4} , Коробкина Ю.Д. ²	185
Влияние аутопсов на образование регулярных режимов колебаний моделей малых систем импульсно связанных тормозных интернейронов неокортекса	186
Ясюк В.О.	186

У всех растений есть полоса поглощения с частотой 2930 см⁻¹. Это говорит о присутствии углеводов, обусловленные валентными колебаниями -CH₂-.

Колебания, связанные с группой С-О-Н:

R-O-H (1450-1250 см⁻¹, 750-650 см⁻¹)

- Первичные спирты (1075-1000; 1350-1260 см⁻¹)
- Вторичные спирты (1350-1260 см⁻¹)
- Третичные спирты (1170-1100; 1410-1310 см⁻¹)
- Фенолы (1270-1140 см⁻¹, 1410-1310 см⁻¹)

Колебания групп карбоновых кислот:

- валентные колебания групп COOH (частоты 1760; 1725-1700 см⁻¹)
- связанные OH-группы (частоты 3300-2500 см⁻¹)
- любые группы OH (частоты 995-890 см⁻¹)
- колебания С-О связей (частоты 1320-1210 см⁻¹)

Колебания С-О-С в эфирах ароматических кислот (частоты 1300-1250 см⁻¹) [2].

Таким образом, использование ИК-спектроскопии позволяет определить основные химические компоненты для широкого спектра ЛРС, что позволит в перспективе применять данный метод для оценки качества сырья из лекарственных растений.

Литература

1. Братчиков О.И. Роль растительных препаратов в терапии болезней почек. Журнал «Клиническая нефрология». 2013, №5
2. Казицына Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР- спектроскопии в органической химии. Москва, «Высшая школа», 1971.
3. Тринеева О.В. Применение ИК-спектроскопии в анализе лекарственного растительного сырья // Вестник ВГУ, серия: Химия, биология, фармация. 2018. №4. С. 187-194.
4. Яковлева Г. П. Большой энциклопедический словарь лекарственных растений: учебник - Санкт-Петербург, 2015.

ВЛИЯНИЕ ХОЛЕСТЕРИНА И ИОНОВ КАЛЬЦИЯ НА ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КРИОПРОТЕКТОРОВ С МОДЕЛЬЮ БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ

Свечникова В.Ю.^{1,2}, Мишукова О.В.^{1,3}, Миронова А.Г.⁴, Хомутов Г.Б.²,
Марченкова М.А.¹, Яковенко С.А.^{2,5}

¹ НИЦ «Курчатовский институт», Москва,

² МГУ им. М. В. Ломоносова, физический факультет, Москва, я

³ РУДН, институт биохимической технологии и нанотехнологии, Москва,

⁴ Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Москва,

⁵ «ЭКО центр», клиника «АльтраВита», Москва, Россия

E-mail: svechnikova.vi21@physics.msu.ru

Криоконсервация концентратов различных биологических объектов с целью их хранения в течение срока, существенно превышающего период их физиологической жизни за пределами организма, является одной из актуальных задач настоящего времени [1]. При заморозке структура клетки повреждается, и для снижения подобных негативных воздействий на клетки используются специальные вещества – криопротекторы (КП).

В качестве модельных систем, имитирующих биологическую мембрану, могут выступать ленгмюровские монослои (пленки), образованные амфифильными веществами, нанесенными на жидкую субфазу. Их характеристики изучают с помощью ленгмюровской ванны, где в процессе последовательного изотермического сжатия пленка проходит через цепочку различных фазовых состояний, связанных с изменением поверхностного натяжения (давления) (π) и площади монослоя (A) [2].

Упругие характеристики монослоя можно изучать при помощи модуля сжатия (МС), который определяет способность изменять свое физическое состояние при приложении к нему внешней силы и описывает дифференциальное изменение межфазного давления с относительным изменением молекулярной площади при постоянной температуре [2].

В работе исследовались монослои желтка, его смеси с холестерином и воздействие на них КП – этиленгликоля (ЭГ), диметилсульфоксида (ДМСО), сахарозы, – а также ионов кальция из субфазы. Концентрации и объемы веществ подобраны в соответствии с их содержанием в организме человека, применением в процедурах криоконсервации и литературой [1,3,4]. Эксперименты проводили на двух субфазах – натрий-фосфатном буфере (НФБ) и питательной среде (ПС), которая используется при криоконсервации. Во втором случае под сформированный монослой последовательно вводили ЭГ, ДМСО, сахарозу.

Сахароза встраивается в монослой на субфазе НФБ, понижая МС. В случае монослоя холестерина сахароза снижает МС почти в 4 раза, в остальных случаях – в 1,5-2 раза, что указывает на специфическое взаимодействие сахарозы с холестерином, входящим в малых количествах в монослой. Добавление в монослой обособленно сахарозы или кальция (рис. 1а, зеленая и синяя кривые соответственно) приводит к его расширению, а их единое включение сжимает его (рис. 1а, красная кривая). Образование комплексных соединений гидратированного кальция с ОН-группами сахарозы приводит к затруднению их связывания с липидами, что снижает концентрацию доступных молекул КП, и, в свою очередь, эффективность криопротекции.

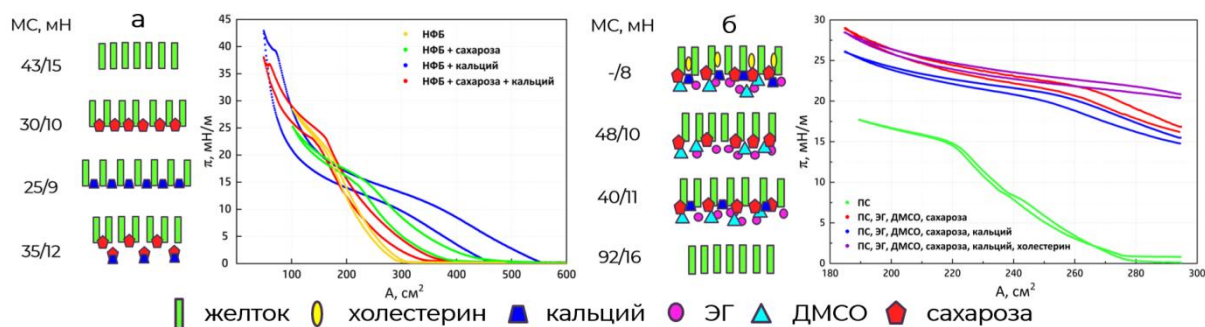


Рис. 1. π -A-изотермы монослоев яичного желтка и его смеси с холестерином на субфазе НФБ (а), ПС (б) и соответствующие им значения МС (максимум/минимум)

Введение кальция в субфазу ПС с КП также приводит к смещению изотермы в область меньших площадей (рис. 1б, смещение синей кривой относительно красной). При добавлении холестерина к желтку наблюдается сдвиг изотермы в сторону больших площадей относительно других изотерм, а также уменьшение гистерезиса. То есть наличие даже малого количества холестерина в слое «блокирует» действие кальция на КП, предотвращая образование его комплексных соединений с ними, и задерживает КП в слое. Холестерин ограничивает ориентацию и подвижность липидов, препятствуя связыванию ионов кальция. Несмотря на то, что он должен способствовать уплотнению и укреплению мембраны, небольшое содержание его в слое (2% m/m) ведет не только к размягчению пленки, но и к увеличению процессов встраивания и задержки КП в липидном слое.

Таким образом, для уменьшения количества используемых КП и оказываемой ими токсической нагрузки, следует уменьшать объем ионов кальция и добавлять небольшое количество холестерина в систему. Данная работа имеет важное практическое применение в медицине. На основе полученных результатов можно выделить рекомендации по криоконсервации клеток: в среде инкубации клеток их следует очистить от кальция;

пациентам необходимо снизить употребление пищи с высоким содержанием витамина D, который способствует усвоению кальция в организме человека.

Работа проведена в рамках выполнения государственного задания НИЦ «Курчатовский институт».

Литература

1. Kostyaev A. A., Martusevich A. K., Andreev A. A. Toxicity of cryoprotectants and cryoconservants on their basis for blood components and bone marrow //Nauchnoe obozrenie. Meditsinskie nauki. – 2016. – Т. 6. – С. 54-74.
2. Блинов Л. М. Лэнгмюровские пленки //Успехи физических наук. – 1988. – Т. 155. – №. 7. – С. 443-480.
3. Raju, R.; Torrent-Burgués, J.; Bryant, G.; Pringle, J. Effects of cryoprotectants on phospholipid monolayers–concentration and species dependence. Aust. J. Chem. 2022, 75(3), 165-173.
4. Kuwayama M. et al. Comparison of open and closed methods for vitrification of human embryos and the elimination of potential contamination //Reproductive biomedicine online. –2005. – Т. 11. – №. 5. – С. 608-614.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГЕНЕРАТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ В СЕРДЕЧНОЙ ТКАНИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ТКАНЕВОЙ ИНЖЕНЕРИИ

Сергеева Т.О.¹, Слотвицкий М.М.¹, Аитова А.А.¹,
Цвеля В.А.^{1,2,3}, Агладзе К.И.^{1,2}.

¹МФТИ НИУ, Москва; ²Московский областной НИКИ им. М. Ф. Владимирского, Москва, ³Альметьевский ГНИ, Татарстан, Россия

sergeeva4247@gmail.com

Особенностью строения сердечной ткани является ярко выраженная структурная и функциональная анизотропия, необходимая для поддержания нормальной работы сердца [1]. Наиболее распространенной моделью исследования возбудимости сердечной ткани является монослой из кардиомиоцитов, помещаемый на тканево-инженерную субстратную подложку, структурированную таким образом, чтобы придать клеточной культуре требуемую архитектуру. В качестве клеточного материала используют клетки, выделяемые из неонатальных сердец крыс [2] или клетки иммортализованной клеточной линии [3].

В настоящей работе было изучено взаимодействие хозяин–трансплантат при трансплантации кардиомиоцитов на монослой с использованием нановолоконных микроносителей. Были использованы полимерные нановолокна для формирования архитектуры ткани, волны возбуждения регистрировали с помощью установки оптического картирования возбуждения, трехмерные структуры пятна контакта подсаженной сокультуры и монослоя кардиомиоцитов исследованы с помощью конфокальной микроскопии.

Первым и основным компонентом является фрагмент полимерного волокна толщиной приблизительно $0,85 \text{ мкм} \pm 0,18 \text{ мкм}$ ($n = 20$), полученный путем электроформования раствора PLLA. Вторым элементом является белковое покрытие полимерного волокна путем помещения волокон в раствор HFN на 24 часа. Это привело к отложению белка на поверхности волокна, что проявилось в способности кардиомиоцитов прилипать к волокнам заданной толщины.

Убедительным доказательством клеточной адгезии является восстановление спонтанной возбудимости клеток, паттерны сигналов спонтанного возбуждения показаны на рис. 1А. Средний сигнал (mean) был получен на основе 16 следов кальция, полученных из 16 различных клеток (4 разных образца) с частотами спонтанного возбуждения в диапазоне от 0,5 до 1,5 Гц. Важным условием было отсутствие связи между клетками