



КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

СБОРНИК ТЕЗИСОВ

ВСЕРОССИЙСКОЙ С МЕЖДУНАРОДНЫМ
УЧАСТИЕМ ШКОЛЫ-КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ,
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

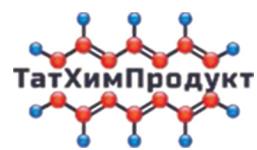
«МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА»



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Координационный совет по делам молодежи в
научной и образовательной сферах при Совете
при Президенте Российской Федерации по
науке и образованию



Казань, 30 ноября – 2 декабря 2023 года

СБОРНИК ТЕЗИСОВ

ВСЕРОССИЙСКОЙ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
ШКОЛЫ-КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ
И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

«МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА»



Издательский дом Маковского
Казань, 2023

УДК 001.1(082)

ББК 72я43

C23

Мероприятие проведено в рамках реализации в форме субсидий из федерального бюджета образовательным организациям высшего образования на реализацию мероприятий, направленных на поддержку студенческих научных сообществ.

- C23 Сборник тезисов Всероссийской с международным участием школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Материалы и технологии XXI века» / Отв. ред. А.В. Герасимов. [Электронный ресурс]: сб. тезисов. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 9,44 Мб). – Казань: Издательский дом Маковского, 2023. – 311 с. – Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: https://lkpfu.ru/portal/docs/F_717227560/Sbornik.tezisov.MiT.2023.pdf. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-904613-33-4

УДК 001.1(082)
ББК 72я43

ISBN 978-5-904613-33-4

Секция I.
БИОМЕДИЦИНА
И МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОИМПЛАНТАЦИОННЫХ ЭМБРИОНОВ ЧЕЛОВЕКА С РАЗЛИЧНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ К ИМПЛАНТАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ TIME-LAPSE ИНКУБАТОРА

T.C. Архипова^a, Ю.А. Татищева^b, А.Ф. Сайфитдинова^a

^a*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия*

^b*Клиника репродукции «Скайферт», Санкт-Петербург, Россия*

archipova_tanya@mail.ru

Внедрение time-lapse (TL) инкубаторов в практику клиник вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ) открывает новые возможности в борьбе с бесплодием. Инкубаторы такого типа оснащены камерой, а также имеют дополнительные программы оценки морфологических изменений эмбрионов (KIDSscore). Преимплантационное генетическое тестирование (ПГТ) делает возможным определение полоидности эмбрионов, хотя требует проведения биопсии трофобластической тканью.

Для сокращения инвазивных вмешательств была предпринята попытка прогнозирования потенциала имплантации эмбриона с помощью TL инкубатора.

В исследование вошло 543 эмбриона после культивирования в TL инкубаторе клиники репродукции «Скайферт» и ПГТ методом NGS. Эмбрионы были разделены на две группы в соответствии с возрастом генетической матери. В первую группу вошло 276 эмбрионов женщин до 36 лет, во вторую – 267 эмбрионов женщин 37 лет и старше. Статистический анализ проводился с помощью StatPlus и Microsoft Excel, непараметрическими методами: критерий Колмогорова-Смирнова, U-критерий Манна-Уитни, критерий Краскела-Уоллиса.

В ходе исследования было выявлено, что у женщин до 36 лет количественно больше эуплоидных эмбрионов ($p<0,05$), а у женщин 37 лет и старше всегда преобладают анеуплоидные ($p<0,05$). Также было выявлено, что достоверно с увеличением оценки KIDSscore увеличивается и шанс получения эуплоидного эмбриона у женщин 24–36 лет ($p<0,05$). У женщин старшей возрастной группы не зависимо от оценки KIDSscore эмбрионы имели высокий риск анеуплоидии ($p<0,05$).

С опорой на проведенный анализ можно сказать, что у пациенток возраста 24–36 лет оценка KIDSscore с высокой вероятностью позволяет выбирать эуплоидные эмбрионы. У пациенток старшей возрастной группы к более эффективному отбору приведет сочетание TL инкубатора с ПГТ.

ОЦЕНКА АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ НОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ, СПОСОБНЫХ К ГЕНЕРАЦИИ СИНГЛЕТНОГО КИСЛОРОДА *IN VITRO*

Ж.Н. Ахметова¹, Д.Э. Журавлева¹, А.А. Ксенофонтов², А.Р. Каюмов¹, З.И. Исхакова¹

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

² Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук, Иваново, Россия
zalinunya@mail.ru

Устойчивость бактерий к противомикробным препаратам представляет собой проблему, связанную с высокой заболеваемостью и смертностью. Это связано с нехваткой эффективных методов лечения инфекций, вызванных микроорганизмами с лекарственной устойчивостью и сложностью открытия принципиально иных вариантов антимикробных веществ и альтернативных методов лечения. Одним из таких подходов стал синтез антибактериальных веществ со способностью к генерации синглетного кислорода, которые фотоиндуцируют активные формы кислорода. Фототерапия считается одним из наиболее перспективных методов лечения бактериальных инфекций благодаря преимуществам высокой эффективности, низкой токсичности и отсутствию лекарственной устойчивости. Сотрудниками Института химии растворов Российской академии наук было синтезировано 11 различных по своей структуре веществ, обладающих способностью к генерации синглетного кислорода, которые проявляют свою активность против микроорганизмов после активации их белым светом. Активность данных веществ была проверена в отношении *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli* методом оценки жизнеспособности клеток с помощью подсчета КОЕ. Соединения под кодовыми номерами 38, 41, 42, 44 и 47 обладали антимикробным действием против *S. aureus* ATCC 29213, тогда как в отношении *E. coli* ни одно из исследуемых соединений не оказалось никакого эффекта. Активность соединений-лидеров оценивали на расширенном спектре тест-микроорганизмов (*Acinetobacter baumannii*, *S. aureus* MRSA, *Streptococcus sobrinus*, *Bacillus subtilis* 168). Установлено, что соединение 42 обладало антимикробным действием против всех используемых тестерных штаммов, а соединение 38 проявляло активность в отношении всех штаммов, за исключением *S. sobrinus*. Соединение 41 приводило к гибели микроорганизмов не зависимо от активации вещества, что вероятно свидетельствует о его токсичности. Соединения 44 и 47 не показали свою активность против штаммов расширенного спектра.

Работа была выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Мегагрант №075-15-2021-579 (синтез веществ) и средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности, Проект №FZSM-2022-0017 (Биоактивность).

РАЗРУШЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ БИОПЛЕНОК СЕРИНОВОЙ ПРОТЕАЗОЙ ПАРС ИЗ *ASPERGILLUS OCHRACEUS* BKM-F4104D

Д.Р. Байдамшина^a, А. Рафия Наср^a, С.К. Комаревцев^b, А.А. Осмоловский^c,
К.А. Мирошников^{b,c}, А.Р. Каюмов^a, Е.Ю. Тризна^a

^aКазанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

^bИнститут биоорганической химии имени М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН,
Москва, Россия

^cБиологический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова,
Москва, Россия

dianabaidamshina@yandex.ru

Инфекционные заболевания, связанные с образованием биопленок, серьезно влияют на здоровье человека. Биопленки – это прикрепленные к поверхности или же свободноплавающие многоклеточные агрегаты, заключенными во внеклеточный матрикс, который способствует снижению или полной блокировке проникновения антибиотиков. Поэтому поиск различных способов борьбы с бактериальными биопленками может облегчить проникновение противомикробных препаратов в клетки и повысить эффективность лечения.

ПАРС является фибринолитической протеазой-активатором протеина С плазмы крови, образуемой микромицетом *Aspergillus ochraceus* BKM-F4104D. Рекомбинантная форма фермента была получена в *E. coli* BL21 (DE3), очищена на Ni-NTA-агарозе и предоставлена для работы.

Обработка 48-часовых биопленок, образованных клетками *S. aureus* протеазой ПАРС (100 мкг/мл) снижает биомассу наполовину как при окрашивании кристаллическим фиолетовым, так и при окрашивании конго-красным. Комбинация ПАРС с ванкомицином и амоксициллином увеличивала эффективность последнего в 10 раз, что оценивали с помощью МТТ-анализа, окрашивания резазурином и количеству КОЕ. Анализ Live/dead BacLight при комбинированном ПАРС с антибиотиками также подтвердили предыдущие результаты. Сериновая протеаза ПАРС является многообещающим агентом для комбинированной антибиотико-ферментативной терапии для наружного лечения инфекций, связанных с биопленкой, образованной клетками *S. aureus*.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности. Проект №FZSM-2022-0017.

ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИЕ ФЕРМЕНТЫ ЭНТОМОПАТОГЕННОГО МИЦЕЛИАЛЬНОГО ГРИБА *METARHIZIUM ANISOPLIAE* HSE13.1

^aД.Л. Басалаева, ^bА.А. Богомолова, ^cЦ. Чжао, ^dА.А. Фаткулин, ^eА.А. Осмоловский

^aМосковский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

^bУtrechtский университет, Уtrecht, Нидерланды

^cПервый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России, Москва, Россия

^dНациональный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия

dbasalaewa@yandex.ru

Энтомопатогенные микромицеты поражают как насекомых, так и других представителей типа членистоногих, продуцируя множество различных ферментов для осуществления заражения организма хозяина. Протеолитические ферменты энтомопатогенных мицелиальных грибов могут оказаться перспективными агентами для лечения таких заболеваний сердечно-сосудистой системы как тромбозы. Имеющиеся тромболитические препараты обладают значительными недостатками, они вызывают нарушения вязкости крови, что приводит к кровотечениям, а также обладают низкой специфичностью к компонентам системы гемостаза человека [1].

Целью данной работы было изучение потенциала энтомопатогенных мицелиальных грибов к продукции протеолитических ферментов, схожих с компонентами системы гемостаза человека. Объектом исследования являлся штамм энтомопатогенного микромицета *Metarhizium anisopliae* HSE13.1, выделенный из почвы с полуострова Камчатка. Идентификацию проводили по физиолого-морфологическим признакам, а также с использованием секвенирования последовательностей ITS.

Для оценки протеолитической активности была проведена оценка протеолитической активности микромицета, его глубинное культивирование и изучение уровня продукции ферментов в динамике культивирования.

В результате определения протеолитической активности исследуемого штамма в отношении специфических белковых субстратов были получены энзиматические индексы. Штамм *Metarhizium anisopliae* HSE13.1 показал высокую активность в отношении казеина ($EI_{казеин} - 1,50$), эластина ($EI_{эластин} - 1,37$) и желатина ($EI_{желатин} - 1,18$).

В ходе изучения динамики накопления протеаз в культуральной жидкости в условиях глубинного культивирования были получены данные общей протеолитической активности ($E_{azcas} = 1,749$ усл. ед./мл), плазминоподобной активности ($E_{pNA(S-2251)} = 53,6$ мкмоль pNA/мл/мин $\cdot 10^{-3}$) и урокиназной активности ($E_{pNA(S-2444)} = 36,7$ мкмоль pNA/мл/мин $\cdot 10^{-3}$) на 6 сутки культивирования. Коллагеназная и фибринолитическая активности на 6 сутки культивирования оказались достаточно низкими, что свидетельствует о том, что ферменты таргетно разрушают только компоненты тромба. Отсутствие эластазной активности у препарата говорит о возможности применения не только в составе местных лекарственных форм, но и в составе системных препаратов.

Таким образом, энтомопатогенный гриб вида *Metarhizium anisopliae* оказался перспективным продуцентом протеолитических ферментов для тромболитических препаратов, которые могут стать ключевым компонентом в лечении таких заболеваний сердечно-сосудистой системы, как тромбозы.

1. Сердечно-сосудистые заболевания// Всемирная организация здравоохранения URL: [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)) (дата обращения: 06.11.2023).
2. Combined microbiological approach to screening of producers of proteases with hemostasis system proteins activity among micromycetes / Osmolovskiy A.A. [et al.] // Biotechnology Reports. – 2018;19:e00265.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БЕЛКОВОЙ КОРОНЫ ИЗ БСА И ДБСА НА ПОВЕРХНОСТИ АНТИСТОКСОВЫХ НАНОЧАСТИЦ НА СПЕЦИФИЧНОСТЬ ФАГОЦИТОЗА ПЕРИТОНИАЛЬНЫМИ МАКРОФАГАМИ

Д.К. Баушева, Е.Л. Гурьев

¹ Университет Лобачевского, Нижний Новгород, Россия

bausheva16@mail.ru

Антистоксовые нанофосфоры (НАФ) – неорганические фотолюминесцентные наночастицы, обладающие исключительной устойчивостью к фото- и химической деградации, возбуждением длинами волн попадающими в «окно прозрачности» биоткани. Данные свойства позволяют создавать терапевтические агенты на основе НАФ, обладающие одновременно диагностическими и терапевтическими свойствами, что способствует поиску новых решений в опухолевой терапии.

Целью работы являлось исследование влияния искусственно образованной белковой короны из бычьего сывороточного альбумина (БСА) и термически денатурированного БСА (дБСА) на поверхности НАФ на специфичность фагоцитоза перитонеальными макрофагами. Предполагается, что вводимые интраперитонеально нанокомплексы будут поглощаться перитонеальными макрофагами и с их помощью доставляться в опухолевые очаги.

Поверхность НАФ ($\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$) из гидрофобного состояния была переведена в гидрофильное при помощи тетрафторбората нитрозония (NOBF_4) методом обмена лигандов.

При помощи БСА и дБСА на поверхности НАФ- NOBF_4 была сформирована белковая корона. Данные белки характеризуются биосовместимостью, отсутствием токсичности и иммуногенности и в то же время способствуют поглощению наночастиц перитонеальными макрофагами.

Нанокомплексы НАФ-БСА и НАФ-дБСА были получены при помощи лиофилизации суспензии НАФ в растворах БСА и дБСА. Гидродинамический диаметр нанокомплексов составил ~105 нм для НАФ-БСА и ~139 нм для НАФ-дБСА.

Перитонеальные макрофаги выделяли из перитонеального транссудата мышей линии Balb/C, исследование поглощения комплексов проводилось *in vitro*. Клетки высевали в лунки 96-тилуночного конфокального планшета, инкубировали в течение 12 ч. После прикрепления клеток в лунки добавляли суспензию нанокомплексов НАФ-БСА и НАФ-дБСА, инкубировали в течение 2 ч. Препараторы отмывали, фиксировали и исследовали методом конфокальной лазерной флуоресцентной микроскопии. Результаты исследования показали большее накопление НАФ-дБСА в перитонеальных макрофагах по сравнению с НАФ-БСА. В настоящее время проводится исследование влияния свойств поверхности комплексов на основе НАФ на эффективность их доставки в перитонеальные опухолевые очаги.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030» ННГУ (Проект №Н-417-99_2022-2023)

ВЛИЯНИЕ ХИТОЗАНА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ НА ФОТОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ ЭРИТРОЦИТОВ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА

Т.Н. Беляева^a, С.М. Панкова^{a,b}, В.Д. Кобяков^a, М.Г. Холявка^a, В.Г. Артюхов^a

^a*Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия*

^b*Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия*

sazykina.93@mail.ru

Хитозан – это нетоксичный, биосовместимый и биоразлагаемый полисахарид, обладающий антибактериальной, фунгицидной и противовирусной активностью, а также радиопротекторным действием, что обуславливает перспективность его применения в области медицины [1, 2]. Хитозан является распространенным носителем для иммобилизации ферментов. Фармацевтические композиции на основе хитозана используются для лечения ожогов, язв, гнойных ран, акне [3]. Рассматриваются варианты применения хитозана и его производных для парентерального введения, а также для применения в совокупности с физиотерапевтическими методами, такими как ультрафиолетовое облучение крови (УФОК) [4].

Нами было изучено влияние хитозана и его производных на УФ-резистентность эритроцитов крови человека. В качестве объекта исследования выступали высокомолекулярный ($Mr = 350$ кДа) и среднемолекулярный ($Mr = 200$ кДа) хитозаны, синтезированные ЗАО «Биопрогресс», а также сукцинат хитозана и пищевой хитозан ($Mr < 100$ кДа). Суспензию эритроцитов подвергали воздействию исследуемых веществ в концентрации 0,1% совместно с УФ-облучением с длиной волны 254 нм в дозах 151, 453, 755, 1510, 3020, 4530 и 6040 Дж/м², после чего инкубировали в течение 20 минут при температуре 37 °C в суховоздушном термостате.

Степень гемолиза в суспензии эритроцитов без добавления хитозанов при дозах 3020, 4530 и 6040 Дж/м² составляла соответственно 8, 9 и 14%. Среднемолекулярный хитозан оказывал выраженное фотопротекторное воздействие, и гемолиз не наблюдался во всём диапазоне используемых нами доз облучения. Сукцинат хитозана также проявил небольшой фотопротекторный эффект при 4530 и 6040 Дж/м², снизив степень гемолиза эритроцитов до 6 и 7% соответственно. Пищевой и высокомолекулярный хитозаны фотопротекторных свойств по отношению к суспензии эритроцитов не показали.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания ВУЗам в сфере научной деятельности на 2023-2025 годы, проект № FZGU-2023-0009.

1. Строкова Н.Г., Подкорытова А.В. Современные способы переработки хитинсодержащего сырья // Труды ВНИРО. 2018. Т. 170. С. 124–152.

2. Тризна Е.Ю., Байдамшина Д.Р., Холявка М.Г., Шарафутдинов И.С., Хаирутдинова А.Р., Хафизова Ф.А., Закирова Е.Ю., Хафизов Р.Г., Богачев М.И., Каюмов А.Р. Растворимые и иммобилизован-

ные папаин и трипсин-деструкторы бактериальных биопленок. Гены и Клетки. 2015. Т. 10. № 3. С. 106–112.

3. Baidamshina D.R., Trizna E.Y., Kayumov A.R., Koroleva V.A., Olshannikova S.S., Artyukhov V.G., Holyavka M.G., Bogachev M.I. Biochemical properties and anti-biofilm activity of chitosan-immobilized papain. Marine Drugs. 2021. V. 19. № 4. P. 197.

4. Холявка М.Г., Наквасина М.А., Артюхов В.Г. Практикум по биотехнологии: иммобилизованные биологические объекты в системе лабораторных работ учебное пособие / Воронеж, 2017.

МИКРОБНЫЙ ДИСБАЛАНС ПРИ ДОБРОКАЧЕСТВЕННОЙ ГИПЕРПЛАЗИИ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Д.В. Богданова^a, Р.С. Тамбовцева^b, А.Г. Габдулхакова^{a,b}, Р.Р. Мифтахова^a, А.А. Ризванов^a

^a ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия

^b Казанская государственная медицинская академия – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО
Министерства здравоохранения РФ, Казань, Россия

dvbogdanova2002@gmail.com

Актуальность. Рак предстательной железы (РПЖ) является вторым по частоте диагностики онкологическим заболеванием у мужчин во всем мире [1]. Исследования показывают, что в 80% случаев развитие злокачественного процесса происходило на фоне длительно существовавшей доброкачественной гиперплазии предстательной железы (ДГПЖ) [2]. Поскольку в большинстве предраковых и раковых тканей выявлены признаки хронического воспаления, была выдвинута гипотеза о том, что возможной причиной заболеваний предстательной железы (ПЖ) является микробный дисбаланс.

Методы. В ходе работы было проведено метагеномное исследование для 6 пациентов с ДГПЖ и 4 условно-здоровых добровольцев. Материалом для исследования служили образцы секрета предстательной железы, полученные после ректального массажа ПЖ. Геномная ДНК из образцов была выделена по протоколу, приложенному к набору QIAamp DNA Mini Kit (Qiagen, Германия). С помощью полимеразной цепной реакции с праймерами вариабельных участков V3-V4 гена 16S рибосомной РНК происходила амплификация последовательностей ДНК в образце. Секвенирование ПЦР-продуктов было выполнено с использованием секвенатора NextSeq 500 (Illumina, США). Статистическую обработку полученных данных проводили методом однофакторного дисперсионного анализа (One Way ANOVA) в программе Sigma Plot 12.5.

Результаты. Анализ литературных данных выявил представителей микрофлоры секрета предстательной железы, ассоциированных с РПЖ – это бактерии родов *Anaerococcus*, *Fenollarria*, *Fusobacterium*, *Peptoniphilus*, *Porphyromonas* и *Varibaculum*. В образцах пациентов с ДГПЖ по сравнению с образцами здоровых доноров было выявлено статистически значимое повышение численности бактерий родов *Anaerococcus*, *Peptoniphilus* и *Varibaculum*, представители которых могут быть вовлечены в развитие мутаций в клетках предстательной железы и, в связи с этим, с быстрым прогрессированием РПЖ ($p \leq 0,05$). В группе пациентов с ДГПЖ также наблюдалась тенденция к увеличению количества бактерий родов *Fusobacterium* и *Porphyromonas*, метаболическая активность которых способствует развитию воспалительных процессов предстательной железы, что является предрасполагающим риском для развития РПЖ.

Выводы. Микробный дисбаланс в мужских половых путях может способствовать воспалению предстательной железы, повышая риск развития ДГПЖ и РПЖ. Идентифицированы представители 5 родов бактерий, связанных с прогрессированием РПЖ. Выявленные бактерии имеют прогностический потенциал для усовершенствования методики неинвазивной ранней диагностики РПЖ, а также могут способствовать разработке новых протоколов для лечения заболевания.

1. Rawla P. Epidemiology of prostate cancer //World journal of oncology. – 2019. – T. 10. – №. 2. – C. 63–89.
2. Hurst R. et al. Microbiomes of urine and the prostate are linked to human prostate cancer risk groups //European Urology Oncology. – 2022. – T. 5. – №. 4. – C. 412–419.

ВЛИЯНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА *BCL1* ГЕНА *NR3C1* НА РЕГУЛЯЦИЮ ПРОГРАММИРУЕМОЙ КЛЕТОЧНОЙ ГИБЕЛИ ЛИМФОЦИТОВ БОЛЬНЫХ ТЯЖЁЛОЙ ФОРМОЙ АТОПИЧЕСКОЙ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ

A.A. Богомазова^a, Ю.В. Скибо^a, З.И. Абрамова^a, И.Д. Решетникова^{a,b}

Казанский (Приволжский) федеральный университет^a, Казань, Россия

Казанский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии^b, Казань, Россия

arnbgmz@yandex.ru

Атопическая бронхиальная астма (АБА) является одним из наиболее распространенных хронических заболеваний по всему миру. У пациентов с астмой наблюдается бронхиальная гиперреактивность, а также повышенная активация иммунных клеток, в особенности Т-лимфоцитов, что приводит к хроническому воспалению. Известно, что лимфоциты больных астмой имеют нарушенный ответ на программируемую клеточную гибель (ПКГ) 1 и 2 типа – апоптоз и аутофагию, что играет важную роль в отягощении воспалительного процесса [1]. Основными препаратами для лечения атопической бронхиальной астмы являются синтетические глюкокортикоиды, которые активируют глюкокортикоидный рецептор, запускающий в клетке противовоспалительный ответ и, в частности, апоптоз. Однако у некоторых пациентов наблюдается устойчивость к терапии из-за различных факторов, включающих однонуклеотидные полиморфизмы гена глюкокортикоидного рецептора NR3C1, такие как GG-вариант полиморфизма BclII [2, 3]. Общие молекулярные пути активации глюкокортикоидного рецептора и ПКГ позволяют предположить значимость взаимосвязи этих процессов в развитии резистентности клеток к терапии. Целью исследования являлась оценка влияния G-аллели в однонуклеотидном полиморфизме BclII гена NR3C1 на экспрессию генов-регуляторов апоптоза (BCL2, CASP3) и аутофагии (LC3) в лимфоцитах больных тяжёлой формой атопической бронхиальной астмы. Материалом исследования служили образцы периферической крови 21 пациента в возрасте от 20 до 45 лет с установленным диагнозом атопической бронхиальной астмой тяжёлой степени. Фракцию лимфоцитов выделяли на градиенте плотности фиколла и культивировали с дексаметазоном в условиях истощения питательных веществ. Определение генотипа полиморфизма BclII гена NR3C1 производили методом полиморфизма длин рестрикционных фрагментов. Уровень экспрессии генов определяли методом ПЦР в реальном времени. По результатам исследования, в лимфоцитах пациентов с GG полиморфизмом под воздействием дексаметазона были выявлены антиапоптотические реакции, что может являться одним из механизмов развития резистентности к терапии глюкокортикоидами при астме. У больных с GC генотипом при длительном культивировании воздействие дексаметазона повышает экспрессию гена LC3, указывающую на более выраженную активацию аутофагии. Таким образом, данная работа демонстрирует различия в ответе лимфоцитов на терапию синтетическими глюкокортикоидами, а также раскрывает влияние G-аллели в генотипе BclII полиморфизма на нарушение регуляции программируемой клеточной гибели под воздействием дексаметазона.

1. Theofani E., Xanthou G. Autophagy: A Friend or Foe in Allergic Asthma? // Int J Mol Sci. 2021; Vol. 22, №12. P. 6314. doi:10.3390/ijms22126314
2. Panek M., Pietras T., Fabijan A., Miłanowski M., Wieteska L., Górski P., Kuna P., Szemraj J. Effect of glucocorticoid receptor gene polymorphisms on asthma phenotypes. Experimental and Therapeutic Medicine, 2013, Vol. 5, no. 2, pp. 572–580.
3. Pietras T., Panek M., Tworek D., Oszajca K., Wujcik R., Górski P., Kuna P., Szemraj J. The Bcl I single nucleotide polymorphism of the human glucocorticoid receptor gene h-GR/NR3C1 promoter in patients with bronchial asthma: pilot study.

ВЛИЯНИЕ ЦЕТИЛТРИМЕТИЛАММОНИЯ БРОМИДА НА СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ДНК И МИТОХОНДРИАЛЬНЫЙ МЕМБРАННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЛИМФОЦИТОВ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА

М.А. Борщевская, С.В. Руднева, М.А. Анучина, Е.В. Шилова, И.А. Колтаков, В.Г. Артюхов

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

mborsevskaa126@gmail.com

Одним из бурноразвиваемых направлений в таргетной доставке лекарственных препаратов является поиск новых средств и систем, применяемых для лечения онкозаболеваний. [1] Перспективным веществом в этом направлении является цетилtrimетиламмония бромид (ЦТАБ), он является потенциальным апоптогенным соединением. Данное соединение перспективно в качестве компонента комплексной терапии онкологических заболеваний с применением цитостатических препаратов. [2]

Целью данных исследований явилось изучение взаимодействия ЦТАБ с лимфоцитами крови человека. Лимфоциты выделяли на градиенте плотности фиколл-урографина ($\rho=1.077 \text{ г/см}^3$). Клетки инкубировали в растворах ЦТАБ с концентрациями 0.1; 50 и 100 мкмоль/л в течение 1 и 24 часов. Методом электрофореза в 1% агарозном геле было установлено, что в используемых диапазонах концентраций и условий инкубации не происходит фрагментации ДНК лимфоцитов крови человека. Однако, по литературным данным, в определенных концентрациях это вещество вызывает апоптоз по митохондриальному пути: действие ЦТАБ на клетки предположительно осуществляется путём взаимодействия с АТФ-синтазой, приводя к нарушению синтеза АТФ и деполяризации митохондриальной мембранны. [2] Методом спектрофотометрии с использованием красителя MitotrackerRed (LifeTechnologies) было установлено, что в выбранных нами диапазонах концентраций ЦТАБ не было зарегистрировано изменений мембранныго потенциала митохондрий при инкубации в течение 1 часа. При увеличении инкубации до 24 часов с растворами ЦТАБ в концентрациях 50 и 100 мкмоль/л наблюдалось возрастание флуоресценции красителя, следовательно, и мембранныго потенциала митохондрий. Таким образом, проведенные исследования открывают перспективы для использования молекул ЦТАБ в качестве апоптогенного агента.

1. Gharpure KM, Wu SY, Li C, Lopez-Berestein G, Sood AK. Nanotechnology: Future of Oncotherapy. Clin Cancer Res. 2015 Jul 15;21(14):3121-30. doi: 10.1158/1078-0432.CCR-14-1189. PMID: 26180057; PMCID: PMC4505622.

2. Ito Emma et al. «Potential use of cetrimonium bromide as an apoptosis-promoting anticancer agent for head and neck cancer.» Molecular pharmacology vol. 76,5 (2009): 969-83. doi:10.1124/mol.109.05527

ХАРАКТЕРИСТИКА КЛЕТОК АДЕНОКАРЦИНОМЫ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ БИОПСИЙНОГО МАТЕРИАЛА

**A.B. Городилова, Ч.Б. Харисова, Ю.П. Маясин, М.Н. Осинникова, К.В. Китаева, И.Ю. Филин,
В.В. Соловьева, А.А. Ризванов**

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
anagorodilova@yandex.ru*

На сегодняшний день для диагностики влияния препаратов, а также для изучения биологии рака используют различные модели опухолевых клеток. Существует значительное разнообразие иммортализованных клеточных линий, обладающих рядом недостатков, которые могут ставить под вопрос воспроизводимость результатов в клинических испытаниях. В связи с этим становится актуальным применение первичных опухолевых культур (пОК), которые способны более достоверно отобразить свойства опухоли *in vitro*. Таким образом, целью работы является выделение, характеристика, а также анализ некоторых биологических свойств клеток аденокарциномы молочной железы (АМЖ), выделенных из биопсийного материала пациентов.

Для создания пОК были получены 2 образца опухолей АМЖ от 2-х доноров. Выделение опухолевых клеток из биоптатов осуществляли при помощи набора Cancer Cell Isolation kit (Affymetrix, США). Выделение клеток происходило в соответствие с протоколом, рекомендованным производителем. Клетки ресуспенсировали в полной питательной среде ДМЕМ/F-12 (ПанЭко, Россия), содержащей 10% FBS (HyClone, США), 146 мг L-глутамина (ПанЭко, Россия), 5 мл антибиотика (пенициллин 5000 ед/мл, стрептомицин 5000 ед/мл) (ПанЭко, Россия) и рассеивали в культуральные фласки. В ходе дальнейшего эксперимента был произведен анализ пролиферативной активности клеток с помощью прибора xCELLigence RTCA DP (Agilent, США), а также иммуноцитохимический анализ экспрессии маркера пролиферации Ki67 методом конфокальной микроскопии.

Было получено 2 первичные клеточные линии АМЖ, клетки которых показали наибольшую пролиферативную активность, а также повышенную экспрессию Ki67 по сравнению с контрольными клетками. Полученные данные демонстрируют потенциал пОК в качестве наилучшей модели для исследования механизмов функционирования опухоли.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №22-24-20018.

ПОЛУЧЕНИЕ И IN VITRO ИССЛЕДОВАНИЕ БИОМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КАТИОНIZИРОВАННОГО ПРОИЗВОДНОГО ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ НЕРВОВ

К. Даиоб, С.М. Авдокушина, М.И. Камалов, Д.В. Салахиева, Т.И. Абдуллин, М. Зухайб

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Казань, Россия

kenanadayob@gmail.com

Травмы периферических нервов и спинного мозга являются серьезной медицинской проблемой из-за влияния на жизнь и физические возможности пациентов, а также сложности и стоимости лечения. Одной из наиболее перспективных стратегий в терапии этих травм является использование биоматериалов в качестве тканеподобных скаффолдов для поддержки роста клеток, восстановления структуры и активности поврежденных тканей¹.

Нами разработан пористый биодеградируемый криогель на основе предварительно синтезированного олиго(полиэтиленгликольфумарата) (OPF), сополимеризованного с (2-метакрилоилоксиэтил)trimетиламмоний хлоридом (METAC) и ПЭГ-диакрилатом. В работе исследовано влияние катионного мономера METAC на поведение нейрональных клеток в биоматериалах.

Биоматериалы, содержащие METAC, показали увеличение прикрепления клеток в 2,3 (клетки феохромоцитомы PC-12) и 1,7 (клетки нейробластомы SH-SY5Y) раз, а также увеличение пролиферации клеток PC-12 и SH-SY5Y в 4,1 и 2,2 раза, соответственно, по сравнению с контролем (без METAC). Кроме того, METAC способствовал более эффективной миграции клеток на глубину до $5,6 \pm 0,7$ мм.

Согласно полученным результатам, введение METAC в криогель необходимо не только для формирования улучшенной трехмерной структуры, но и для усиления адгезии, миграции и пролиферации клеток в биоматериале. Таким образом, криогель на основе OPF, содержащий в своем составе мономер METAC, можно считать перспективным скаффолдом для поддержки нейрональных клеток и роста поврежденных нервов.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности (проект FZSM-2022-0020).

¹ Hixon, K. R.; Lu, T.; Sell, S. A. A comprehensive review of cryogels and their roles in tissue engineering applications. *Acta Biomaterialia*. 2017, cc 29–41

AB INITIO МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕПТИДНЫХ ПОЛИМЕРОВ СО СПИРАЛЬНОЙ ТОПОЛОГИЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ ЛАЙН ГРУПП

A.B. Домнин^a, Я.В. Соловьев^b, Р.А. Эварестов^a

^a Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

^b Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук, Москва, Россия

a.domnin@spbu.ru

В отличие от пространственных групп, используемых при описании трехмерных кристаллов, лайн группы факторизованы по подгруппе обобщенных трансляций, генерируемой обобщенной трансляцией $Z = (C_Q | f)$. Эта операция, порождаемая винтовой осью порядка Q, заключается в повороте на угол вращения $\varphi = \frac{360^\circ}{Q}$ и сдвиге на f вдоль оси симметрии. Указанная методика применима и к расчету стереорегулярных полимеров, обладающих только спиральной симметрией, которые часто встречаются среди биологических систем. Сочетание методов DFT и теории лайн групп, позволяет изучать зависимость свойств структуры от угла скручивания φ , а полный учет симметрии значительно сокращает время вычисления.

В данной работе представлены результаты квантовохимические расчеты моделирования структуры и свойств спиралей полиаланина выполненных в приближении ЛКАО с использованием гибридных обменно-корреляционных функционалов посредством компьютерной программы CRYSTAL17. Впервые были получены торсионные кривые зависимости относительной энергии и ширины запрещенной зоны (Рис. 1). Анализ топологических свойств электронной плотности различных структур с помощью программы TOPOND позволил изучить влияние угла скручивания на свойства водородных связей.

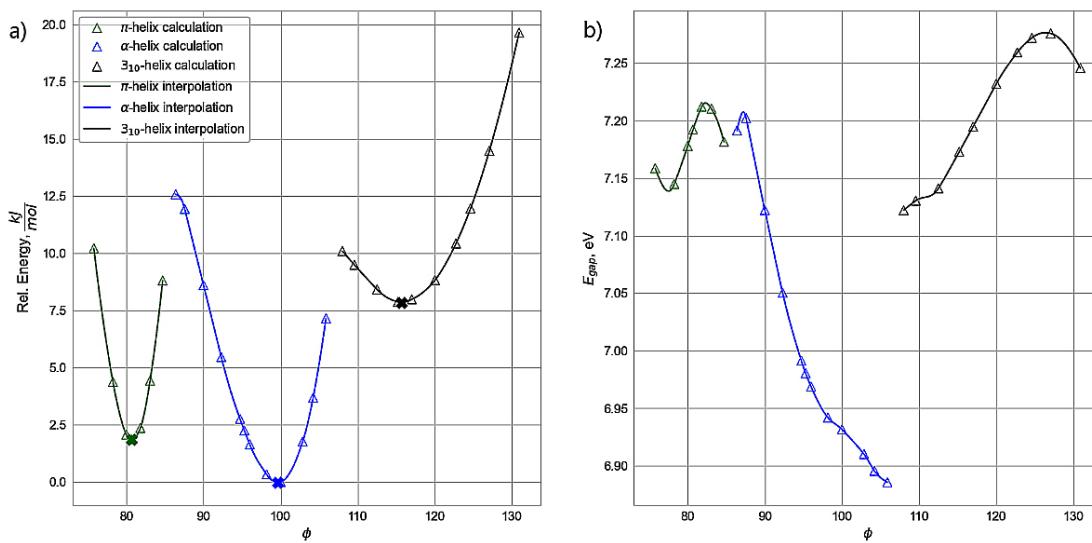


Рис. 1. Торсионные кривые: а) относительной энергии; б) ширины запрещенной зоны

ОПТИМИЗАЦИЯ *IN VIVO* МОДЕЛИ ПОВРЕЖДЕНИЯ КОЖИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Д.С. Ефлова, Р.А. Ишкаева, А.А. Ергешов

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
daraeflova9387@gmail.com

Актуальной медицинской проблемой является повреждение кожи под действием ультрафиолетового излучения (УФ), которое вовлечено в процессы преждевременного старения и развития различных заболеваний кожи, в том числе, опухолевых. Создание эффективных лекарственных средств для профилактики и терапии этих заболеваний требует применения информативных моделей, имитирующих повреждение тканей кожи УФ излучением.

В работе оптимизирована модель УФ ожога у мышей BALB/c при контролируемом облучении депилированного участка кожи. По данным лазерной допплеровской флуориметрии облучение сопровождалось преимущественно снижением микроциркуляции кожи при незначительной флюктуации оксигенации. Проведен гистологический анализ обработанной кожи в динамике. Оценка морфологии и клеточного состава кожи выявила повреждающее действие УФ облучения на все слои кожного покрова. В частности, наблюдалась частичная дезинтеграция эпидермиса с появлением участков, полностью лишенных эпидермальных клеток. Слой дермы также характеризовался значительными повреждениями, появлением пустот и сопутствующей реорганизации, характерной для начальных фаз регенеративного процесса.

Также наблюдалось утончение подкожной жировой клетчатки, предположительно, вследствие ее частичной резорбции после травмы. Полученные результаты будут использованы для изучения механизмов действия кандидатов в лекарственные средства при системном и местном применении.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности (проект FZSM-2022-0020).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ И ПРИЕМА ЕНДРАССИКА НА АМПЛИТУДУ Н-ОТВЕТА КАМБАЛОВИДНОЙ МЫШЦЫ У ЗДОРОВЫХ УЧАСТНИКОВ

А.Ф. Желтухина^a, М.Э. Балтин^{a,b}, И.Э. Шафигуллина^a, М.И. Никулина^a, А.А. Шульман^a

^a Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

^b Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Казань, Россия

angelina7385@yandex.ru

Для облегчения сухожильных рефлексов в клинической практике используется прием Ендрассика. Прием Ендрассика объясняется тем, что активность нейронов шейного утолщения, которая возникает при попытке испытуемых разомкнуть руки изо всех сил, передается к альфа-мотонейронам спинного мозга и вызывает возбуждение тех мотонейронов, которые в отсутствии приема Ендрассика находятся обычно в состоянии подпорогового возбуждения

У 16 здоровых людей в возрасте от 20 до 30 лет регистрировали Н-ответ камбаловидной мышцы при выполнении приема Ендрассика и просмотре видео в шлеме виртуальной реальности с различным сюжетом. Для записи электромиографической активности мышц использовали электронейромиограф «Нейро-МВП-8».

При анализе изменения амплитуды Н-рефлекса камбаловидной мышцы при выполнении приема Ендрассика было выявлено, что у 70% участников наблюдалось схожее с приемом Ендрассика облегчающее воздействие виртуальной среды на возбудимость нейронов спинного мозга. В особенности при просмотре видео с американскими горками. У 30% участников при просмотре виртуальной реальности преобладали тормозные процессы, то есть происходило снижение амплитуды Н-рефлекса. При просмотре видеоряда в шлеме виртуальной реальности происходила активация мышц не только голеностопного сустава, но и бедра, что говорит об усилении сегментной активности нейронов спинного мозга. Таким образом можно предположить, что просмотр видеоряда в шлеме виртуальной реальности уменьшает пороги α-мотонейронов и изменяет их фоновую активность, усиливая внутриспинальную активность нейронов.

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ, УЧАСТВУЮЩИХ В СИНТЕЗЕ ВНЕКЛЕТОЧНОГО МАТРИКСА МОНО– И ПОЛИМИКРОБНЫХ БИОПЛЕНОК

Н.Д. Закарова, А.В. Миронова, Е.Ю. Тризна, А.Р. Каюмов

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

nargizazakarova@gmail.com

В настоящее время известно, что многие инфекционные заболевания ассоциированы с многовидовыми биопленками, для которых характерна повышенная устойчивость к антибактериальным препаратам, что может быть обусловлено измененным метаболизмом клеток в составе смешанного сообщества, а также структурой внеклеточного матрикса. Поэтому исследование многовидовых сообществ бактерий является необходимостью для разработки эффективной терапии против инфекционных заболеваний.

Целью данной работы явилась сравнительная характеристика структуры и биохимического состава матрикса моно– и полимикробных биопленок *Staphylococcus aureus* и *Klebsiella pneumoniae*.

Общая биомасса двувидовых биопленок *S. aureus*–*K. pneumoniae* сопоставима с биопленкой *K. pneumoniae*, однако масса внеклеточного матрикса в полимикробном сообществе значительно увеличивается, а количество белков и полисахаридов имело средние значения. При этом полисахарины и белки в составе смешанной биопленки располагаются в виде отдельных скоплений, в то время как в моновидовых биопленках компоненты распределены равномерно по всему матриксу.

Оценка экспрессии генов, связанных с синтезом полисахаридных компонентов матрикса биопленок, показала значительное снижение экспрессии гена *icaA* *S. aureus* в смешанной биопленке, в то время, как экспрессия гена *pgaA* *K. pneumoniae* достоверно не отличалась в моно- и полимикробном сообществе. Следовательно, синтез полисахаридов в смешанной биопленке обеспечивается за счет клеток *K. pneumoniae*.

Таким образом, бактерии способны продуцировать одинаковое количество внеклеточного матрикса в моно– и полимикробных биопленках, при этом возможны изменения количества отдельных компонентов, что приводит к структурной реорганизации матрикса и образовании пористой архитектуры биопленки.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №20-64-47014).

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕКТОРНОГО ИММУНИТЕТА У СВИНЕЙ ПОСЛЕ СЕРИЙНОЙ ИММУНИЗАЦИИ АДЕНОАССОЦИРОВАННЫМИ ВИРУСАМИ 9 И 10 СЕРОТИПОВ

А. Ибрахим, А.А. Шаймарданова, А.И. Муллагурова, В.В. Соловьевева, Я.О. Мухамедишина, А.А. Ризванов

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

ahmadibrahim4949@mail.ru

Более 90% редких заболеваний по-прежнему не имеют эффективных методов лечения. Однако методы генной терапии на основе аденоассоциированных вирусов (AAB) могут стать возможным решением. AAB используются для лечения ряда редких генетических заболеваний, но достижение долгосрочного терапевтического эффекта затруднено: иммунная система пациента может вырабатывать нейтрализующие антитела, которые снижают эффективность последующей вирусной трансдукции, тем самым сводя результат на нет. Поэтому цель настоящей работы – анализ формирования иммунного ответа у крупных лабораторных животных при использовании AAV 9 или 10 серотипов в качестве вирусного вектора для лечения метахроматической лейкодистрофии, а также оценка их функциональной активности и биобезопасности при ранней иммунизации AAV9.

Были разработаны AAV9 и AAVrh.10, кодирующие ген *ARSA*, а также AAV 9, кодирующий ген *katushka2s*. Свиньям в возрасте 4 месяцев внутривенно вводили AAV9-katushka2s. Через 3 месяца животных разделили на 4 группы. Первой группе интракальмально вводили AAV9-*ARSA*, второй – AAVrh10-*ARSA*. Третьей группе внутривенно вводили AAV9-*ARSA*, четвертой – AAVrh.10-*ARSA*. Через месяц была проанализирована эффективность трансдукции с использованием иммуногистохимии (ИГХ), полимеразной цепной реакции (ПЦР) и анализа активности ARSA, а также был проанализирован векторный иммунитет с использованием иммуноферментного анализа (ИФА), элиспот (ELISPOT) и цитокинового профиля сыворотки и спинномозговой жидкости (СМЖ) лабораторных животных.

ИГХ показал, что AAVrh.10-*ARSA* лучше трансдуцирует нейроны спинного мозга, а AAV9-*ARSA* лучше трансдуцирует нейроны мозжечка и серого вещества спинного мозга. Количественная ПЦР показала, что в мозжечке и в спинном мозге у свиней первой группы сверхэкспрессия кодон-оптимизированного гена *ARSA* выше, чем у свиней второй группы. В ганглиях задних корешков спинного мозга у свиней второй группы сверхэкспрессия этого гена выше, чем у свиней первой группы. Исследование показало, что ферментативная активность ARSA в гомогенатах органов ЦНС увеличивается по сравнению с контрольной группой. Результаты ИФА и элиспот показали, что при интракальмальном введении уровень нейтрализующих антител и Т-клеточного иммунного ответа значительно ниже по сравнению с внутривенным введением AAB. Цитокиновый профиль показал, что у свиней третьей группы повышается уровень IL-8 и IL-1ra.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности. ПРОЕКТ №FZSM-2023-0011.

СИНТЕЗ НОВЫХ ДИЗАМЕЩЕННЫХ АЗОКАЛИКС[4]АРЕНОВ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ГИПОКСИИ

E.A. Игнатьева^a, Ф.Б. Габдрахманова^b, С.Р. Клешнина^b, Д.А. Миронова^a, В.А. Бурилов^a, С.Е. Соловьева^{a,b}, И.С. Антипин^{a,b}

^aКазанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

^bИнститут органической и физической химии им. А.Е. Арбузова
ФИЦ Казанский научный центр РАН, Казань, Россия.

chedterki@gmail.com

В последнее время все более актуальным становится получение новых нетоксичных систем, которые можно применять в качестве маркеров протекания различных процессов, например, гипоксии. Гипоксия – состояние в организме, при котором в ткани и органы не поступает достаточное количество кислорода для поддержания их нормальной жизнедеятельности. Помимо этого, гипоксия возникает в опухолевых областях и является показателем агрессивности опухоли. Так, на сегодняшний день одним из перспективных подходов к вопросу визуализации этого процесса является создание супрамолекулярных комплексов, состоящих из азо-производных каликс[4]аренов в качестве платформы и родаминовых красителей[1,2]. Таким образом, цель данной работы – синтез дизамещенных азопроизводных каликс[4]арена **1,2** в конформации конус для дальнейшего комплексообразования их с родаминовыми красителями (схема 1).

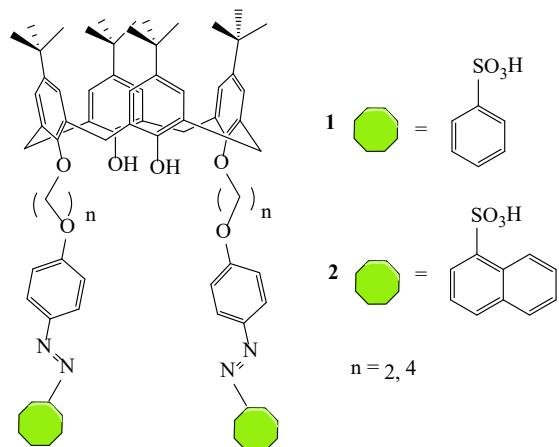


Схема 1

В ходе данной работы были получены соединения **1,2**, структура которых была установлена комплексом физико-химических методов анализа: ¹Н ЯМР-спектроскопия в растворе, ИК-спектрометрия в твердой фазе, MALDI TOF масс-спектрометрия.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ №22-73-00138.

1. Mironova D., Burilov V., Galieva F., Khalifa M.A.M., Kleshnina S., Gazalieva A., Nugmanov R., Solovieva S., Antipin I. *Molecules*, **2021**, *26*, 5451.
2. Galieva F., Khalifa M., Akhmetzyanova Z., Mironova D., Burilov V., Solovieva S., Antipin I. *Molecules*, **2023**, *28*(2), 466.

ВКЛАД ЭФФЕКТА ПАРСЕЛЛА В ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЮ НАНОЧАСТИЦ $\text{Ce}_{0.5}\text{Y}_{0.35}\text{Tb}_{0.15}\text{F}_3$ В УСЛОВИЯХ ПЛАЗМОННОГО УСИЛЕНИЯ

Э.А. Избасарова¹, А.Р. Газизов^{1,2}

¹*Институт физики КФУ, Казань, Россия*

²*Институт прикладных исследований АН Республики Татарстан, Казань, Россия*

Izbasarova.E.A@mail.ru

За последние несколько лет наночастицы с повышающим преобразованием, легированные лантаноидами (UCNP), стали многообещающими материалами благодаря их способности проявлять повышающее преобразование фотонов [1]. Кроме того, отсутствие фотообесцвечивания и мигания придают этим наночастицам особые свойства, которые делают их идеальными кандидатами для создания сенсоров и биологических анализаторов [2]. Плазмон-поляритоны являются одними из наиболее многообещающих кандидатов для оптических датчиков следующего поколения благодаря их способности поддерживать чрезвычайно ограниченные электромагнитные поля и обеспечивать сильную связь света и вещества. То есть металлические наноструктуры, поддерживающие плазмонный резонанс и размещенные в непосредственной близости от UCNP, являются отличным инструментом для настройки люминесценции повышающего преобразования путем усиления или гашения интенсивности люминесценции [3]. В процессе взаимодействия плазмонных наночастиц с люминофором возникают два конкурирующих эффекта: Фёрстеровское ближнеполевое взаимодействие и Парселловское усиление излучения в дальней зоне. При этом для усиления люминесценции важно избежать чрезмерного потребления энергии металлическими наночастицами, т.е. преобладания эффекта Фёрстера.

Данная работа посвящена теоретическому исследованию влияния эффекта Парселла на люминесценцию наночастиц $\text{Ce}_{0.5}\text{Y}_{0.35}\text{Tb}_{0.15}\text{F}_3$ в условиях плазмонного усиления. На ослабление или усиление люминесценции влияют два ключевых фактора: расстояние между наночастицами и их конфигурация. В качестве регулятора расстояния между наночастицами выступает слой ликера, которым покрыты люминесцентные частицы. Мы обнаружили, что сильное гашение люминесценции за счет резонансной передачи энергии предпочтительно достигается для малых расстояний между золотой наночастицей и люминофором. Дальнейшее увеличение расстояния между наночастицами сопровождается уменьшением гашения люминесценции, достигая максимума усиления при оптимальном слое линкера. Увеличение количества золотых наночастиц приводит к увеличению эффекта Парселя, но его более быстрому спаду с расстоянием.

Данная работа финансировалась за счет субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету по государственному заданию в сфере научной деятельности (ФЗСМ-2022-0021).

1. Qin X., Xu J., Wu Y., Liu X. Energy-transfer editing in lanthanide-activated upconversion nanocrystals: a toolbox for emerging applications. – 2019. – V.5. – P. 29–42.

2. Mendez-Gonzalez D., Lopez-Cabarcos E., Rubio-Retama J., Laurenti, M. Sensors and bioassays powered by upconverting materials. – 2017. – V.249. – P.66–87.
3. Wu D.M. et al. Plasmon-enhanced upconversion. – 2014. – V.5. – №22. – P. 4020–4031.

ЦИТОТОКСИЧЕСКИЕ И АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ГЛУТАТИОНОВЫХ СОЛЕЙ ДИТИОФОСФОРНЫХ КИСЛОТ

P.A. Ишкаева, Е.В. Кузнецова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

r.a.ishkaeva@gmail.com

Модификация природных биологически активных пептидов фосфороганическими соединениями, обладающих различными физико-химическими и биохимическими свойствами, является перспективным фармацевтическим подходом для улучшения стабильности и биодоступности пептидных препаратов. В работе исследованы ранее синтезированные производные восстановленного и окисленного трипептида глутатиона (GSH/GSSG) – преобладающего внутриклеточного антиоксиданта, а именно, глутатионовых солей О,О-диорганилдитиофосфорных кислот (DTP), содержащих О-алкильные и О-монотерпенильные заместители.

По данным МТТ-теста соли глутатиона с DTP обладают заметной цитотоксической активностью в отношении опухолевых клеток линий PC-3, MCF-7, а также MCF-7 с лекарственной устойчивостью. Соответствующие значения IC₅₀ составили от 1 до 508 мкМ и, в целом, они были существенно ниже, чем для фибробластов кожи человека (IC₅₀ 23–793 мкМ). Исходный GSH вызывал повышение пролиферации опухолевых клеток, однако, подобная стимулирующая активность отсутствовала у солей GSH/GSSG DTP в нетоксичных концентрациях, что указывает на возможность селективного ингибирования опухолевых клеток синтезированными соединениями.

Также было установлено, что исследуемые соединения обладают ингибирующей активностью в отношении грамположительных бактерий (значения МИК ≥ 1 мкМ). Полученные результаты позволяют рассматривать глутатионовые соли DTP в качестве перспективных агентов, направленных против патогенных клеток.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №23-75-01143, <https://rscf.ru/project/23-75-01143/>.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АНТИКОАГУЛЯНТОВ У ПАЦИЕНТОВ С ТЕРМИЧЕСКОЙ ТРАВМОЙ

Э.Р. Кадысева,^{1,2} В.Н. Хазиахметова²

¹-ГАУЗ «Республиканская клиническая больница МЗ РТ», Казань, Россия

²-Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

Elvina_Ganeeva@mail.ru

С целью предотвращения гиперкоагуляции у пациентов с тяжелой термической травмой применяют антикоагулянты[1-3]. Всего было экспериментировано 100 МКСБ ожогового отделения, из них: в 1 гр.-50 пациентов (мужчин-64% и женщин-36%), во 2 гр.-50 пациентов (мужчин-68% и женщин-32%). Средний возраст в 1 гр. - $53,14\pm18,16$ и 2 гр. - $49,22\pm18,55$. Достоверной разницы по показателям коагулограммы, общего анализа крови, общего белка, печеночных проб, креатинина, по числу лекарственных средств на одного больного и койко-дням не обнаружено. Также, был проведен подсчет стоимости лечения антикоагулянтами на каждого пациента по отдельности. Стоимость лечения пероральными антикоагулянтами в 1 гр.– $1238,98\pm1575,38$ рублей, антикоагулянтами прямого действия во 2гр.- $1844,17\pm855,80$, разница была достоверной. Таким образом, при одинаковой эффективности и безопасности, подтвержденная клинико-лабораторными данными, стоимость лечения пероральными антикоагулянтами достоверно меньше в 1,5 раза.

1. Jeschke M.G., Kamolz L.-P., Shahrokhi S., eds. Burn Care and Treatment: A Practical Guide. Wien: Springer-Verlag, 2013. – 188 p.

2. Chest, 2001, 119(1 Suppl), 132S-175S | added to CENTRAL: 31 March 2019 Issue 3 https://doi.org/10.1378/chest.119.1_suppl.132s

3. Российские клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике венозных тромбоэмбологических осложнений (ВТЭО)//Флебология. – 2015 – Т. 9 Выпуск 2 N 4.

ВЛИЯНИЕ ГЕНА *RPP2C* НА ДЛИНУ ТЕЛОМЕР РАСТЕНИЙ *ARABIDOPSIS THALIANA*

Е.В. Калмыкова^a, И.А. Агабекян^a, А.Ю. Люшиненко^a, Л.Р. Валеева^{a,b},
Л.Р. Абдулкина^a, Е.В. Шакиров^{a,b}

^a Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

^b Университет Маршалл, Хантингтон, США

ekaterinakalmykova27709@mail.ru

Теломеры – это нуклеопротеиновые структуры эукариот, расположенные на концах хромосомной ДНК. Теломеры выполняют функции защиты хромосом от распознавания в качестве двунитевых разрывов, от экзонуклеотической деградации, а также участвуют в предотвращении слипания концов хромосом [1]. Для каждого биологического вида длина теломерной ДНК специфична. Интерес к биологии теломер вытекает главным образом из взаимосвязи между функциями теломер, механизмами старения организма и генезисом тяжелых заболеваний человека. Однако в последнее время появились данные о том, что длина теломер растений также коррелирует с некоторыми физиологическими параметрами, такими как время цветения, а также правильное развитие апикальных органов растений [2]. Наиболее интересным и менее изученным остается вопрос о том, какие именно гены отвечают за установление правильной видоспецифичной длины теломер.

Для ответа на этот вопрос мы использовали модельное растение *Arabidopsis thaliana*. В частности, недавние исследования обнаруживают связь между биологией рибосом и биологией теломер [3], в связи с этим, целью данной работы являлось изучение влияния рибосомного гена *RPP2C* на регуляцию длины теломер растения *A. thaliana*. Анализ длины теломер, проведенный на гомозиготных мутантах по Т-ДНК вставке в гене *RPP2C*, показал, что длина теломер мутантов в трех последовательных поколениях была стабильно длиннее, чем у дикого типа. Таким образом, ген *RPP2C* участвует в биологии теломер, причем продукт исследуемого гена является отрицательным регулятором длины теломер.

Исследование выполнено в рамках программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета (ПРИОРИТЕТ-2030) за счет гранта Российской научного фонда (проект №21-14-00147).

1. Lee J, Pellegrini MV. Biochemistry, Telomere And Telomerase. 2022 Dec 11. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan.
2. Eugene V. Shakirov, 1 Julian J.-L. Chen 2 and Dorothy E. Shippen Plant telomere biology: The green solution to the end-replication problem. 2022 : 34: 2492–2504.
3. Valeeva LR, Abdulkina LR, Agabekian IA, Shakirov EV. Telomere biology and ribosome biogenesis: structural and functional interconnections. Biochem Cell Biol. 2023 Oct 1;101(5):394-409. doi: 10.1139/bcb-2022-0383.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ДИСУЛЬФИДНЫХ СВЯЗЕЙ, ПОДДЕРЖИВАЮЩИХ КОНФОРМАЦИЮ БОЛЬШОГО ВНЕКЛЕТОЧНОГО ДОМЕНА НАТРИЙ-ЗАВИСИМОГО ФОСФАТНОГО ТРАНСПОРТЕРА NaPi2B

A.В. Килунов, Д.Д. Решетникова, Л.Ф. Булатова, М.В. Богданов, Р.Г. Киямова

НИЛ «Биомаркер», Институт фундаментальной медицины и биологии КФУ, Казань, Россия

kilunov73@gmail.com

Актуальность. Поиск новых мишней для противоопухолевой таргетной терапии является ключевой задачей современной онкологии. Одной из таких мишней является мембранный гликопротеин натрий-зависимый фосфатный транспортер NaPi2b, экспрессирующийся в ряде опухолей, включая рак яичника и легкого [1]. На данный момент разработаны противоопухолевые препараты на основе моноклональных антител, направленных против эпигенотипа MX35 [2], расположенного в районе большого внеклеточного домена (ВКД) NaPi2b. Установлено, что посттрансляционные модификации ВКД, такие как дисульфидные связи и гликозилирование, влияют на распознавание эпигенотипа MX35 моноклональными антителами [3]. Целью работы является определение количества дисульфидных связей, поддерживающих конформацию большого внеклеточного домена транспортера NaPi2b, которая необходима для распознавания моноклональными антителами.

Материалы и методы. Для восстановления дисульфидных связей интактные клетки линии рака яичника OVCAR-4, экспрессирующие NaPi2b, обрабатывали агентом ТСЕР (три(2-карбоксиэтил)fosfina гидрохлорид). Клетки обработанные и необработанные ТСЕР инкубировали с раствором mPEG-Mal-5000 (метоксиполиэтиленгликоль малеимид), который ковалентно модифицирует тиоловые группы, придавая каждой из них дополнительный вес равный 5 кДа. Количество модифицированных тиоловых групп цистеинов в составе ВКД NaPi2b определяли в Вестерн-блот анализе по смещению специфической полосы, соответствующей транспортеру NaPi2b, модифицированного mPEG-Mal-5000 относительно не модифицированного NaPi2b.

Результаты. Предварительная обработка клеток OVCAR-4 восстанавливающим агентом ТСЕР и дальнейшая модификация mPEG-Mal-5000 приводят к изменению электрофоретической подвижности транспортера NaPi2b, и увеличению его молекулярной массы примерно на 20 кДа по сравнению с клетками без обработки ТСЕР. Полученные данные указывают на модификацию mPEG-Mal-5000 четырех остатков цистеина только после восстановления дисульфидных связей и, соответственно, говорит о наличии двух дисульфидных связей в пределах ВКД транспортера NaPi2b, образованных четырьмя остатками цистеина.

Работа выполнена при поддержке Программы стратегического академического лидерства Казанского федерального университета (ПРИОРИТЕТ-2030).

1. Gryshkova, V. The study of phosphate transporter NAPI2B expression in different histological types of epithelial ovarian cancer [Text] / V. Gryshkova, I. Goncharuk, V. Gurtovyy, Y. Khozhayenko, S. Nespryadko, L., Vorobjova, R. Kiyamova, // Experimental oncology. – 2009. – T.31. – C.37.
2. Kiyamova, R. G., Gryshkova, V. S., Usenko, V. S., Khozaenko, Y. S., Gurtovyy, V. A., Yin, B., et al. (2008a). Identification of Phosphate Transporter NaPi2b as MX35 Cancer Antigen by Modified SEREX Approach. Biopolym. Cell. – T.24. – C. 218–224.
3. Bulatova L. et al. Toward a Topology-Based Therapeutic Design of Membrane Proteins: Validation of NaPi2b Topology in Live Ovarian Cancer Cells //Frontiers in Molecular Biosciences. – 2022. – T. 9. – C. 895911.

ДЕНДРИТНЫЕ КЛЕТКИ, НАГРУЖЕННЫЕ МЕМБРАННЫМИ ВЕЗИКУЛАМИ ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТОК, СТИМУЛИРУЮТ ЭКСПАНСИЮ Т-КИЛЛЕРОВ

**К.В. Китаева, И.Ю. Филин, К.Б. Харисова, А.В. Городилова, Ю.П. Маясин, Д.С. Чулпанова,
В.В. Соловьева, А.А. Ризванов**

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
olleth@mail.ru

Терапевтические вакцины на основе дендритных клеток (ДК), нагруженных везикулами мембран опухолевых клеток, являются одним из перспективных подходов для адьювантной терапии онкологических заболеваний. Цель исследования – анализ активации эфекторных Т-лимфоцитов моноцитарными дендритными клетками (моДК), нагруженными мембранными везикулами опухолевых клеток на разных этапах культивирования в течение 7 дней. Мембранные везикулы использовались в качестве опухолеспецифических антигенов (ОСА) для презентации ДК благодаря наличию на их поверхности мембран различных ОСА родительских клеток. Свежевыделенные мононуклеарные клетки периферической крови (МКПК) культивировали в течение 9 дней с коктейлем цитокинов для получения моДК. В качестве ОСА использовали мембранные везикулы, индуцированные цитохалазином В (иМВ), выделенные из клеток рака молочной железы MDA-MB-231 (иМВ-MDA-MB-231) и клеток глиобластомы SNB-19 (иМВ-SNB-19). Активацию Т-лимфоцитов оценивали методом проточной цитометрии путем окрашивания коньюгиованными антителами. Количество активированных Т-киллеров увеличилось на 5,25% после применения моДК+иМВ-MDA-MB-231, на 4% после применения моДК+иМВ-SNB-19 на 3-й день, и на 14,6% после применения моДК+иМВ-MDA-MB-231, на 17,45% после применения моДК+иМВ-SNB-19 на 7-й день по сравнению с контрольной группой. Кроме того, количество активированных Т-хелперных клеток 1-го типа увеличилось на 12,85% после моДК+иМВ-MDA-MB-231, на 15,95% после моДК+иМВ-SNB-19 на 7-е сутки. Однако в исследовании также отмечено увеличение доли активированных Т-регуляторных клеток в экспериментальных образцах МКПК+моДК+иМВ-MDA-MB-231 и моДК+иМВ-SNB-19 на 7-е сутки. Таким образом показано, что использование мембранных везикул в качестве опухолеспецифических антигенов для презентации дендритным клеткам может приводить к активации эфекторных Т-лимфоцитов, в частности Т-киллеров и Т-хелперных клеток 1-го типа. Однако необходимы дальнейшие исследования для изучения возможных путей иммуномодулирующей активности и потенциальной роли активированных Т-регуляторных клеток в этом процессе.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №22-24-20018.

ОЦЕНКА МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ ГЕТЕРОГЕННОСТИ ОПУХОЛЕЙ КОЛОРЕКТАЛЬНОГО РАКА ПАЦИЕНТОВ EX VIVO МЕТОДОМ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ ВРЕМЯ-РАЗРЕШЕННОЙ МИКРОСКОПИИ FLIM

**А.Д. Комарова^{1,2}, С.Д. Синюшкина¹, И.Д. Щечкин^{1,2}, И.Н. Дружкова¹, Е.А. Ширшин³,
Е.Э. Никонова³, В.И. Щеславский¹, М.В. Ширманова¹**

¹Приволжский исследовательский медицинский университет, Нижний Новгород, Россия

²ННГУ им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия

³ МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

komarova.anastasii@gmail.com

Актуальной проблемой в онкологии является опухолевая гетерогенность, которая является негативным прогностическим фактором, усложняет диагностику и терапию злокачественных новообразований. В качестве перспективной технологии оценки метаболической гетерогенности рассматривается метод флуоресцентного время-разрешенного имиджинга FLIM (Fluorescence Lifetime Imaging Microscopy).

Цель работы. Визуализация и количественная оценка метаболической гетерогенности колоректального рака методом FLIM по автофлуоресценции кофактора НАД(Ф)Н.

Материалы и методы. Исследование проводили на образцах ex vivo колоректального рака пациентов ($n=21$, аденокарцинома). Анализ автофлуоресценции метаболического кофактора НАД(Ф)Н проводили методом FLIM на лазерном сканирующем микроскопе LSM 880 ($\lambda_{ex}=750$ нм, $\lambda_{em}=450-490$ нм). Параметры затухания флуоресценции оценивали в программе SPCIImage 8.5. Для оценки гетерогенности на клеточном уровне использован новый количественный критерий – индекс бимодальности BIa₁.

Результаты. Методом FLIM проведено исследование метаболического статуса 21 образца опухолей ex vivo. Вклад свободной формы кофактора НАД(Ф)Н (a_1) составил 60-80%, среднее время жизни флуоресценции (τ_m) – 0.9-1.3 нс, что свидетельствует о высокой межопухолевой гетерогенности. Для 9 из 21 ex vivo образцов была выявлена высокая метаболическая гетерогенность ($BIa_1 \geq 1.1$), в 11 образцах BI-a₁ составил 0.59–0.1, что свидетельствует о наличии гетерогенности без разделения на субпопуляции клеток, 1 образец – метаболически гомогенный ($BIa_1 = 0.24$). Установлено, что высокие значения BIa₁ наблюдались в опухолях поздних стадий (T3 и T4) и, если присутствовали метастазы.

Выводы. Методом FLIM с применением нового количественного критерия оценки гетерогенности опухолей продемонстрирована связь между внутриопухолевой метаболической гетерогенностью и клиническими параметрами в опухолях пациентов ex vivo.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ, проект №23-15-00294.

ЭКСПРЕССИЯ PR ГЕНОВ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ИНФИЦИРОВАНИИ ЕГО МИКРОМИЦЕТАМИ РОДА *FUSARIUM*

З.С. Костенникова, А.М. Марданова

Институт фундаментальной медицины и биологии КФУ, Казань, Россия

tosheva_zarina@mail.ru

Фузариоз представляет серьезную угрозу для картофеля, снижая урожайность и качество клубней. Актуален поиск генетических детерминант устойчивости картофеля к данному заболеванию. Целью работы явился анализ экспрессии PR-генов картофеля при инфицировании его микромицетами рода *Fusarium*.

Материалы и методы. Объектом исследования были черенки картофеля, инфицированные штаммами *Fusarium sp.* с разной вирулентностью. Выделение суммарной РНК проводили методом экстракции с использованием реагента ExtractRNA с последующей очисткой экстрактов органическими растворителями и обработкой ДНКазой. РНК использовали для анализа методом РТ-ПЦР экспрессии генов: β -1,3-глюканазы, хитиназы IV, пероксидазы, этилен-чувствительного фактора (ERF94), анионной пероксидазы, ассоциированной с суберизацией (SAAP1) и фактора PR10.

Результаты. Уровень экспрессии генов в проростках инфицированного картофеля зависел о степени вирулентности микромицетов. Установили, что высоковирулентный штамм *F. oxysporum* sVnO104 вызывает самое значительное повышение уровня экспрессии генов β -1,3-глюканазы, ERF94 и PR10. При этом уровень экспрессии гена ERF94 был ниже по сравнению с другими исследуемыми генами ответа. Во всех случаях также наблюдали повышение экспрессии гена GEBGA, но в разной степени.

Таким образом, показана дифференциальная экспрессия PR генов картофеля при инфицировании проростков различными изолятами *Fusarium*. Выявлено, что экспрессия генов β -1,3-глюканазы в наибольшей степени индуцируется вирулентными штаммами, что указывает на участие этого гена в иммунном ответе картофеля на фузариозную инфекцию.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ 22-16-00138 и Программы стратегического академического лидерства Казанского федерального университета (ПРИОРИТЕТ-2030).

ИССЛЕДОВАНИЕ ТАКТИЛЬНОЙ И ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ НА НИТРОГЛИЦЕРИНОВОЙ МОДЕЛИ МИГРЕНИ У КРЫС С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ДОФАМИНА

А.А. Кочнева¹, С.П. Коновалова¹, П.Е. Мусиенко^{1,2,3}, Е.В. Герасимова¹

¹Научно-технологический университет «Сириус», п.г.т. Сириус, Россия

²Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия

³Институт трансляционной биомедицины СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия

kochneva_aa@talantiuspeh.ru

Мигрень признана одним из самых распространенных неврологических заболеваний человека, характеризующаяся приступами головной боли, продолжительностью от нескольких часов до 3 дней. Не исключая роль серотонинergicкой системы на развитие заболевания, было показано, что некоторые симптомы мигрени могут быть связаны с дисфункцией системы дофамина. Для изучения роли дофамина было выбрано 2 группы животных: дикий тип (WT, n=9) и гетерозиготы по нокауту транспортера дофамина (DAT-НЕТ, n=10). Для моделирования хронической мигрени крысам внутрибрюшинно вводили нитроглицерин (НТГ) 10 мг/кг раз в 2 дня, до 5 уколов. Через 10, 70 и 130 минут после 1, 3 и 5 укола НТГ оценивали пороги тактильной чувствительности (ТЧ) плантарной зоны задних лап с использованием нитей Фон Фрея. Фоновые значения ТЧ (до НТГ) статистически не отличаются у групп WT (0.05 ± 0.001 г) и DAT-НЕТ (0.045 ± 0.007 г), все последующие значения ТЧ сравнивали с фоновыми показателями группы до НТГ. После первого уколов НТГ крысы группы WT показали пониженный порог ТЧ уже через 70 минут (0.015 ± 0.003 г, $p<0.05$), в то время как крысы DAT-НЕТ показали понижение порогов ТЧ только на 130 минуте (0.012 ± 0.002 г, $p<0.01$). Через 10 минут после 3 уколов НТГ группа DAT-НЕТ уже имела повышенный порог по отношению к фоновым значениям (0.012 ± 0.002 г, $p<0.01$), в отличие от группы WT (0.016 ± 0.002 г). Тест температурной чувствительности «Tail Flick» проводился в день без уколов НТГ. Латентное время отдергивания хвоста группы WT уменьшилось только на 10 день эксперимента на $75\pm18\%$ ($p<0.05$) быстрее от контрольных значений. Группа DAT-НЕТ показала повышенную температурную чувствительность хвоста уже на 7 день моделирования мигрени, латентное время уменьшилось до $50\pm22\%$ ($p<0.01$) от контроля.

Финансовая поддержка: грант РНФ №23-15-00328

АНАЛИЗ АНТАГОНИСТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НОВЫХ ШТАММОВ ЛАКТОБАЦИЛЛ

И.А. Латипова, А.Р. Каюмов, Д.Р. Яруллина

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
ilida24@mail.ru

Для бактерий рода *Lactobacillus* (ныне таксон реорганизован) характерна высокая антимикробная активность, в основе которой лежат такие механизмы, как модуляция иммунного ответа, конкуренция с патогенами за сайты связывания и питательные вещества, продуцирование антимикробных веществ, в частности, бактериоцинов и перекиси водорода, и снижение pH кишечного химуса за счет образования органических кислот. Пробиотический потенциал лактобацилл в профилактике и лечении инфекций в значительной степени определяется их антимикробной активностью, которая зачастую видо- и даже штаммоспецифична. Цель работы – определить антагонистическую активность новых штаммов лактобацилл.

В работе методом агаровых блоков оценили антагонистическую активность семи штаммов лактобацилл, выделенных нами из кишечника человека и квашеной капусты, и сравнили ее с таковой известных пробиотических штаммов *Lacticaseibacillus casei* LC89 и *Lactiplantibacillus plantarum* 8PAZ. В качестве тест-культур условно-патогенных микроорганизмов использовали клинические изоляты и музейные культуры *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* и *Pseudomonas aeruginosa*.

Бактерии *E. coli* были слабо либо полностью невосприимчивы к действию исследованных штаммов лактобацилл, кроме *Lactiplantibacillus plantarum* FCa3L. Наиболее чувствительными к исследуемым лактобациллам оказались бактерии *P. aeruginosa*. Рост *M. luteus* и *S. aureus* также существенно угнетался в присутствии исследуемых лактобацилл. Приоритетным результатом данной работы является обнаруженное нами превосходство антагонистической активности всех новых штаммов над таковой референсных штаммов, что определяет значительный потенциал практического использования новых штаммов лактобацилл в борьбе с инфекциями.

Исследование выполнено в рамках Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета (ПРИОРИТЕТ-2030) при финансовой поддержке РНФ (грант №22-16-00040).

ОЦЕНКА СЕДАТИВНОГО И АНАЛЬГЕТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТОВ ДЕКСМЕДЕТОМИДИНА ГИДРОХЛОРИДА НА НОВОРОЖДЕННЫХ ГРЫЗУНОВ IN VIVO

***A.E. Логашкин, A.P. Мамлеев, B.M. Силаева, B.B. Шумкова, B.R. Ситдикова, Я.В. Попова,
M.G. Минлебаев***

*Институт фундаментальной медицины и биологии НИЛ «Новые инженерные решения
современных лабораторных исследований» КФУ, Казань, Россия*

anatolijlogaskin@gmail.com

Введение. Уретан является широко используемым анестезирующим веществом при проведении нейробиологических исследований *in vivo*. В последнее время появляются ограничения в использовании уретана из-за ряда негативных эффектов связанных с его применением. Вследствие этого появляется необходимость в поиске эффективной замены уретану. Кандидатом для этого может стать агонист α_2 -адренергических рецепторов дексмедетомидин гидрохлорид (Декс). Обычно он используется в комбинации с NMDA-антагонистом кетамином [1], но его индивидуальное влияние на функционирование центральной нервной системы остается практически неизвестным.

Материалы и методы. Для ответа на данный вопрос мы провели серию экспериментов, в которых дали оценку влиянию Декса на функционирование мозга новорожденных крысят. В процессе проведения исследования было охарактеризовано влияние Декса на циклы сон-бодрствование и болевую чувствительность. У новорожденных крысят в естественных условиях в контроле и после введения Декса (33 мкг/кг) или уретана (1 г/кг) проводили регистрацию электрической активности мышц шеи [2] и тест на анальгезию.

Результаты. Инъекция Декса привела к незначительным изменениям в циклах сон-бодрствование. Доля времени нахождения животного в состоянии сна увеличилось с $78\pm14\%$ в контрольных условиях до $82\pm8\%$ на фоне Декса. При этом доля активного сна от общей времени регистрации увеличилась с $57.7\pm9.1\%$ до $59.5\pm11.8\%$, а доля спокойного сна с $16.5\pm7.4\%$ до $24.7\pm7.2\%$ соответственно. В то время как анестезированные Дексом новорожденные крысята демонстрировали слабую разницу с новорожденными крысятами в контрольных условиях в поведении циклов сон-бодрствование, введение Декса вызывало сильный анальгетический эффект. Время реакции на тест на анальгезию увеличилось в $1,85\pm0,42$ раза (с $1,28\pm0,26$ секунды в контроле до $1,9\pm0,66$ секунды при введении Декса). Аналогичный анальгетический эффект наблюдался у крысят, анестезированных уретаном. В отличие от Декса уретан полностью нивелировал цикличность сон-бодрствование.

Выводы. Мы продемонстрировали, что Декс оказывает незначительное влияние на циклы сон-бодрствование, но сильно снижает болевую чувствительность у новорожденных крысят. Несмотря на необходимость продолжения дальнейших исследований для определения дозозависимых эффектов, Декс может рассматриваться как кандидат на замену уретана для нейрофизиологических исследований *in vivo*.

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета (ПРИОРИТЕТ-2030).

1. Gupta, K., Gupta, A., Gupta, P., et al. Dexmedetomidine premedication in relevance to ketamine anesthesia: A prospective study. *Anesthesia: Essays and Researches*, V. 5, No. 1, 2011, p. 87. doi: [10.4103/0259-1162.84193](https://doi.org/10.4103/0259-1162.84193)
2. Seelke, A.M.H., and Blumberg, M.S. The Microstructure of Active and Quiet Sleep as Cortical Delta Activity Emerges in Infant Rats. *Sleep*, V. 31, No. 5, 2008, pp. 691–9. doi: [10.1093/sleep/31.5.691](https://doi.org/10.1093/sleep/31.5.691)

УСТРОЙСТВО САМОРЕГУЛИРУЕМОГО НАГРЕВА ПЕРФУЗИОННОЙ ЖИДКОСТИ

***A.P. Мамлеев, А.Е. Логашкин, В.М. Силаева, В.В. Шумкова, В.Р. Ситдикова, Я.В. Попова,
М.Г. Минлебаев***

*Институт фундаментальной медицины и биологии НИЛ «Нейрофизиология» КФУ, Казань, Россия
arsenmamleev2002@gmail.com*

Введение. В биологических исследованиях (*invivo / invitro*) отклонение температуры изучаемой биологической ткани от физиологических значений сопровождается искажением результатов, получаемых в ходе эксперимента. При этом без искусственного подогрева исследуемой ткани ее температура быстро снижается. Поэтому возникает необходимость поддерживать температуру изучаемого объекта на уровне физиологически нормальных значений. Это реализуется посредством подачи на исследуемую ткань предварительно прогретой до требуемой температуры питательной жидкости. На данный момент на рынке РФ отсутствует отечественное оборудование, способное решить данную проблему. При этом зарубежные аналоги на сегодняшний день не доступны к приобретению. Ранее доступное оборудование иностранного производства отличалось высокой стоимостью, что ограничивало его использование лабораториями с малым финансированием. В настоящей работе нами предпринята попытка по созданию устройства саморегулируемого нагрева перфузионной жидкости, отвечающего поставленным проблемам, для проведения биологических экспериментов *invivo / invitro*.

Материалы и методы. Данное устройство функционально можно разделить на несколько частей: каркас, система нагрева, система саморегуляции, система управления устройством, источник питания. Базовым элементом устройства является каркас, напечатанный из фотополимерной смолы на 3D принтере. Главной его частью является змеевик, по которому протекает нагреваемая жидкость. Система нагрева представлена тремя последовательно соединенными цементными резисторами (SQP 10 Вт, 2.2 Ом). Для равномерного распределения тепла резисторы с прослойкой из термопасты (КПТ-8) крепятся моментным клеем к медной пластине 2x50x80мм. В свою очередь пластина свободной стороной крепится к змеевику каркаса с помощью фотополимерной смолы. Система саморегуляции нагрева работает по принципу ПИД-регулятора (Пропорционально-интегрально-дифференцирующий регулятор). Ключевым ее элементом является плата контроллер Arduino nano. Цифровой термодатчик DS18B20 передает актуальные значения температуры жидкости на микроконтроллер платы, где происходит анализ полученной информации. Далее Arduino nano управляющим цифровым сигналом контролирует работу транзистора (N-канал 55В 17А logic TO-251AA/I-PAK). В свою очередь транзистор, подключенный к напряжению нагрузки, регулирует степень нагрева резисторов. Система управления устройством представлена семисегментным светодиодным дисплеем, отображающим целевую и настоящую температуру жидкости, и энкодером, вращение которого меняет целевые значения температуры. Оба электронных компонента подключаются к Arduino nano.

Устройство работает от источника питания на 12 В, при этом система нагрева питается напрямую, а система саморегуляции (Arduino nano) через понижающий преобразователь напряжения 12В – 5В.

Вывод. Разработанное устройство саморегулируемого нагрева перфузионной жидкости осуществляет нагрев в диапазоне от начальной температуры жидкости до 50°C, при объемной скорости до 15 мл/мин. Все электронные компоненты и расходуемые материалы, используемые для создания устройства, доступны к приобретению в России. Итоговая себестоимость созданной системы не превышает 4000 рублей, что позволяет научно-исследовательским лабораториям с малым финансированием использовать данное устройство для проведения биологических экспериментов.

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета (ПРИОРитет-2030).

1. Joseph, S.B., Dada, E.G., Abidemi, A., et al. Metaheuristic algorithms for PID controller parameters tuning: review, approaches and open problems. *Helion*, V. 8, No. 5, 2022, p. e09399. doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e09399.
2. Tang, B., and Kalatsky, V.A. Influence of body temperature on the evoked activity in mouse visual cortex. *Brain Imaging and Behavior*, V. 7, No. 2, 2012, pp. 177–87. doi: 10.1007/s11682-012-9212-1.

ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ УПРАВЛЕНИЮ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В Г. КАЗАНИ

**O.A. Махмудова¹, Ж. Султанова¹, Г.Ф. Авхадиева¹, Л.Н. Мурадимова², О.Г. Багданова³,
В.Н. Хазиахметова¹**

¹*Институт фундаментальной медицины и биологии КФУ, кафедра внутренних болезней,
Казань, Россия*

²*Медико-санитарная часть КФУ, Казань, Россия*

³*Городская поликлиника №7, Казань, Россия*

Цель. Определение возможной связи между экологической осведомленностью и поведением людей в отношении проблемы лекарственного загрязнения.

Введение. По мнению экспертов ВОЗ, эффективными мерами минимизации попадания ЛС в окружающую среду является просветительская работа среди населения, раздельный сбор и надлежащая утилизация.

Материалы и методы. В ноябре 2022 года был организован раздельный сбор просроченных и неиспользуемых лекарственных средств в Университетской клинике Казанского федерального университета и поликлиники №7 г. Казани. Предварительно, нами была проведена просветительская кампания среди медицинских работников, ординаторов, преподавателей Казанского университета и размещена пояснительная информация на новостных сайтах университета. Вся информация по собранным ЛС заносилась в Excel таблицу и проводился качественный (на соответствие фармакологической группе по ATX – классификации) и количественный анализ ЛС. Собранные лекарства передаются в утилизирующую компанию, имеющую лицензию на утилизацию отходов категории «Г» для дальнейшей надлежащей утилизации.

Результаты. За период с 10.11.2022 – 10.11.2023 гг. с помощью проекта по раздельному сбору было собрано 2895 упаковок лекарственных средств, что составляет 1195 торговых наименований ЛС и 684 – международных непатентованных наименований. В соответствии с ATX классификацией 21,9% из собранных ЛС для надлежащей утилизации составили препараты категории «А» – для лечения заболеваний пищеварительного тракта и обмена веществ, 13,5% «N» для лечения заболеваний нервной системы, 12,2% «R» – для лечения дыхательной системы, 10,4% «C» – для лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы, 9,6% «J» – противомикробные препараты системного действия и 32,3% другие группы ЛС.

Выводы.

1. Организация раздельного сбора просроченных/неиспользуемых лекарственных средств является востребованной мерой для надлежащей утилизации ЛС среди потребителей.
2. Всего для утилизации собрано твердых лекарственных форм 63,3%; жидких 30,5%; мягких 6,2%.
3. Наиболее часто для утилизации сдают лекарственные средства из группы N02 Аналгетики, J01 Антибактериальные препараты для системного действия, A07 Противодиарейные, кишечные

противовоспалительные и противомикробные препараты и М01 Противовоспалительные и противоревматические препараты.

1. Thomas, Felicity & World Health Organization. Regional Office for Europe. (2017). Pharmaceutical waste in the environment: a cultural perspective. Public health panorama, 03 (01), 127– 132. World 2.
2. Health Organization. Regional Office for Europe. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/254734>
3. Al-Shareef, Fatma et al. «Investigating the disposal of expired and unused medication in Riyadh, Saudi Arabia: a cross-sectional study.» International journal of clinical pharmacy vol. 38,4 (2016): 822–8. doi:10.1007/s11096-016-0287-4

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОТОКОЛА ВЫДЕЛЕНИЯ ЦИТОХАЛАЗИН Б-ИНДУЦИРОВАННЫХ МЕМБРАННЫХ ВЕЗИКУЛ ИЗ ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТОК И ИХ МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИ ПОМОЩИ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

**Ю.П. Маясин, А.В. Городилова, Ч.Б. Харисова, М.Н. Осинникова, К.В. Китаева, И.Ю. Филин,
В.В. Соловьева, А.А. Ризванов**

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

mayasin_yuriy@mail.ru

Клетки млекопитающих выделяют внеклеточные везикулы (ВВ) – сферические частицы диаметром от 30 нм до 1 мкм, окруженные двойным слоем мембранных фосфолипидов. Функции ВВ заключаются в осуществлении межклеточной коммуникации и доставке мембранных и цитозольных компонентов (белков, липидов и нуклеиновых кислот) исходной клетки [1]. При этом, ВВ, полученные из опухолевых клеток, также могут быть использованы для доставки опухоль-ассоциированных антигенов в компартмент иммунных клеток и разработки на их основе терапевтических вакцин [2]. Существует несколько способов получения ВВ – выделение ультрацентрифугированием естественных везикул, а также химическое и физическое воздействие на клетки с образованием индуцированных везикул. Впервые химическую обработку клеток цитохалазином Б описал Пик с соавторами [3]. Цитохалазин Б блокирует полимеризацию актиновых микрофилараментов, приводящую к дезорганизации клеточного цитоскелета, что является необходимым условием открепления ВВ от цитоплазматической мембраны. Однако на данный момент протоколы получения ВВ из опухолевых клеток остаются не оптимизированными, поскольку остается неизвестным конечные морфологические параметры получаемых везикул. Для выделения мембранных везикул сняли и отмыли от среды клетки меланомы линии M14. Разводили 4 миллиона клеток в 2 мл в бессывороточной среды RPMI-1640. Добавляли цитохалазин Б (Invitrogen, США) в суспензию клеток для достижения конечной концентрации в среде 1 мкг/мл. Инкубировали клеточную суспензию в течение 15 минут, после чего перемешали выпавший осадок и оставляли инкубироваться ещё на 15 минут. После окончания инкубации вортексировали пробирку в течение 1 минуты. После этого приступили к дифференцировочному центрифугированию с последующей очисткой везикулярной фракции при 1400 об/мин и 12000 об/мин в течение 15 минут последовательно. Далее убирали супернатант и ресуспендировали осадок мембранных везикул в физиологическом растворе. На покровные стекла наносили полученную суспензию ВВ и центрифугировали культуральный планшет со стеклами при 3000 об/мин в течении 30 минут. По окончанию центрифугирования удаляли супернатант и добавляли 10% раствора формалина. Далее добавляли 10% раствор этанола для последующей дегидратации. Последовательно увеличивали концентрацию этанола в растворе до 90%. После удаления самого концентрированного раствора этанола стекла с препаратами просушивали при комнатной температуре в течение 2 часов. Далее препараты исследовали при помощи сканирующей автоэмиссионной электронной микроскопии (Рис. 1).

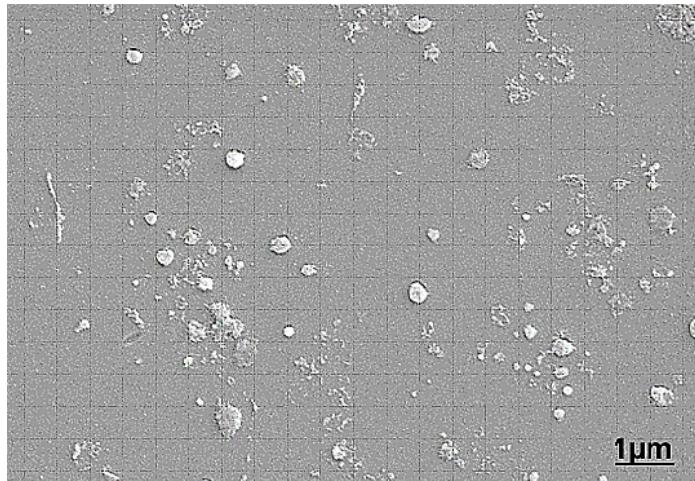


Рис. 1. Сканирующая микрофотография цитохалазин-индуцированных мембранных везикул.
Шкала 1 мкм

Согласно полученным данным, цитохалазин-индуцированные мембранные везикулы обладали нормальной сферической морфологией, средний диаметр везикулы составил около 250 нм. Полученные данные позволяют судить об оптимально подобранных условиях выделения внеклеточных везикул, их единообразной структуре и морфологии.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №22-24-20018.

1. Kurbangaleeva, S.V. Increased Yield of Extracellular Vesicles after Cytochalasin B Treatment and Vortexing / S.V. Kurbangaleeva, V.Y. Syromiatnikova, A.E. Prokopeva, A.M. Rogov, A.A. Khannanov, A.A. Rizvanov, M.O. Gomzikova // Current Issues in Molecular Biology. – 2023. – Vol. 45. – №3. – P. 2431–2443.
2. Solovyeva, V.V. Analysis of the Interaction of Human Neuroblastoma Cell-Derived Cytochalasin B Induced Membrane Vesicles with Mesenchymal Stem Cells Using Imaging Flow Cytometry / V.V. Solovyeva, K.V. Kitaeva, D.S. Chulpanova, S.S. Arkhipova, I.Y. Filin, A.A. Rizvanov // BioNanoScience. – 2022. – Т. 12. – №2. – P. 293–301.
3. Pick, H. Investigating cellular signaling reactions in single attoliter vesicles / H. Pick, E.L. Schmidt, A.P. Tairi, E. Illegems, R. Hovius, H. Vogel // Journal of the American Chemical Society. – 2005. – Т. 127. – №9. – P. 2908–2912.

ВЛИЯНИЕ БЕСКЛЕТОЧНОЙ КУЛЬТУРАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ *S. AUREUS* НА СТРУКТУРУ И БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ БИОПЛЕНОК *K. PNEUMONIAE* И *P. AERUGINOSA*

A.B. Миронова, М.С. Федорова, Н.Д. Закарова, А.Р. Салихова, Е.Ю. Тризна, А.Р. Каюмов

Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия

amironova2019@mail.ru

В последнее время появляется все больше данных, подтверждающих, что многие инфекции ассоциированы с образованием полимикробных биопленок, в которых отмечается изменение проницаемости внеклеточного матрикса, а также изменение чувствительности бактерий к антибиотикам, по сравнению с монокультурами.

Целью работы было оценить влияние бесклеточной культуральной жидкости *Staphylococcus aureus* на биохимический состав и структуру биопленок *Klebsiella pneumoniae* и *Pseudomonas aeruginosa*.

Внесение бесклеточной культуральной жидкости (БКЖ) *S. aureus* к моновидовым биопленкам *K. pneumoniae* и *P. aeruginosa* увеличивает содержание α-, β-полисахаридов и белков в матриксе до 2 раз. При этом, в контрольных лунках α-полисахарида располагаются равномерно, в то время как в лунках, обработанных БКЖ *S. aureus*, этот компонент визуализируется в виде отдельных скоплений, плотных по своей структуре. Увеличение полисахаридного компонента также подтверждается значительным повышением уровня экспрессии генов *pgaA* *K. pneumoniae* и *pelA, pslA* *P. aeruginosa* в присутствии культуральной жидкости *S. aureus*.

Таким образом, внесение бесклеточной культуральной жидкости золотистого стафилококка способствует увеличению белков и полисахаридов в составе матрикса биопленок *K. pneumoniae* и *P. aeruginosa* и приводит к изменению структуры биопленки. Подобные изменения могут обеспечить повышенную или напротив пониженную проницаемость биопленки для противомикробных препаратов, что необходимо учитывать при разработке подходов терапии инфекций, ассоциированных с образованием биопленок *K. pneumoniae* и *P. aeruginosa*.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №20-64-47014).

ВЛИЯНИЕ КУЛЬТУРАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ *MORGANELLA MORGANII*, ВЫРАЩЕННОЙ НА РАЗНЫХ СРЕДАХ, НА МОНОСЛОЙ КЛЕТОК КАРЦИНОМЫ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ Т-24

П.С. Мишеева, Г.И. Мухтарова, Л.Ф. Миннуллина

Институт фундаментальной медицины и биологии КФУ, Казань, Россия

p.misheeva@yandex.ru

Экзотоксины, принадлежащие к семейству порообразующих белков, называемых RTX-токсинами, играют важную роль в вирулентности различных грамотрицательных патогенных бактерий человека и животных [1]. Цитотоксические RTX-белки производятся широким спектром грамотрицательных патогенов, включая роды *Escherichia*, *Bordetella*, *Proteus*, *Morganella* и др. [2]. В настоящее время в литературе описана активность гемолизина *M. morganii* в отношении эритроцитов [3], но роль данного токсина в развитии инфекций мочевыводящих путей до сих пор остается неясной.

Количественную оценку цитотоксичности культуральной жидкости бактерий *M. morganii* проводили с помощью МТТ-теста [4]. Для этого использовали культуральную жидкость бактерий, выращенных на полной среде DMEM и LB. Клетки карциномы мочевого пузыря T-24 высевали в 96-луночные плоскодонные планшеты по 1×10^4 кл/лунку и культивировали при температуре 37 °C в течение 48 ч в присутствии 5% CO₂. Культуральную жидкость добавляли к клеткам эукариот, для чего ее разводили свежей полной средой DMEM в отношении 1:24 (где 1 – доля культуральной жидкости, 24 – доля свежей полной среды DMEM), 1:9 и 5:5, и инкубировали в течение 2 ч. Показали, что инкубирование клеток карциномы мочевого пузыря с культуральной жидкостью бактерий *M. morganii*, выращенных на полной среде DMEM, приводило к гибели до 17%, 19% и 20% клеток для разведений 1:24, 1:9 и 5:5 соответственно. Установили, что культуральная жидкость бактерий, выращенных на среде LB, убивала 5%, 12% и 20% клеток эукариот T-24 при разведениях 1:24, 1:9 и 5:5 соответственно. Таким образом, наличие гемолизина в среде приводило к гибели до 20% культивируемых клеток эпителия мочевыводящих путей.

Работа выполнена при поддержке РНФ (проект №22-75-00017) и в рамках Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета «Приоритет 2030».

1. Ostolaza, H. Membrane Permeabilization by Pore-Forming RTX Toxins: What Kind of Lesions Do These Toxins Form? / H. Ostolaza, D. Gonzalez-Bullon, K. B. Uribe, C. Martin, J. Amuategi, X. Fernandez-Martinez // Toxins. – 2019. – V.11. – №6. – P. 354.

2. Linhartová, I. RTX proteins: a highly diverse family secreted by a common mechanism / I. Linhartová, L. Bumba, J. Mašín, M. Basler, R. Osička, J. Kamanová, K. Procházková, I. Adkins, J. Hejnová-Holubová, L. Sadílková, J. Morová, P. Sebo // FEMS Microbiol Rev. – 2010. – V.34. – №6. – P. 1076-1112.

3. Eberspacher, B. Functional similarity between the haemolysins of Escherichia coli and Morganella morganii / B. Eberspacher, F. Hugo, M. Pohl, S. Bhakdi // J Med Microbiol. – 1990. – V.33. – №3. – P. 165-170.
4. Mosmann T. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays / T. Mosmann // J Immunol Methods. – 1983. – V.65. – P. 55-63.

АНАЛИЗ АДЕНОАССОЦИРОВАННОГО ВИРУСА СЕРОТИПА OLIG001, КОДИРУЮЩИЙ ГЕН ARSA ПРИ ИНТРАТЕКАЛЬНОМ ВВЕДЕНИИ СВИНЬЯМ

А.И. Муллагурова, А.А. Шаймарданова, В.В. Соловьева, Я.О. Мухамедшина, А.А. Ризванов

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

aisilu.mullagulova@yandex.ru

Метахроматическая лейкодистрофия (МЛД) – редкое наследственное заболевание, характеризующееся накоплением сульфатидов, которое приводит к разрушению миелиновой оболочки, как в центральной, так и в периферической нервной системе. Существует три формы МЛД: поздняя инфантильная форма, ювенильная и взрослая форма. К симптомам МЛД относятся судороги, трудности при ходьбе, когнитивные расстройства, обусловленные мутацией в гене ARSA. Целью данной работы является разработка рекомбинантной генетической конструкции, содержащая промотор гибридного энхансера CMV/куриного β-актина (CMVenCBh) и кодон-оптимизированную последовательность гена ARSA, на основе которого получить и проанализировать аденоассоциированный вирус серотипа Olig001 (AAVOlig001-CMVenCBh-coARSA).

В этом исследовании был создан AAVOlig001-CMVenCBh-coARSA, который интракраниально вводили свиньям в количестве 2×10^{13} геномных копий/кг. Динамическую активность фермента ARSA анализировали в спинномозговой жидкости (СМЖ) и образцах плазмы с помощью pNCS (#N7251, SIGMA). Через месяц забирали органы центральной нервной системы (ЦНС). Ферментативную активность ARSA смотрели в гомогенате органов центральной нервной системы (ЦНС), сравнивая их с контрольной группой. Органы ЦНС использовали для анализа экспрессии ARSA с использованием количественной ПЦР и имmunогистохимии (ИГХ). ИГХ проводили с использованием моноклональных антител к ARSA (#MAG619HU21, Cloud-Clone Corp). Безопасность смотрели с помощью биохимического анализа.

Обнаружено статистически значимое увеличение фермента наблюдается в СМЖ и в плазме. В отелях головного и спинного мозга детектируется увеличение в 3 и 2 раза соответственно. Была обнаружена сверхэкспрессия кодон-оптимизированного гена ARSA в отделах ЦНС. ИГХ анализ также показал экспрессию белка ARSA в ЦНС. Анализ биохимических показателей в сыворотке крови свиней показал, что значения АСТ, креатинина-*J* и билирубина увеличиваются у одного животного на 7 сутки. У остальных экспериментальных животных показатели остаются неизменными.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности. ПРОЕКТ №FZSM-2023-0011.

ПОТЕНЦИРОВАНИЕ АНТИМИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРОТИВ БАКТЕРИЙ В СМЕШАННЫХ СООБЩЕСТВАХ С ПОМОЩЬЮ ГИДРОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ

Г.И. Муталлапова, Д.Э. Журавлева, А.Р. Каюмов, Е.Ю. Тризна

Институт фундаментальной медицины и биологии КФУ, Казань, Россия

555guzel01@mail.ru

Бактериальные биопленки представляют собой сложные сообщества бактерий, которые удерживаются вместе благодаря внеклеточному матриксу. Терапия инфекций, связанных со смешанными биопленками, создает дополнительные проблемы, поскольку в составе такого сообщества изменяется как метаболизм клеток, так и состав внеклеточного матрикса, в результате чего его проницаемость для противомикробных препаратов может снижаться. Одним из основных компонентов внеклеточного матрикса, как у грамположительных, так и у грамотрицательных бактерий являются полисахариды, которые активно участвуют в образовании и поддержании целостности биопленки. Разрушив один из компонентов внеклеточного матрикса, возможно повысить его проницаемость для антибиотиков. В связи с этим, представляет интерес поиск ферментов, способных гидролизовать полисахаридные компоненты матрикса, тем самым способствуя деградации биопленки.

Ранее было показано, что внеклеточная леваназа SacC способна разрушать зрелые биопленки *Pseudomonas aeruginosa* и повышать эффективность антибиотиков. Оценка деструкции смешанного сообщества *Staphylococcus aureus* + *Pseudomonas aeruginosa* показала, что фермент также способен приводить к разрушению смешанного сообщества на 30-40% при его обработке в течение 30 минут. Также было показано, что при использовании комплекса амикацин+SacC, наблюдается двукратное снижение общей метаболической активности клеток в составе смешанной биопленки при 1×МПК антибиотика, тогда как использование одного амикацина к подобному эффекту приводит лишь при 16×МПК. Таким образом, совместное использование сахаразы SacC с антибиотиками повышает эффективность действия последних в отношении бактерий в составе смешанной биопленки.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности. Проект №FZSM-2022-0017.

ГЕРОПРОТЕКТОРНЫЕ СВОЙСТВА РЕСВЕРАТРОЛА И ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНА В СОЧЕТАНИИ С КУРКУМИНОМ И ПИПЕРИНОМ НА МОДЕЛИ *D. MELANOGASTER*

Р.И. Нурасов, В.В. Костенко

Казанский (Поволжский) федеральный университет, Казань, Россия

rifat.nurasov99@gmail.com

Ресвератрол, дигидрокверцетин, куркумин и пиперин известны своими антиоксидантными и противовоспалительными свойствами, которые могут оказать положительное воздействие на организм. Однако, их комбинационное действие на продление жизни и снижение риска возрастных заболеваний еще не было полностью изучено. Исследование влияния комбинации геропротекторных веществ на модели *D. melanogaster* может помочь понять механизмы действия данных веществ и определить их эффективность. Результаты данной работы могут быть использованы для разработки новых препаратов, способных замедлить процесс старения и уменьшить риск возникновения возрастных заболеваний. Целью работы являлось изучить в ходе исследований эффективные комбинации геропротекторных веществ – ресвератрола и дигидрокверцетина в сочетании с куркумином и пиперином – на модели *D. melanogaster* для продления жизни и снижения риска возрастных сопутствующих патологий. В результате выполнения работы нами было установлено, что ресвератрол и дигидрокверцетин в сочетании с куркумином и пиперином не оказывает токсичного влияния на стадии предимагинального развития дрозофил линии дикого типа *Canton-S*. Ресвератрол и дигидрокверцетин в сочетании с куркумином и пиперином достоверно увеличивает продолжительность жизни имаго дрозофил. Показано, что ресвератрол и дигидрокверцетин в сочетании с куркумином и пиперином не оказывает токсического воздействия на нейромышечную активность мух.

Результаты проведенного исследования подтверждают гипотезу о том, что комбинированное действие геропротекторных веществ может быть более эффективным, чем действие каждого вещества по отдельности.

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ИММУННОГО ОТВЕТА КЛЕТОК ИНДУЦИРОВАННЫХ МЕМБРАННЫМИ ВЕЗИКУЛАМИ ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТОК СО СВЕРХЭКСПРЕССИЕЙ ИНТЕРЛЕЙКИНА-2 *IN VITRO*

М.Н. Осинникова¹, Ю.П. Маясин¹, Ч.Б. Харисова¹,
А.В. Городилова¹, К.В. Китаева¹, И.Ю. Филин¹

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
osinnikova.2003@gmail.com

Ключевые слова: мембранные везикулы, онкология, вакцины, цитохалазин В, IL-2.

Встречающиеся в клетках внеклеточные везикулы (ВВ) играют важную роль во внутриклеточной коммуникации и доставке биоактивных молекул. Поэтому было высказано предположение, что ВВ могут быть использованы для доставки терапевтических препаратов. В частности, применяют искусственно индуцированные цитохалозином В мембранные везикулы (иМВ), которые могут доставлять биоактивные вещества родительских клеток, в том числе растворимые факторы и поверхностные рецепторы. Использование цитохалазина В для индукции биогенеза мембранных везикул позволяет значительно увеличить выход везикул по сравнению с другими методами получения иМВ. Следовательно, иМВ из опухолевых клеток можно использовать в качестве опухоль-ассоциированного антигена (ОАА) для представления антигена клеткам иммунной системы.

иМВ были получены из нативных и генетически модифицированных опухолевых клеток (стабильные клеточные линии со сверхэкспрессией IL-2) человека. иМВ добавляли к МКПК в концентрации 200 мкг/мл и инкубировали в течение 3суток. МКПК без добавления иМВ использовали в качестве контроля. После чего МКПК окрашивали антителами, содержащими флуоресцентную метку. Результаты анализировали методом проточной цитометрии.

Было показано, что иМВ нативных клеток M14 и НСТ116 способны сливаться с Т-лимфоцитами в ко-культуре, что приводит к их активному взаимодействию и обмену компонентами цитоплазматической мембраны. Отмечена разница между контрольными Т-клетками без добавления иМВ и Т-клетками, культивируемыми с иМВ, на 4%. Но разница в популяции гранулоцитов была выше – 32%. Также с помощью проточной цитометрии показано, что добавление иМВ клеток НСТ116 и M14 в концентрации 200 мкг/мл увеличивает количество Т-киллеров на 12% и 9,6% по сравнению с контролем. Также отмечено увеличение Т-хелперов 2 на 7% и 10%, соответственно.

Таким образом, благодаря способности презентировать опухоль-специфические антигены клеткам иммунной системы и возможности активации противоопухолевого иммунного ответа, иМВ опухолевых клеток являются перспективным объектом для разработки терапевтических противоопухолевых вакцин. Однако необходимы дальнейшие исследования в этой области для изучения механизмов взаимодействия иМВ с иммунными клетками и возможных путей модуляции иммунного ответа.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УФ-МОДИФИКАЦИИ ХИТОЗАНОВ РАЗЛИЧНОЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ В ПРИСУТСТВИИ МЕТИЛЕНОВОГО ГОЛУБОГО

С.М. Панкова^{а,в}, М.Г. Холявка^а, В.Г. Артюхов^а

^а*Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия*

^б*Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко,
Воронеж, Россия*

sazykina.93@mail.ru

Биомедицинские исследования включают в себя фундаментальные и прикладные аспекты, способствующие открытию новых лекарственных средств и методов лечения, требующие проведения научных экспериментов и их количественной оценки с использованием математических и компьютерных методов [1]. Биоматериалы широко применяются для аутотрансплантации и в качестве ранозаживляющего покрытия. Биоматериалы на основе хитозана, являющегося уникальным полисахаридом животного происхождения, обладают разнообразными физико-химическими и биологическими свойствами (биосовместимость, биодеградация), что обуславливает их применение в различных областях биомедицины [2, 3]. Целью нашего исследования стало изучение процессов УФ-модификации хитозанов различной молекулярной массы в присутствии метиленового голубого.

В качестве объектов исследования были выбраны хитозаны с молекулярными массами 200 и 350 кДа, синтезированные ЗАО «Биопрогресс». Растворы метиленового голубого использовали в трех концентрациях – 10^{-4} , 5×10^{-5} , 10^{-5} моль/л. УФ-облучение хитозанов проводили с помощью ртутно-кварцевой лампы типа ДРТ-400 через светофильтр УФС-1 с полосой пропускания 240–390 нм. Дозы облучения составляли: 151, 453, 755, 1510, 3020, 4530 и 6040 Дж/м². Регистрацию ИК-спектров анализируемых образцов осуществляли в Центре коллективного пользования научным оборудованием Воронежского государственного университета с помощью ИК-Фурье спектрометра Bruker Vertex-70 (Германия). Спектры снимались с неориентированных порошковых образцов.

Анализ ИК-спектров хитозанов после УФ-облучения в присутствии метиленового голубого показал следующее: структурная модификация полимеров происходит с участием аминогруппы, что отражается на ее характеристических колебаниях.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания ВУЗам в сфере научной деятельности на 2023–2025 годы, проект №FZGU-2023-0009

1. Тризна Е.Ю., Байдамшина Д.Р., Холявка М.Г., Шарафутдинов И.С., Хаирутдинова А.Р., Хафизова Ф.А., Закирова Е.Ю., Хафизов Р.Г., Богачев М.И., Каюмов А.Р. Растворимые и иммобилизованные папаин и трипсин-деструкторы бактериальных биопленок // Гены и Клетки. 2015. Т. 10. №3. С. 106-112.

2. Baidamshina D.R., Trizna E.Y., Kayumov A.R., Koroleva V.A., Olshannikova S.S., Artyukhov V.G., Holyavka M.G., Bogachev M.I. Biochemical properties and anti-biofilm activity of chitosan-immobilized papain // Marine Drugs. 2021. V. 19. №4. P. 197.

3. Ol'shannikova S.S., Red'ko Y.A., Lavlinskaya M.S., Sorokin A.V., Holyavka M.G., Artyukhov V.G. Preparation of papain complexes with chitosan microparticles and evaluation of their stability using the enzyme activity level // Pharmaceutical Chemistry Journal. 2022. V. 55. №11. P. 1240-1244.

МЕТОДЫ ПОИСКА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСКРИПТОВ, КОДИРУЮЩИХ БЕЛКИ ТЕПЛОВОГО ШОКА В ТРАНСКРИПТОМЕ ХИРОНОМИДЫ

А.Д. Петров, О.С. Козлова

*Институт фундаментальной медицины и биологии КФУ, Казань, Россия
nehodit@yandex.ru*

Белки теплового шока (HSP, Heat Shock Proteins) – класс функционально сходных белков, чья экспрессия регулируется на этапе транскрипции и указывает на уровень реакции клетки на стресс, что служит одним из молекулярных маркеров не только теплового шока, но и практически любого экзогенного стресса. Всего выделяется несколько семейств, классифицируемых в зависимости от своей молекулярной массы (в кДа). Среди них наиболее изученными и консервативными являются HSP90, HSP60, HSP70 [1]. Некоторые семейства – кофакторы других семейств, как HSP40 для HSP70. Поиск проводили в транскриптоме хирономиды с неизвестной видовой принадлежностью. Хирономиды – экологически пластичное семейство, чьи представители, например, *Belgica antarctica*, могут быть крайне устойчивы к тепловому стрессу, что коррелирует с экспрессией HSP белков [2].

После сборки провели анализ транскриптома с помощью transdecoder и Blast, сгенерирован отчёт с помощью Trinotate, выведенный в таблицу Trinotate.xls, где по ключевой фразе «HSP» были отобраны в отдельный файл и распределены по семействам записи, потенциально соответствующие транскриптам, кодирующими HSP хирономиды. Из файла с оценкой экспрессии транскриптов извлекли информацию об экспрессии транскриптов, предположительно кодирующих белки теплового шока хирономиды. Было найдено 3 семейства БТШ: HSP90 (22 транскрипта, 7 кодируют уникальные и полные белки), HSP70 (46 транскриптов, 10 – уникальные и полные по последовательности белки), Hsp20 (47 транскриптов, 7 – уникальные и полные белки). Всего 115 транскриптов, из которых, без изоформ, только 24 открытые рамки считывания.

1. Маргулис Б.А. Защитная функция белков теплового шока семейства 70 кД. [Текст] :дис. на соискание ученой степени д.б.н.
2. Teets NM, Dalrymple EG, Hillis MH, Gantz JD, Spacht DE, Lee RE Jr, Denlinger DL. Changes in Energy Reserves and Gene Expression Elicited by Freezing and Supercooling in the Antarctic Midge, *Belgicaantarctica*.[Text] Insects. 2019 Dec 24;11(1):18. doi: 10.3390/insects11010018. PMID: 31878219; PMCID: PMC7022800

ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ ПРОТИВООПУХОЛЕВЫХ ПРЕПАРАТОВ НА СФЕРОИДЫ ПЕРВИЧНЫХ ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТОК

В.В. Пипия, З.Е. Гилазиева, В.В. Соловьева, А.А. Ризванов

Институт фундаментальной медицины и биологии КФУ, Казань, Россия

ladaipiya@gmail.com

В настоящее время для определения эффективности противоопухолевых препаратов используют коммерческие клеточные линии. Однако действие противоопухолевого препарата может зависеть от различных индивидуальных факторов организма пациента. Поэтому разработка тест-систем для конкретного пациента на основе первичных клеток, полученных из биоптата опухоли, может способствовать более эффективному скринингу противоопухолевых препаратов, а также стать основой в персонифицированном подходе лечения рака. Цель работы – установить влияние противоопухолевых препаратов (цисплатина и паклитаксела) на сфероиды из первичных культур опухолевых клеток пациентов *in vitro*.

Первичные опухолевые клетки были получены из биоптатов опухоли молочной железы. В исследовании также использовалась коммерческая клеточная линия аденокарциномы молочной железы MCF7. Из клеточных культур были получены опухолевые сфероиды, к которым через 24 часа производилось добавление паклитаксела и цисплатина в концентрациях 10, 20, 30, мкг/мл. Контрольная группа сфероидов культивировалась без добавления препаратов. Через 48 часов культивирования сфероидов проводили оценку жизнеспособности клеток.

Методом проточной цитофлуориметрии было установлено, что цисплатин и паклитаксел в концентрациях 30 мкг/мл эффективнее всего снижали жизнеспособность сфероидов первичных опухолевых клеток, в то время как для опухолевых сфероидов клеточной линии MCF7 наиболее эффективной оказалась концентрация 20 мкг/мл. Таким образом, было показано, что сфероиды первичных опухолевых клеток более устойчивы к противоопухолевым препаратам. Создание тест-системы с использованием первичных опухолевых клеток будет эффективнее отражать действие противоопухолевых препаратов.

Работа выполнена за счет средств Российского научного фонда (грант № 21-74-10021).

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТРАНСГЛУТАМИНАЗЫ 1 (TGM1) В ЛАМЕЛЛЯРНОМ ИХТИОЗЕ: ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ

А.С. Пономарев, Л.М. Яныгина, Р.Р. Норкин, Л.А. Хусаинова, А.А. Вовченко, А.А. Ризванов

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

l.ropomarev2013@gmail.com

Группа ихтиозов, в частности ламеллярного ихтиоза (ЛИ) характеризуется дефектом эпидермального барьера, приводящим к гиперкератозу, шелушению кожи и воспалению из-за дефицита фермента TGM1, вызванного мутацией гена TGM1. Осложнения ихтиозов могут препятствовать физическому развитию и росту ребенка из-за нарушения теплообмена в раннем детстве. Также повышается риск кожных суперинфекций и трансэпидермальной потери воды, что может привести к сепсису и смерти. Разработка терапии, основанной на использовании генетической модификации кодирующими геном трансглутаминазы 1 (TGM1) позволит восстановить уровень дефицитного фермента.

Была разработана генетическая конструкция с использованием аденоассоциированного вируса для доставки гена TGM1. Исследовались 2 метода модификации: трансфекция плазмидой и трансдукция вирусом. Для оценки экспрессии гена и секреции белка использовались первичная культура фибробластов и пересеваемая культура эмбриональной почки человека (НЕК293Т). Исследование было одобрено этическим комитетом и проведено в рамках программы стратегического академического лидерства Казанского федерального университета. Эффективность разработанной конструкции была подтверждена в исследованиях *in vitro* с помощью ПЦР в реальном времени, Вестерн-блота и анализа на аннексин V.

Клеточные культуры фибробластов и НЕК293Т после модификации плазмидой pAAV2-TGM1 содержали 161225000000 копий гена и 259297000000 копий гена TGM1 на 1 мкг оРНК соответственно. После трансдукции вирусом AAV2-TGM1 количество копий гена в фибробластах и НЕК293Т было 82500000 и 2185333 копии гена на 1 мкг оРНК соответственно. При этом жизнеспособность клеточных культур не имела различий в контрольной и опытной группе на 3 сутки, на 7 сутки было снижение жизнеспособности на 8% в опытной группе.

Таким образом, было продемонстрировано, что модификация фибробластов и НЕК293Т с помощью методов трансфекции и трансдукции позволяет генерировать клеточные культуры, сверхэкспрессирующие ген TGM1. Необходимы дальнейшие исследования механизмов этого эффекта.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности. ПРОЕКТ №FZSM-2023-0011.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ТРАНСГЛУТАМИНАЗЫ 1 *IN VIVO*: ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ДОСТАВКИ ГЕНА TGM1 С ПОМОЩЬЮ АДЕНОАССОЦИИРОВАННОГО ВИРУСА

А.С. Пономарев, Л.М. Яныгина, Р.Р. Норкин, Л.А. Хусаинова, А.А. Вовченко, А.А. Ризванов

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

l.ropomarev2013@gmail.com

Ламеллярный ихтиоз (ЛИ), проявляется как нарушение эпидермального барьера, что приводит к гиперкератозу, шелушению кожи и воспалению, вызванным дефицитом фермента TGM1, обусловленного мутацией гена TGM1. Осложнения ихтиозов могут замедлить физическое развитие и рост ребенка из-за нарушения теплообмена в раннем детстве. Также возрастает риск кожных суперинфекций и потери воды трансэпидермальным путем, что, в свою очередь, может привести к сепсису и смерти. Разработка терапии, основанной на генетической модификации, направленной на коррекцию гена TGM1, предоставляет возможность восстановить уровень дефицитного фермента.

Для проверки эффективности генетической конструкции с использованием аденоассоцииированного вируса для доставки гена *TGM1* было проведено исследование на лабораторных животных. В первом опыте двум опытным животным вводился вирус, контролльному животному вводился физиологический раствор. По результатам ПЦР в реальном времени у контрольного животного копии мРНК оптимизированного по кодонному составу гена *TGM1* не обнаружились, в то время как у первой и второй опытной свиньи количество копий на 1 мкг общей РНК составило $1,5 \cdot 10^4$ и $0,5 \cdot 10^3$ соответственно. Данные гистоморфометрии показали, что введение вируса не привело к патологическим изменениям в эпидермисе животных. Данные иммуногистохимического анализа показали наличие флюoresценции к белку, кодируемым геном *TGM1*. Соотношение интенсивность свечения составила 2 у контрольного животного, 8 у первого и 4 у второго опытных животных. Это говорит о том, что вирус был успешно доставлен в клетки опытных животных, шел процесс синтеза мРНК гена *TGM1* и синтез белка, кодируемого этим геном.

Во втором опыте трем свиньям был введен вирус и были взяты пробы ткани животных на 1, 3 и 7 сутки соответственно. По данным ПЦР в реальном времени количество копий мРНК, кодируемой *TGM1*, на 1 мкг общей РНК составило около 10^{13} , 10^7 и 10^5 у первого, второго и третьего животного соответственно. Наблюдается снижение экспрессии трансгена со временем.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности. ПРОЕКТ №FZSM-2023-0011.

**ПОЛУЧЕНИЕ РЕКОМБИНАНТНЫХ ВЕКТОРОВ
ДЛЯ СОЗДАНИЯ КЛЕТОЧНЫХ ЛИНИЙ OVCAR – 8,
СТАБИЛЬНО ЭКСПРЕССИРУЮЩИХ РЕКОМБИНАНТНУЮ ФОРМУ
ТРАНСПОРТЕРА NAPI2B**

М.А. Попутский, Д.А. Фирсова, Р.Г. Киямова, В.С. Скрипова

НИЛ «Биомаркер», Институт фундаментальной медицины и биологии КФУ, Казань, Россия

poputskii@mail.ru

Актуальность. Натрий-зависимый фосфатный транспортер NaPi2b – это мембранный белок, повышенная экспрессия которого наблюдается в ряде опухолей. В области большого внеклеточного домена (ВКД) NaPi2b находится эпигенетический маркер MX35, который является мишенью для противоопухолевых терапевтических антител XMT-1536 и XMT-1592 [1,2]. Установлено, что в механизме распознавания эпигенетического маркера MX35 антителами участвуют остатки цистеина в положениях 303, 322, 328 и 350, между которыми могут образовываться дисульфидные связи, обеспечивая конформацию ВКД, необходимую для распознавания антителами. Для более детального изучения особенностей конформации ВКД необходимо получение клеточных линий, экспрессирующих мутантные варианты транспортера NaPi2b с заменами вышеуказанных остатков цистеина на остатки аланина.

Цель работы. Получение рекомбинантных лентивирусных векторов для создания панели клеточных линий рака яичника OVCAR–8, экспрессирующих рекомбинантные мутантные формы NaPi2b с заменой остатков цистеина C303, C322, C328 и C350 на остатки аланина.

Материалы и методы. Для работы использовали лентивирусный вектор pLV-CMV-H4 puro. Клонирование фрагментов ДНК, кодирующих мутантные варианты транспортера NaPi2b, проводили с использованием эндонуклеаз рестрикции EcoRI и BamHI. Амплификацию рекомбинантных векторов проводили в компетентных клетках *E. coli* штамма XL-1 Blue с последующей очисткой методом щелочного лизиса и оценкой концентрации и качества полученных препаратов методами спектрофотометрии и горизонтального электрофореза в агарозном геле.

Результаты. Получено 4 рекомбинантных вектора pLV-CMV-H4 puro, кодирующих мутантные формы транспортера NaPi2b с одной из аминокислотных замен C303A, C322A, C328A, C350A. Концентрация плазмид составила от 200 до 700 нг/мкл, соотношение поглощения при 260 и 280 нм для всех образцов составило от 1,8 до 1,9. Таким образом, полученные векторы могут быть использованы для получения лентивирусных частиц и создания панели клеточных линий OVCAR–8, экспрессирующих мутантные варианты транспортера NaPi2b для изучения особенностей конформации ВКД транспортера NaPi2b.

Работа выполнена при поддержке Программы стратегического академического лидерства Казанского федерального университета (ПРИОРИТЕТ-2030).

1. Bulatova L, Savenkova D, Nurgalieva A, Toward a Topology-Based Therapeutic Design of Membrane Proteins: Validation of NaPi2b Topology in Live Ovarian Cancer Cells//Frontiers in Molecular Biosciences. – 2022. – Vol.9, Is.. – Art. №895911.

2. Kiyamova, R.G., Gryshkova, V.S., Usenko, V.S., Khozaenko, Y.S., Gurtovyy, V.A., Yin, B., et al. (2008a). Identification of Phosphate Transporter NaPi2b as MX35 Cancer Antigen by Modified SEREX Approach. Biopolym. Cell. – T.24. – C. 218–224.

КОМПЛЕКСЫ ФИЦИНА С МИКРО– И НАНОЧАСТИЦАМИ КАРБОКСИМЕТИЛХИТОЗАНА

Ю.А. Ред'ко, М.Г. Холявка, М.С. Лавлинская, А.В. Сорокин, В.Г. Артюхов

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

redkoju@yandex.ru

С помощью процессов комплексообразования исследователи стремятся «защищать» катализически активную структуру фермента от факторов внешней среды. При этом для формирования взаимодействий фермент-носитель важно учитывать сродство между функциональными группами этих двух компонентов [1, 2]. Одним из перспективных полисахаридов для образования комплексов с биомакромолекулами является карбоксиметилхитозан, который обладает такими уникальными свойствами, как биодеградация, биосовместимость, нетоксичность, возобновляемость, доступность. Кроме того, важно учитывать его высокую адгезивность, противогрибковые, бактериостатические и кислородопроницаемые свойства. Среди растительных протеаз, перспективных для биомедицинского применения, можно выделить фицин (КФ 3.4.22.3) [3]. Для протеаз в целом, и для цистеиновых протеаз в частности, с целью повышения времени их полужизни важно предотвращать влияние процессов, вызываемых активными формами кислорода, а также снижать скорость реакции автолиза [4, 5].

В ходе проделанной работы нами были получены микро– и наночастицы среднемолекулярного и высокомолекулярного карбоксиметилхитозана без и с добавлением аскорбиновой кислоты, а также ассоциаты этих микро– и наночастиц с растительным ферментом – фицином. В ходе экспериментов по определению стабильности ассоциатов микро– и наночастиц карбоксиметилхитозана и протеазы выявлялось снижение каталитической активности всех препаратов в течение семи суток наблюдения. Показано, что комплексы фицина и микро– и наночастиц карбоксиметилхитозана, полученные с добавлением аскорбиновой кислоты, показали более высокие значения протеолитической активности. Каталитическая способность ассоциатов фицина с наночастицами оказалась выше по сравнению с комплексами фицина с микрочастицами карбоксиметилхитозана.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №21-74-20053)

1. Холявка М.Г., Наквасина М.А., Артюхов В.Г. Практикум по биотехнологии: иммобилизованные биологические объекты в системе лабораторных работ: учебное пособие. Воронеж, 2017.
2. Ol'shannikova S.S., Red'ko Y.A., Lavlinskaya M.S., Sorokin A.V., Holyavka M.G., Artyukhov V.G. Preparation of papain complexes with chitosan microparticles and evaluation of their stability using the enzyme activity level // Pharmaceutical Chemistry Journal. 2022. V. 55. №11. P. 1240-1244.
3. Королева В.А., Холявка М.Г., Ольшанникова С.С., Артюхов В.Г. Разработка методики получения комплексов фицина с наночастицами хитозана с высоким уровнем протеолитической активности // Биофармацевтический журнал. 2018. Т. 10. №4. С. 36-40.

4. Тризна Е.Ю., Байдамшина Д.Р., Холявка М.Г., Шарафутдинов И.С., Хаирутдинова А.Р., Хафизова Ф.А., Закирова Е.Ю., Хафизов Р.Г., Богачев М.И., Каюмов А.Р. Растворимые и иммобилизованные папаин и трипсин-деструкторы бактериальных биопленок // Гены и Клетки. 2015. Т. 10. №3. С. 106-112.

5. Baidamshina D.R., Trizna E.Y., Kayumov A.R., Koroleva V.A., Olshannikova S.S., Artyukhov V.G., Holyavka M.G., Bogachev M.I. Biochemical properties and anti-biofilm activity of chitosan-immobilized papain // Marine Drugs. 2021. V. 19. №4. P. 197.

СКРИНИНГ ЦИТОТОКСИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ КОНЬЮГАТОВ БЕТУЛИНОВОЙ КИСЛОТЫ, СОДЕРЖАЩИХ ТРИАРИЛФОСФОНИЕВЫЕ ФРАГМЕНТЫ

Т.И. Салихова^a, Т.И. Абдуллин^a, Л.Р. Идрисова^a, А.В. Немтарёв^b, В.Ф. Миронов^b

^a*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия*

^b*Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
taliya.salikhova@mail.ru*

Бетулиновая кислота (БК) является природным тритерпеноидом с широким спектром биологической активности, в том числе, противоопухолевой [1]. Основным механизмом цитотоксического действия БК является индукция митохондриального пути апоптоза в опухолевых клетках [2]. Актуальной проблемой является создание химически модифицированных производных БК с улучшенными свойствами. Ранее было показано, что конъюгаты БК с катионом трифенилфосфония (TFPh^+) являются перспективными противоопухолевыми агентами [3].

В данной работе получены и охарактеризованы новые TFPh -конъюгаты БК, содержащие различные заместители в ароматических фрагментах. Полученные соединения обладают высокой цитотоксичностью в отношении опухолевых клеток аденомы простаты (PC-3) и рака молочной железы (MCF-7) со значениями IC_{50} 0.12-0.63 мкМ. Наиболее активными оказались конъюгаты с *мета*-толильными фрагментами при атоме фосфора и длиной метиленового линкера $(\text{CH}_2)_5$ и $(\text{CH}_2)_6$. В отношении фибробластов кожи человека (HSF) новые конъюгаты показали меньшую цитотоксичность (IC_{50} 0.35-0.70 мкМ). Для конъюгатов выявлена также антибактериальная активность в отношении грамположительных бактерий со значениями МИК в диапазоне 7.8-15.6 мкМ, самым активным оказался конъюгат с диметоксифенильными заместителями при атоме фосфора.

Исследование выполнено за счет средств субсидии, выделенной КФУ для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности (проект FZSM-2022-0020).

1. R. Csuk et al. Expert Opin. Ther. Patents, 2014, 24, 1–11.
2. M.F. Ross et al. Biochem. Mosc., 2005, 70, 222–230.
3. O.V. Tsepaeva et al. Anticancer agents in Med. Chem., 2020, 20, 286–300.

THE ROLE OF HOMOCYSTEINE IN THE REGULATION OF NOCICEPTIVE ACTIVITY OF THE PERIPHERAL TRIGEMINAL NERVE

S.O. Svitko, K.S. Shaidullova, E.S. Nevsky, G.F. Sitdikova

Kazan Federal University, Institute of Fundamental Medicine and Biology, Department of Human and Animal Physiology, Kazan, Russian Federation

SveOSvitko@stud.kpfu.ru

Migraine is a common neurological disorder characterized by difficulties with its treatment, due to its mainly unstudied molecular mechanisms. The trigeminal vascular system is considered as a source of pain signal in migraine [1]. Homocysteine (HC) is a sulfur-containing amino acid produced from methionine, and it's suggested that increased HC levels are contributing to migraine pathogenesis [2]. Therefore, we tried to investigate the role of increased HC plasma levels (hyperhomocysteinemia – hHCY) in nociceptive electrical activity of trigeminal peripheral afferents in rats.

Experiments were carried out on Wistar rats. Rats from hHCY group were born from females received daily methionine (7.7 g/kg diet) with food 3 weeks before and during pregnancy. The plasma HC level was elevated in hHCY rats ($16.5 \pm 1.9 \mu\text{M}$), the presence of hHCY was confirmed. Electrophysiological experiments were performed on male 4-8 weeks old rats, using the method of recording action potentials (APs) of the trigeminal nerve innervating the dura mater in a rat half-cranial preparation [1].

To analyze excitability of trigeminal (TG) afferents we applied high potassium containing solution (KCl 5 mM, 10 mM, 25 mM and 50 mM) to our preparation. In rats from the control group the minimum concentration of KCl which significantly increased frequency of APs was 25 mM (from 282 ± 60 APs per 5 min to 816 ± 110 APs per 5 min; №= 6; $p < 0,05$). KCl 50 mM decreased spiking. In hHCY group the baseline frequency of APs was higher – 622.4 ± 31.3 APs per 5 min ($n = 7$; $p < 0,05$) and KCl 5 mM significantly increased the frequency of APs (1262.3 ± 120.2 APs per 5 min, №= 7; $p < 0,05$) Thus, the TG nerve of rats from hHCY group exhibited increased sensitivity to depolarization by KCl indicating higher excitability of afferent nerve endings.

The work was supported by Russian Science Foundation №20-15-00100.

1. K.S. Koroleva, J. Evol. Biochem. Phys. 58, 3 (2022).

2. I. Liampas, Head.:J. Head Face Pain. 60, 8 (2020).

МОДЕЛЬ ЛОКАЛЬНОЙ ЭПИЛЕПТИФОРМНОЙ АКТИВНОСТИ, ВЫЗВАННОЙ ИНТРАКОРТИКАЛЬНОЙ ИНЬЕКЦИЕЙ 4-АМИНОПИРИДИНА, У ЮВЕНИЛЬНЫХ КРЫС IN VIVO

**В.М. Силаева, В.В. Шумкова, В.Р. Ситдикова, А.Е. Логашкин, А.Р. Мамлеев, Я.В. Попова,
М.Г. Минлебаев**

*Институт фундаментальной медицины и биологии НИЛ «Нейрофизиология» КФУ, Казань, Россия
valentisilaeva@gmail.com*

Введение. Эпилепсия – это неврологическое расстройство, которое затрагивает до 2% населения и характеризуется повторяющимися приступами различной природы [1]. Понимание механизмов, лежащих в основе эпилептической активности, имеет решающее значение для разработки стратегии лечения. В большинстве экспериментальных моделей фармакологически индуцированной острой эпилептиформной активности используется системное введение проэпилептиогенов [2,3]. Однако распространение проэпилептогена в нервной ткани может существенно изменить результаты эксперимента. Следовательно, необходима модель пространственно ограниченной инъекции проэпилептогена. Мы попытались решить эту проблему с помощью локальной интракортикальной инъекции 4-аминопиридин (4-АП).

Материалы и методы. Фокальная эпилептиформная активность вызывалась локальным введением 4-АП (200 нл, 50 ммоль) через углеродную трубку с внутренним диаметром 70 мкм в соматосенсорную кору ювенильных крыс линии Wistar *in vivo*. Для характеристики распространения проэпилептогена регистрировали внутриклеточную активность в режиме постоянной фиксации тока. Охарактеризованы изменения полуширины потенциалов действия до и после инъекции 4АП.

Результаты. Однократное местное введение 4АП сопровождалось множественными эпизодами иктальной активности. Анализ потенциалов действия показал различия полуширины у нейронов, находящихся на разных расстояниях от места введения проэпилептогена. У нейронов, зарегистрированных на расстоянии непосредственной близости (менее 1.0 мм) от места инъекции 4-АП, наблюдалось увеличение полуширины спайков (до инъекции 1.8 ± 0.4 мс, после – 4.2 ± 1.5 мс). В то время как для клеток, расположенных на расстоянии от инъектора более 1.0 мм, длительность внутриклеточно зарегистрированного потенциала действия достоверно не изменялась (полуширина до инъекции 1.8 ± 0.4 мс, после – 1.9 ± 0.2 мс).

Заключение. Наши результаты показывают, что локальная интракортикальная инъекция 4АП пространственно ограничена и индуцированные 4-АП иктальные разряды в этом случае могут служить моделью для изучения эпилептиформной активности в интактной нервной ткани.

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета (ПРИОРИТЕТ-2030).

1. Fisher RS, Acevedo C, Arzimanoglou A, Bogacz A, Cross JH, Elger CE, Engel J Jr, Forsgren L, French JA, Glynn M, Hesdorffer DC, Lee BI, Mathern GW, Moshé SL, Perucca E, Scheffer IE, Tom-

son T, Watanabe M, Wiebe S. ILAE official report: a practical clinical definition of epilepsy. *Epilepsia*. 2014 Apr;55(4):475-82. doi: 10.1111/epi.12550. Epub 2014 Apr 14. PMID: 24730690.

2. Кашапов Ф.Ф. Модели эпилептиформной активности *in vivo* //APRIORI. Серия: Естественные и технические науки. – 2018. – №. 1. – С. 6-6

3. Velišek L. Models of chemically-induced acute seizures. In: Pitkänen A, Schwartzkroin PA, Moshé SL, eds. *Models of Seizures and Epilepsy*. Amsterdam: Elsevier; 2006: 127–152.

ОСОБЕННОСТИ МИЦЕЛЛООБРАЗОВАНИЯ БЛОК-СОПОЛИМЕРОВ В РАСТВОРЕ

E.A. Титова, А.А. Петров, А.А. Ахмадияров, И.Т. Ракипов

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

ekat82fw@gmail.com

Блок-сополимеры – важный класс поверхностно-активных веществ, находящий применение в разнообразных практических задачах. Одной из задач является их применение в сфере адресной доставки лекарственных препаратов. Данная возможность реализуется за счёт образования в водных растворах супрамолекулярных агрегатов (мицелл) с лекарственными препаратами. При этом следует отметить, что на эффективность транспортировки лекарственных средств существенно оказывают термодинамические свойства мицелл в растворе.

Настоящая работа посвящена изучению термохимических и структурных параметров образования мицелл блок-сополимерами (P123, F127, F108, F68 и др) в растворе. Выбор данных объектов позволяет проводить анализ соотношений между структурой и свойствами полимеров.

В рамках работы методом тензиометрии определены поверхностные напряжения данных полимеров в растворе при двух температурах 25 и 37 °C. Рассчитаны критические концентрации мицеллообразования (ККМ). Выявлены соотношения между структурой и стабильностью мицелл. При этом проведён анализ размера образующихся мицелл в растворе методом динамического светорассеяния (ДСР). Обнаружено, что не зависимо от температуры (от 20 до 37 °C) размер мицелл не изменяется. Однако при изменении концентрации наблюдается изменение агрегационного числа в мицеллах.

Одним из параметров, отражающих прочность связывания (устойчивость) в мицеллах является энталпия мицеллобразования. В настоящей работе методом дифференциально-сканирующей калориметрии (ДСК) и калориметрии растворения получены энталпии мицеллообразования для серии полимеров в растворе при различных концентрациях. В рамках работы проведено обсуждения влияния концентрации, структуры и строения полимеров на энталпии образования мицелл.

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета («Приоритет-2030»).

ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ НОВЫХ АНТИМИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ И ЭНХАНСЕРОВ УЖЕ ИМЕЮЩИХСЯ АНТИБИОТИКОВ

*E.Ю. Тризна^a, М.С. Федорова^a, В.Н. Ильина^a, А.И. Колесникова^a, Д.Р. Байдамишина^a,
И.Р. Гильфанов^a, Л.Е. Никитина^b, А.Р. Каюмов^a*

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

² Казанский государственный медицинский университет, Казань, Россия

trizna91@mail.ru

Все более быстрое развитие и распространение микроорганизмов с устойчивостью к существующим лекарственным препаратам делает поиск новых лекарственных антибактериальных средств приоритетной задачей медицинской химии. При этом значимую проблему для терапии инфекционных заболеваний создают патогенные бактерии с повышенной толерантностью к антимикробным препаратам.

Одним из подходов к преодолению повышенной толерантности патогенной микрофлоры является потенцирование действия антимикробных препаратов за счет облегчения их проникновения в клетку. Одним из классов мембранотропных веществ, изменяющих проницаемость клеточных мембран, является класс природных соединений терпенового ряда. Поэтому введение в молекулу биологически активного вещества монотерпенового фрагмента влияет на мембранный транспорт и связывание с мембраной клетки, что позволяет ожидать усиление биологической активности подобных бифармакофорных молекул.

Вторым вариантом потенцирования действия антимикробных препаратов является их комбинирование с бактериофагами. Кроме непосредственного лизиса клеток бактерий, бактериофаги могут проявлять синергизм с антибиотиками. Несомненным достоинством бактериофагов является отсутствие влияния на микробиоту человека и токсичности.

Одним из механизмов толерантности бактерий к противомикробным препаратам является способность к формированию биопленок, в которых клетки погружены во внеклеточный матрикс. Разрушив компоненты внеклеточного матрикса можно повысить доступность бактерий для антибиотиков. Использование протеаз фицина, папаина и сахараз – леваназы SacC, препарата Лонгидаза способствует разрушению биопленок грамположительных и грамотрицательных бактерий и повышает эффективность антибиотиков, применяемых в медицинской практике.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности. Проект №FZSM-2022-0017.

ВЫДЕЛЕНИЕ НОВЫХ БАКТЕРИОФАГОВ, ЛИЗИРУЮЩИХ ПАТОГЕНЫ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД Г. КАЗАНИ

М.С. Федорова, А.Э. Гатина, В.Н. Ильина, Л.Л. Ядыкова, А.Р. Каюмов, Е.Ю. Тризна

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

MaSFedorova97@mail.ru

На сегодняшний день широкое распространение инфекций во всём мире вызвано активным развитием бактериальной антибиотикорезистентности, в связи с этим, разработка новых подходов антимикробной терапии является актуальной задачей. Использование бактериофагов в качестве терапевтических средств является многообещающим подходом в борьбе с инфекциями.

В данном исследовании проводился поиск, выделение бактериофагов из сточных вод города Казани, вирулентных в отношении *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Enterobacter sakazakii*. Для выделения бактериофагов проводили отбор проб воды с последующей ступенчатой фильтрацией и оценкой вирулентных свойств с помощью анализа на двухслойном агаре. Выделены изоляты бактериофагов, обеспечивающих лизис на бактериальном газоне *K. pneumoniae*, *A. baumannii*, *P. aeruginosa*, *E. faecalis*, *E. coli*; бактериофагов *S. aureus* выделить не удалось. Следующим этапом оценивали вирулентные свойства бактериофагов в отношении клинических изолятов *E. coli* и *E. faecalis*. Результаты показали высокий уровень литической активности *E. coli* – фаголизата в отношении восемнадцати изолятов *E. coli*. В случае с *E. faecalis*, один из четырех изолятов *Enterococcus* проявил чувствительность к бактериофагу, вероятно, это обусловлено их отличительными особенностями.

Таким образом, нами были выделены бактериофаги *E. coli*, *K. pneumoniae*, *A. baumannii*, *P. aeruginosa*, *E. faecalis*, *E. sakazakii*. В дальнейшем планируется идентификация единичных бактериофагов и подробная оценка их специфичности и синергии с антимикробными препаратами.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения задания в сфере научной деятельности. Проект №FZSM2022-0017.

ОСОБЕННОСТИ СВЕРТЫВАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ МЫШЕЙ ACOMYS CAHIRINUS

Н.С. Филатов¹, А.И. Билялов^{1,2}, И.И. Газизов¹, Р.Р. Хисматуллин¹, Р.И. Литвинов³,
Е.И. Шагимарданова^{1,2}, А.П. Киясов¹, О.А. Гусев^{1,4}

¹*Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия*

²*Московский клинический научный центр им. А. С. Логинова департамента здравоохранения города Москвы, Россия*

³*Медицинская школа Пенсильванского университета, Филадельфия, США*

⁴*Университет Джюнкендо, Токио, Япония*

Ns.filatov@yandex.ru

Мыши рода Acomys демонстрируют необычно высокие способности восстановления тканей без образования рубца, что делает их интересным и новым модельным организмом для исследования восстановления тканей [1]. Мы обнаружили, что система гемостаза у иглистых мышей функционирует более эффективно, чем у мышей Balb/c, по следующим показателям: время кровотечения из хвоста, концентрация фибриногена в плазме, морфология кровяного сгустка. У мышей Acomys cahirinus обнаружено значительное сокращение времени кровотечения из хвоста по сравнению с мышами Balb/c, что связано с увеличением концентрации фибриногена в плазме крови колючих мышей, что, вероятно, объясняет их замечательную способность к остановке кровотечения. Состав и свойства кровяных сгустков, полученных от колючих мышей, также отличались от таковых у мышей Balb/c: они обладали лучшими механическими характеристиками и имели плотную структуру с повышенным количеством фибрина, отделенного от эритроцитов. Интересно, что у Acomys cahirinus было снижено количество тромбоцитов, что дает основание для более глубокого изучения его возможной связи с гиперкоагуляционным фенотипом. Полученные результаты проливают свет на отличительные особенности гемостатического потенциала Acomys cahirinus и намекают на возможные адаптации в их экологической нише. Изучение механизмов и эволюционных особенностей гемостатической системы этого удивительного вида может открыть путь к пониманию роли свертывания крови в его исключительной способности к регенерации.

1. Maden, M.; Varholick, J.A. Model systems for regeneration: the spiny mouse, Acomys cahirinus. Development 2020, 147, dev167718.

ОЦЕНКА АНТИГЕНПРЕЗЕНТИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ ДЕНДРИТНЫХ КЛЕТОК МОНОЦИТАРНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ, НАГРУЖЕННЫМИ МЕМБРАННЫМИ ВЕЗИКУЛАМИ ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТОК IN VITRO

Ч.Б. Харисова, Ю.П. Маясин, А.В. Городилова, М.Т. Осинникова, К.В. Китаева, И.Ю. Филин,
В.В. Соловьева, А.А. Ризванов

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

harisovachulpan@gmail.com

Вакцины на основе дендритных клеток (ДК) стали одними из наиболее перспективных подходов иммунотерапии рака. В качестве опухоль-специфичного антигена (ОСА) для презентации ДК могут быть применены мембранные везикулы благодаря наличию на их поверхности мембранных ОСА родительских клеток. Активированные ДК Т-лимфоциты выполняют ключевую роль в противоопухолевом иммунном ответе, направляясь к клетке-мишени для ее элиминации путем апоптоза. Целью исследования является анализ активации эффекторных Т-лимфоцитов дендритными клетками моноцитарного происхождения (моДК), нагруженными мембранными везикулами опухолевых клеток, на различных этапах культивирования в течение 7 дней.

Для генерации моДК клетки моноцитарной фракции культивировали в течение 7 дней с использованием цитокинового коктейля. В качестве ОСА использовали индуцированные цитохалазином В мембранные везикулы (иМВ), выделенные из клеток рака молочной железы линии MDAMB-231 (иМВ-MDA-MB-231) и клеток глиобластомы линии SNB-19 (иМВ-SNB-19). К загруженным ОСА ДК добавляли нативные МКПК и инкубировали в течение 7 суток для оценки активации эффекторных Т-лимфоцитов. Оценку активации Т-лимфоцитов проводили при помощи проточной цитофлуориметрии методом окрашивания конъюгированными антителами.

Нами было показано, что культивирование нативных МКПК со зрелыми моДК, нагруженными ОСА приводило к увеличению активированных Т-киллеров на 3 сутки: после моДК+иМВ-MDA-MB-231 на 5,25%, после моДК+иМВ-SNB-19 на 4,9% по сравнению с контрольной группой. На 7 сутки количество активированных Т-киллеров после моДК+иМВ-MDA-MB-231 составило 14,6%, по моДК+иМВ-SNB-19 – 17,45% по сравнению с контролем. При этом было отмечено увеличение количества активированных Т-хелперов 1 типа на 7 день культивирования: на 12,85% после моДК+иМВ-MDA-MB-231 и на 15,95% после моДК+иМВ-SNB-19. Стоит указать, что на 7 день культивирования доля активированных Т-регуляторных клеток в контрольном образце составила 8,2%, а в опытных образцах МКПК+ДК+иМВ-MDA-MB-231 и ДК+иМВ-SNB-19 – 14,5% 14,7%, соответственно.

Таким образом, совместное культивирование нативных МКПК и моДК, загруженных опухолевыми антигенами, привело к значительному увеличению популяции активированных Т-киллеров, а также Т-хелперов 1 типа на 7 сутки. Однако необходимы дальнейшие исследования для изучения возможных путей иммуномодулирующей активности.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №22-24-20018.

**СОЗДАНИЕ ВЕКТОРА ДЛЯ ЦЕЛЕВОЙ ИНАКТИВАЦИИ ГЕНА
МЕТАЛЛОПРОТЕИНАЗЫ BACILLUS PUMILUS С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ТЕХНОЛОГИИ CRISPR/CAS9**

**Д.И. Хасанов, Н.Л. Рудакова, Ю.В. Данилова, Ю.А. Васильева, А.И. Гильмутдинова,
Е.Э. Ласточкина, Е.С. Волкова, М.Р. Шарипова**

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия
hasda2149@gmail.com

Внеклеточная металлопротеиназа *B. pumilus* 3-19, обнаруженная учеными Казанского федерального университета, представляет собой первый бактериальный фермент-гомолог эукариотических металлопротеиназ семейства астацинов и адамализинов среди внеклеточных протеиназ бацилл, не имеющий гомологов среди других протеолитических ферментов прокариот. Для изучения роли металлопротеиназы *B. pumilus* в бактериальной клетке необходимо исследовать, как инактивация её гена скажется на физиологических характеристиках штамма. Анализ полученных данных в сравнении с нативным штаммом с активным геном металлопротеиназы позволит установить функции фермента в клетках бацилл.

Целью данного исследования явилось создание плазмидного вектора для целевой инактивации гена металлопротеиназы *B. pumilus* 3-19 (*tprBp*) с помощью технологии CRISPR/Cas9.

В работе был использован вектор pJOE9282.1, содержащий систему CRISPR/Cas9 [1]. Для вставки последовательности направляющей последовательности (sgRNA), направляющей эднонуклеазу cas9 к гену-мишени, вектор pJOE9282.1 предварительно расщепляли по сайту рестрикции *BsaI*. Последовательность sgRNA получили путем отжига двух праймеров и затем лигировали с рестриционным вектором. Фланкирующие последовательности гена *tprBp* были получены с геномной ДНК *B. pumilus* 3-19 методом ПЦР, после чего встроены по сайту *SfiI* в вектор pJOE9282.1. Наличие вставок sgRNA и фланкирующих последовательностей гена-мишени подтверждали методом ПЦР-анализа и секвенированием.

В результате проделанной работы был получен вектор pKDm06.23, который в дальнейшем будет трансформирован в клетки *B. pumilus* 3-19 для получения делеционного мутанта с инактивированным геном внеклеточной металлопротеиназы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ и Кабинета Министров Республики Татарстан в рамках научного проекта №23-24-10059.

1. Altenbuchner J. Editing of the *Bacillus subtilis* Genome by the CRISPR-Cas9 System [Text] / J. Altenbuchner // Applied and environmental microbiology – 2016. – V.82. – №17. – P.5421-5427.

ОСОБЕННОСТИ АДСОРБЦИОННОЙ ИММОБИЛИЗАЦИИ ЭНДО- И ЭКЗОИНУЛИНАЗЫ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АСПЕКТ

М.Г. Холявка, С.М. Макин, В.Г. Артюхов

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

holayavka@rambler.ru

Выполнен виртуальный скрининг лигандов для иммобилизации эндоинулиназы из *Aspergillus ficiuum* [1] и экзоинулиназы из *Kluuyveromyces marxianus* [2]. Предложен алгоритм для выявления особенностей их адсорбционной иммобилизации [3, 4]. Визуализированы вероятные сайты связывания полимерных матриц с молекулами фермента. Установлено, что образование комплекса инулиназы с заряженными носителями происходит в основном за счет водородных связей и ван-дер-ваальсовых взаимодействий. Показано, что при сорбции эндо- и экзоинулиназы на матрицах КУ-2, АВ-17-2П, ВИОН КН-1, ВИОН АН-1, КОПАН-90 и хитозана выявляются следующие сходства: 1) при взаимодействии обоих видов инулиназ с матрицей КУ-2 Н-связи образуются только между сульфогруппами носителя и молекулой белка; 2) между матрицей анионита АВ-17-2П и ферментами выявляется наличие лишь ван-дер-ваальсовых взаимодействий и отсутствие Н-связей; 3) хитозан образует с обеими инулиназами наибольшее количество Н-связей из исследуемых нами носителей. Выявлены отличительные особенности эндо- и экзоинулиназы при их сорбции: 1) силы взаимодействия экзоинулиназы с поверхностью смолы КУ-2 в целом превалируют, а число Н-связей и количество аминокислотных остатков, образующих ван-дер-ваальсовы взаимодействия, больше, чем у эндо-формы; 2) силы взаимодействия и число аминокислот, участвующих в ван-дер-ваальсовых взаимодействиях, для экзоинулиназы при сорбции на АВ-17-2П также превышают их значения для эндоинулиназы; 3) в отличие от эндо-формы, у которой 21 аминокислотный остаток входит в состав сайтов связывания со всеми исследуемыми нами носителями, у эндоинулиназы такой остаток только один [1, 2, 5, 6].

1. Holyavka M.G., Artyukhov V.G., Kondratyev M.S., Samchenko A.A., Kabanov A.V., Komarov V.M. *In silico* design of high-affinity ligands for the immobilization of inulinase // Computers in Biology and Medicine. 2016. Vol. 71, pp. 198-204.
2. Холявка М.Г., Кондратьев М.С., Терентьев В.В., Самченко А.А., Кабанов А.В., Комаров В.М., Артюхов В.Г. Молекулярный механизм адсорбционной иммобилизации инулиназы на полимерных матрицах // Биофизика. 2017. Т. 62. №1. С. 9-16.
3. Holyavka M.G., Kondratyev M.S., Lukin A.N., Agapov B.L., Artyukhov V.G. Immobilization of inulinase on KU-2 ion-exchange resin matrix // International Journal of Biological Macromolecules. 2019. Vol. 138, pp. 681-692.
4. Holyavka M.G., Kayumov A.R., Baydamshina D.R., Koroleva V.A., Trizna E.Yu., Trushin M.V., Artyukhov V.G. Efficient fructose production from plant extracts by immobilized inulinases from *Kluuyver-*

myces marxianus and *Helianthus tuberosus* // International Journal of Biological Macromolecules. 2018. Vol. 115, pp. 829-834.

5. Сакибаев Ф.А., Холявка М.Г., Макин С.М., Артюхов В.Г. Поиск *in silico* возможных сайтов связывания молекул эндоинулиназы из *Aspergillus ficuum* и экзоинулиназы из *Aspergillus awamori* с заряженными и гидрофобными носителями // Биофизика. 2019. Т. 64. №3. С. 428-436.

6. Сакибаев Ф.А., Макин С.М., Холявка М.Г., Артюхов В.Г. Закономерности формирования димерных комплексов молекулами экзо- и эндоинулиназ. Изменение состава потенциальных сайтов связывания с заряженными и гидрофобными носителями для их иммобилизации // Сорбционные и хроматографические процессы. 2021. Т. 21, №6. С. 905-927.

ОБРАЗОВАНИЕ ФИБРИНОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ МУКОРОМИЦЕТАМИ

Ю. Цао, Ч. Хань, А.А. Осмоловский

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

саоуян883@gmail.com

Фибрин является важным компонентом тромба, и для его растворения обычно используются вещества-тромболитики. К сожалению многие тромболитики дороги и имеют серьезные побочные эффекты. Фибринолитические ферменты, секретируемые различными грибами, могут расщеплять фибрин, и практически не имеют побочных эффектов. Это делает протеазы грибов перспективными в медицинской практике.

Цель работы – скрининг штаммов, способных секретировать фибринолитические ферменты представителями мукоромицетов.

Методы: 1. Культивирование мукоромицета: в пробирках, в посевной среде, в разных ферментационных средах; 2. Определение протеазной активности азоказеином и хромогенными пептидными субстратами (S-2251, S-2444).

Был проведен скрининг 20 родов мукоромицетов: *Absidia*, *Cunninghamella*, *Mucor*, *Actinomycet*, *Rhizopus*, *Umbelopsis* и других. Было обнаружено, что *Absidia spinosa* может секретировать высокоактивные фибринолитические ферменты. *Absidia spinosa*, выращенная в ферментационной среде №2 (источник углерода – глицерин), обладает более высокой активностью в гидролизе азоказеина и специфических хромогенных пептидных субстратов (ХПС), чем в ферментационной среде №1 (источник углерода – крахмал). Изучение динамики роста и накопления протеаз продуцентом показала наибольшую протеолитическую активность на 9-й день культивирования, а затем достигала периода плато. Максимальное значение содержания белка в ферментационной среде наблюдалось на 5 и 9 сутки.

Также выявлены оптимальная температура культивирования *Absidia spinosa* для продукции протеиназ при глубинном культивировании (28°C) и начальный рН среды (5.0 – 11.0).

СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СЕНСОРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГИПОКСИИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСОВАЗО-ПРОИЗВОДНЫХ ТИАКАЛИКС[4]АРЕНА С КРАСИТЕЛЯМИ

E.C. Чурбанова¹, Ф.Б. Габдрахманова², М.А.М. Халифа¹,

С.Р. Клешнина², С.Е. Соловьева^{1,2}, И.С. Антипин^{1,2}

¹Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

²Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН, Казань, Россия

alyaska169@gmail.com

Обнаружение гипоксии имеет большое значение в области медицины, поскольку она сопутствует развитию различных видов заболеваний. При гипоксии образуется аномальные сосудистые сети, которые приводят к нарушению доставки питательных веществ, таким образом, она является причиной резистентности опухолей к лекарственным противораковым препаратам. Гипоксия характеризуется восстановительной средой и высокой активностью соответствующих ферментов, в связи с этим были предложены сигнальные системы, в основе которых лежит принцип восстановления азосвязей под действием фермента азоредуктазы. В качестве таких систем могут быть использованы супрамолекулярные комплексы, полученные в ходе взаимодействия молекул гостя – родаминовых красителей, и молекул хозяина – азо-производных макроциклов. Ранее данный подход был успешно продемонстрирован на примере комплексов (тиа)каликсаренов, функционализированных сульфо-, карбокси- и азогруппами, в конформации конус с родаминами 6G, B, 123 [1,2].

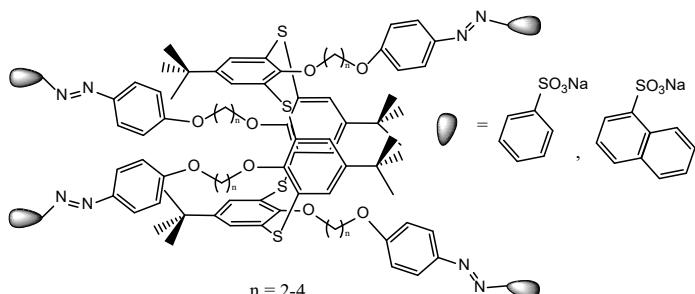


Схема 1.

В данной работе представлены лиганды, синтезированные на основе тетразамещенных азотиакаликс[4]аренов в конформации *1,3-альтернат*, содержащих сульфогруппы [3] (схема 1). Методами флуоресцентной, УФ– и ЯМР-спектроскопиями было показано, что полученные азопроизводные образуют комплексы хозяин-гость с красителями.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ №22-73-00138.

1. Mironova D., Burilov V., Galieva F., Khalifa M.A.M., Kleshnina S., Gazalieva A., Nugmanov R., Solovieva S., Antipin I. *Molecules*, 2021, 26(18), 5451.
2. Galieva F., Khalifa M., Akhmetzyanova Z., Mironova D., Burilov V., Solovieva S., Antipin I. *Molecules*, 2023, 28(2), 466.
3. Gabdrakhmanova F.B., Churbanova E.S., Khalifa M.A.M., Kleshnina S.R., Solovieva S.E., Antipin I.S. *Molbank*, 2023, 1, 1570.

ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА И АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ В ЛИМФОЦИТАХ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ИНИЦИАЦИИ АПОПТОЗА В ПРИСУТСТВИИ РЕСВЕРАТРОЛА

Е.Н. Чурсанова, Е.И. Корпусова, М.А. Наквасина

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

Eka.bio@mail.ru

С целью разработки способов регулирования процессов клеточной гибели исследованы некоторые функциональные свойства лимфоцитов человека, модифицированных воздействием УФ-света (254 нм, доза 1510 Дж/м²) и пероксида водорода (10^{-5} моль/л) в присутствии ресвератола – активатора теломеразы и соединения с широким спектром биологической активности.

Обнаружено, что воздействие ресвератрола в конечной концентрации 10^{-7} , 10^{-6} , 10^{-5} , 10^{-4} моль/л в течение 1 ч на суспензию интактных лимфоцитов индуцирует снижение уровня внутриклеточных активных форм кислорода (АФК) соответственно в 2,9; 1,6; 1,5; 2,1 раза по сравнению с таковым для немодифицированных иммуноцитов. Уровень АФК в лимфоцитах, модифицированных пероксидом водорода в присутствии ресвератрола в тех же концентрациях, снижается соответственно в 3,5; 2,0; 2,7; 1,7 раза по отношению к величинам исследуемого параметра для клеток, обработанных H_2O_2 в отсутствие полифенола. Концентрация АФК в лимфоцитах, УФ-облученных в присутствии ресвератрола в тех же концентрациях, снижается соответственно в 4,6; 2,7; 2,8; 2,0 раза по сравнению с таковой для клеток, облученных без ресвератрола.

Уровень функциональной активности каталазы интактных лимфоцитов после воздействия ресвератрола в концентрациях $10^{-7} \div 10^{-4}$ моль/л увеличивается в 2,6÷2,7 раза по сравнению с таковым для клеток в отсутствие полифенола. Величины активности каталазы лимфоцитов, модифицированных пероксидом водорода и УФ-светом в присутствии ресвератрола в тех же концентрациях, увеличиваются соответственно в 7,7÷7,1 и 4,0÷3,6 раза по сравнению с таковыми для модифицированных клеток в отсутствие полифенола. Уровень активности глутатионредуктазы лимфоцитов, модифицированных H_2O_2 и УФ-светом в присутствии ресвератрола в тех же концентрациях, увеличивается соответственно в 1,7÷1,8 и 2,7÷3,1 раза по сравнению с таковым для модифицированных клеток в отсутствие полифенола.

Следовательно, ресвератрол за счет снижения уровня продукции активных форм кислорода и повышения активности антиоксидантных ферментов – каталазы и глутатионредуктазы – может выступать в качестве регулятора процессов апоптоза лимфоцитов, индуцированных экзогенным пероксидом водорода и УФ-облучением.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ДЕФИЦИТА β -ГЕКСОЗАМИНИДАЗЫ А В МУТАНТНЫХ КЛЕТКАХ ПАЦИЕНТА С БОЛЕЗНЬЮ ТЕЯ-САКСА

А.А. Шаймарданова, Д.С. Чулпанова, В.В. Соловьева, Ш.С. Иесса, А.И. Муллагулова,
А.А. Титова, Я.О. Мухамедшина, А.А. Костенников, А.В. Тимофеева, А.М. Аймалетдинов,
И.Р. Нигметзянов, А.А. Ризванов

*Казанский (Приволжский) федеральный университет,
НИЛ OpenLab Генные и клеточные технологии, Казань, Россия
aliceshaimardanova@mail.ru*

GM2-гангиозидозы представляют собой группу аутосомно-рецессивных лизосомных болезней накопления. Эти заболевания возникают в результате дефицита лизосомного фермента β -гексозамиnidазы А (HexA). Дефицит HexA вызывает накопление GM2-гангиозидов преимущественно в клетках нервной системы, что приводит к тяжелой нейродегенерации и нейровоспалению. В настоящем исследовании была оценена способность генетически модифицированных мезенхимных стволовых клеток (МСК) восстанавливать дефицит HexA в клетках пациента с болезнью Тея-Сакса (БТС) *in vitro*, а также показана функциональность полученных клеток *in vivo*. МСК были генетически модифицированы рекомбинантными аденоассоциированными вирусами, кодирующими кодон-оптимизированные гены α - и β -субъединиц фермента HexA (МСК-HEXA-HEXB). МСК-HEXA-HEXB культивировали с МСК пациента с БТС (мутМСК) в системе Трансвелл, после чего изучали эффективность перекрестной коррекции дефицита HexA. Крысам внутривенно вводили 4×10^6 МСК-HEXA-HEXB, контрольным группам вводили нативные МСК или физраствор. После доставки HexA путем перекрестной коррекции в системе Трансвелл мутМСК содержали кодон-оптимизированные копии генов *HEXA* и *HEXB*. Как α -, так и β -субъединицы HexA были обнаружены в мутМСК после перекрестной коррекции. Показано, что после введения МСК-HEXA-HEXB активность HexA значительно повышалась в плазме и органах крыс. В органах крыс обнаружены кодон-оптимизированные копии генов *HEXA* и *HEXB*. Введение МСК-HEXA-HEXB не влияло на процент живых клеток в органах иммунной системы, лейкоформулу и уровень воспалительных цитокинов по сравнению с контрольными группами. Гистопатологический анализ не выявил существенных различий между опытной и контрольными группами.

Таким образом, эффективность кросс-коррекции дефицита HexA была показана в мутМСК после взаимодействия с МСК-HEXA-HEXB. Показано, что МСК-HEXA-HEXB экспрессируют функционально активный фермент HexA, выявляемый *in vivo*, а внутривенное введение клеток не вызывает иммунного ответа у животных. Эти данные позволяют предположить безопасность и функциональность разработанного способа клеточно-опосредованной генной терапии.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности. ПРОЕКТ №FZSM-2023-0011.

ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ ФЕРМЕНТАТИВНЫЕ НАНОРЕАКТОРЫ НА ОСНОВЕ БЛОК-СОПОЛИМЕРОВ ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ И ПОЛИПРОПИЛЕНСУЛЬФИДА ДЛЯ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ПАРАОКСОНА

З.М. Шайхутдинова^{a,b}, Т.Н. Паширова^b, Д.А. Татаринов^b, М.Н. Мансурова^a, Р.Р. Казакова^a, А.В. Богданов^b, П. Массон^a

^a Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

^b Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
shajhutdinova.z@mail.ru

В настоящее время одним из быстрорастущих направлений наномедицины является применение наноустройств, способных выполнять биомедицинские функции [1]. Инкапсулирование ферментов в нанореакторы (nR) позволяет создавать детоксифицирующие наноустройства, способные разлагать ксенобиотики. Во время их функционирования реагенты (субстраты, токсиканты) проникают в nR через ограничивающий слой (мембрану), а нетоксичные продукты высвобождаются во внешнюю среду [2]. Целью представленной работы является *in vitro* и *in vivo* нейтролизация фосфорорганического соединения параоксон (POX), являющегося активным метаболитом пестицида паратиона, с помощью nR, содержащих ферменты (фосфотриэстераза, бутирилхолинэстераза). В качестве nR методом регидратации тонкой пленки были получены полимерсомы на основе блок-сополимеров полиэтиленгликоля и полипропиленсульфида с варьированием их молекулярной массы (nR-750 и nR-2000), концентрации (0.1-1% масс.) и параметра f_{PEG} (0.23-0.27). В качестве ферментов использовались мутант фосфотриэстеразы термофильных архей *Sulfolobus solfataricus* (PTE) [3] и бутирилхолинэстераза человека. Методом динамического рассеяния света и просвечивающей электронной микроскопией установлено, что размеры nR составляют около 100 нм с PDI не превышающим 0.2, дзета-потенциал варьируется от -5 ± 1 до -10 ± 1 мВ. *In vitro* моделирование реакции нейтрализации POX в условиях второго порядка показало, что nR-PTE-750 и nR-PTE-2000 ($C_{\text{PTE}} = 0.625$ мкМ) инактивировали POX (5 мкМ) менее чем за 10 с. Испытания *in vivo* на мышах CD-1 при токсическом действии POX (подкожно) показали, что при внутривенном введении nR-PTE-2000 для профилактической защиты (за 5 мин до введения POX) и лечения (через 1 мин после введения POX) сдвиги LD₅₀ параоксона составляют $23.5 \times LD_{50}$ (при профилактике) и $7.9 \times LD_{50}$ (при лечении) [4]. Полученные сдвиги LD₅₀ и результаты работы [2] подтверждают эффективность данного терапевтического подхода. Таким образом, терапевтические нанореакторы эффективны как при профилактической защите, так и лечении отравлений POX.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ, проект №20-14-00155.

1. Т.Н. Паширова, и др., *Acta Naturae*, 2023, **15**, 4-12;
2. Т.Н. Pashirova, et al., *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 2022, **14**, 19241-19252 ;
3. L. Poirier, et al., *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 2021, **28**, 25081-25106;
4. Т.Н. Pashirova, et al., *Int. J. Mol. Sci.* 2023, **24**, 15756.

ИНГИБИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ АЛКИЛАММОНИЕВЫХ АЦИЛГИДРАЗОНОВ НА ОСНОВЕ СТЕРИЧЕСКИ-ЗАГРУЖЕННЫХ ПИРОКАТЕХИНОВ В ОТНОШЕНИИ БУТИРИЛХОЛИНЭСТЕРАЗЫ ЧЕЛОВЕКА

**3.М. Шайхутдинова^{a,b}, Т.Н. Паширова^b, Д.М. Замалетдинова^c,
С.В. Бухаров^c, А.В. Богданов^b, С.В. Лущекина^d, П. Массон^a**

*a*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

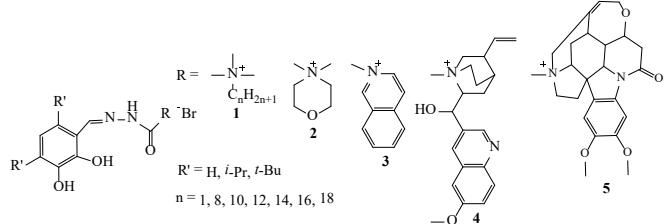
*b*Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

*c*Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия

*d*Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Москва, Россия

shajhutdinova.z@mail.ru

Четвертичные аммониевые соли (ЧАС), содержащие в структуре стерически-загруженные пирокатехины, обладают широким спектром биологической активности, включая обратимое ингибиование холинэстераз [1]. Известно, что при прогрессировании болезни Альцгеймера (БА) активность бутирилхолинэстеразы (БХЭ) возрастает, поэтому в настоящее время разрабатываются новые селективные ингибиторы БХЭ для лечения БА [2]. Целью данной работы является оценка ингибирующей активности новых ЧАС на основе стерически-загруженных пирокатехинов в отношении БХЭ человека *in vitro*.



Все исследованные соединения ингибируют БХЭ в диапазоне концентраций 5-280 μM . В ходе анализа кинетических зависимостей было установлено, что трет-бутильные производные 1 ($n=10, 14, 16, 18$) и производные изохинолина 3, хинина 4 и бруцина 5 являются ингибиторами медленного-связывания типа A, для которых характерно медленное установление стационарного состояния системы [3,4]. Молекулярный докинг ингибиторов дал наглядное представление о медленном процессе связывания. Константы ингибирования (K_i , K'_i) и время удержания (τ) наиболее активных соединений составили: 1 с $n=18$ ($K'_i = 12 \pm 1 \mu\text{M}$, $\tau = 9 \text{ мин}$), 3 ($K_i = 6.1 \pm 0.1 \mu\text{M}$, $K'_i = 9.1 \pm 0.4 \mu\text{M}$, $\tau = 3 \text{ мин}$), 4 ($K_i = 5.7 \pm 0.1 \mu\text{M}$, $K'_i = 26.8 \pm 0.4 \mu\text{M}$, $\tau = 4 \text{ мин}$), 5 ($K_i = 29.9 \pm 3.3 \mu\text{M}$, $K'_i = 60.8 \pm 11.4 \mu\text{M}$, $\tau = 4.5 \text{ мин}$). Таким образом, новые соединения близки по аффинности с такрином и обладают более длительным временем связывания с ферментом, что представляет наибольший медицинский интерес.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

1. Bogdanov A.V. et al. *Russ. J. Gen. Chem.*, 2022, **92**, 1875-1886; 2. Panek D. et al. *Eur. J. Med. Chemistry*, 2023, **249**, 115135; 3. Lushchekina S.V., Masson P. *Neuropharmacology*, 2021, **177**, 108236; 4. Cope land R.A. *Evaluation of Enzyme Inhibitors in Drug Discovery*, John Wiley & Sons, Inc., 2013.

ИММОБИЛИЗАЦИЯ ГЕМОГЛОБИНА В «STEALTH»-ЛИПОСОМАХ

E.B. Шилова, И.А. Колтаков, А.А. Пукасева, А.А. Митюкова, В.Г. Артюхов

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

В настоящее время несколько компаний работают над производством безопасных и эффективных переносчиков кислорода на основе гемоглобина. Первое и второе поколения заменителей гемоглобина были ориентированы на переливание бесклеточного гемоглобина. Эти заменители были сшитыми (связанный рекомбинантный гемоглобин), полимеризованными (связанными с глутаровым альдегидом) и конъюгированными (ПЭГ), чтобы преодолеть проблемы, связанные с диссоциацией свободного гемоглобина. Из-за неожиданной токсичности и высокого уровня смертности производство этих систем было прекращено. Нивелировать негативные эффекты применения свободного гемоглобина может инкапсуляция его в липосомальные структуры. «Stealth»-липосомы получали, «пришивая» полиэтиленгликоль-400 (ПЭГ) к молекуле холестерина [1], в результате образовался комплекс холестерин-полиэтиленгликоль-холестерин (Хл-ПЭГ-Хл). Получение комплекса контролировали с помощью метода ИК-спектрофотометрии. Раствор фосфатидилхолина (Sigma) (0.5%), холестерина (Sigma) (0.5%) и синтезированного Хл-ПЭГ-Хл (0.01%) выпаривали на роторном испарителе IKA Control. Далее к липидной пленке добавляли 0.1 М натрий – фосфатный буфер, содержащий гемоглобин, выделенный по методу D.Drabkin [2]. Перемешивали образцы в течение минуты, осуществляя самосборку липосом. Липосомы озвучивали при помощи ультразвукового дезинтегратора Qsonica sonicators Q500 в течение 15 мин (10 секундный импульс с перерывом 3 сек) при частоте 20 кГц. Методом динамического рассеяния света было установлено, что гидродинамический размер синтезированных частиц составил $238,1 \pm 41,9$ нм. Электрофорез в полиакриламидном геле в присутствии SDS проводили по модифицированному методу Дэвиса [3]. Обработка изображений электрофоретического геля в программе ImageJ показала, что в липосомы включается 53% белка. Таким образом, полученные результаты открывают возможность дальнейших исследований синтезированных гематосом с перспективой их исследования в качестве безопасного и эффективного переносчика кислорода.

1. Yufang Wang, Jianzhu Wang, Mingshuang Sun, Jiyan Zhang and Yanping Bi. Coating liposomes with ring-like PEG: the synthesis and stealth effect of cholesterol–PEG–cholesterol / Materials Mater. Adv., 2022, 3, 2417-2424.
2. Артюхов В.Г. Практикум по биофизике / В.Г. Артюхов [и др.] – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2016. – 314 с.
3. Davis B.J. Disc electroforesis II. Method and application to human serum protein // Annals of the New York Academy of Sciences. 1964. V.121. P.404–427.

Секция II.
БИОТЕХНОЛОГИИ
И АГРОТЕХНОЛОГИИ

ОЦЕНКА АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ ВНЕКЛЕТОЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ РАЗЛИЧНЫХ ШТАММОВ *LIMOSILACTOBACILLUS FERMENTUM*

М.А. Артемова, Я.М. Монир, А.Р. Каюмов, Д.Р. Яруллина

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

Manova2013@list.ru

Пробиотические препараты могут действовать при лечении и профилактике инфекционных заболеваний. Лактобактерии проявляют антагонистические свойства благодаря выделению органических кислот и антимикробные пептиды. Благодаря этому они часто используются в качестве пробиотических бактерий.

Целью работы являлась проверка культуральной жидкости разных штаммов лактобактерий в качестве антимикробного вещества против условно-патогенных бактерий. Штаммы *Limosilactobacillus fermentum* AG8 и *Limosilactobacillus fermentum* AG16 выделены ранее из силоса, *Limosilactobacillus fermentum* HFD1 – получены из фекалий здоровых женщин. В работе использовали штаммы *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Salmonella typhimurium* ATCC14028 и *Serratia marcescens* (клинический изолят, предоставленный институтом медицинской микробиологии, г. Гиссен, Германия).

Для опыта выделили культуральную жидкость лактобактерий и поместили ее в разные варианты условий для проверки антагонистических свойств: pH от 2 до 8, температура от 25 до 120°C, также добавляли различные протеолитические ферменты. Выяснили, что полученные штаммы *L. fermentum* AG8, *L. fermentum* AG16 и *L. fermentum* HFD1 выделяют антимикробные вещества, способные подавлять рост бактерий. Также исследуемые штаммы лактобактерий толерантны к низким pH, а, следовательно, имеют устойчивость к действию кислот желудочного сока. Воздействие высоких температур и добавление протеолитических ферментов не повлияло на антагонистическую активность молочнокислых бактерий.

Таким образом исследуемые штаммы можно считать перспективными для разработки пробиотических препаратов.

Работа выполнена в рамках приоритета 2030.

ПОЛУЧЕНИЕ ФЛУОРЕСЦЕНТНО МЕЧЕНЫХ ШТАММОВ *PANTOEA BRENNERI*

Д.С. Бульмакова, Е.А. Егорова, Л.В. Сокольникова, А.Д. Сулейманова, М.Р. Шарипова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

daria_bulmakova@mail.ru

Способность колонизировать ризосферу растений-хозяев является важной характеристикой группы бактерий, способствующих росту растений (Plant Growth– Promoting Bacteria), и привлекающих особое внимание исследователей с точки зрения их применения в сельском хозяйстве в качестве биопрепаратов. При изучении PGP-бактерий часто возникает необходимость их идентификации в ходе взаимодействия с растениями и другими микроорганизмами, оценки их конкурентоспособности и выживаемости. Одним из эффективных и удобных маркеров для этих целей является экспрессия генов флуоресцентных белков в клетках.

Цель работы – получение флуоресцентно меченых PGP-штаммов *Pantoea brenneri*. Маркирование бактериальных клеток осуществляли путем экспрессии генов флуоресцентных белков в составе плазмид pFPV25.1 mut3 и pFPV25.1 td Tomato, несущих гены зеленого (GFP) и красного (tdTomato) белков, соответственно. Трансформацию штаммов *P. brenneri* исходными плазмидами осуществляли путем электропорации на приборе MicroPulser («BioRad», США). Отбор трансформантов проводили на среде LA с добавлением канамицина (50 мкг/мл). В результате получили штаммы *P. brenneri*, меченные флуоресцентными сенсорами GFP и tdTomato. Меченные бактерии детектировали на флуоресцентном микроскопе («CarlZeiss», Германия). Способность полученных штаммов ко взаимодействию с корнями растений разных видов методом конфокальной лазерной микроскопии изучается.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ №22-16-00138.

СОЗДАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ИНАКТИВАЦИИ ГЕНОВ-КАНДИДАТОВ, ОТВЕТСТВЕННЫХ ЗА ФОРМИРОВАНИЕ ISR-ПРАЙМИНГА

**Ю.А. Васильева, А.И. Гильмутдинова, Д.И. Хасанов,
Ю.В. Данилова, Н.Л. Рудакова, М.Р. Шарипова**

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
vasileva891@mail.ru*

Взаимодействуя с корнями растений, ризобактерии, стимулирующие рост растений (PGPR), вызывают устойчивое защитное состояние, которое называется индуцированная системная устойчивость (ISR). К ним относятся спорообразующие бактерии рода *Bacillus*. Вырабатывая антигрибковые антибиотики, бациллы участвуют в биоконтроле заболеваний растений. Важно отметить, что именно сурфактин играет важную роль в активизации ISR. Помимо этого, производя сидерофоры и связывая Fe, удовлетворяя свою потребность в нем и ингибируя конкурентную микрофлору. Таким образом род *Bacillus* является перспективными кандидатами для применения в сельском хозяйстве в качестве агентов биологической защиты.

Целью данного исследования является создание векторной конструкции для инактивации гена сурфактина и сидерофор методом направленного редактирования CRISPR/Cas9 в бактериях рода *Bacillus*.

Для инактивации генов мишней в работе использовался шаттл-вектор pJOE9282.1, содержащий систему CRISPR/Cas9. Путем гибридизации праймеров были получены спайсерные фрагменты (sgRNA), которые интегрировали по сайту рестрикции BsaI. С геномной ДНК *B. subtilis* и *B. pumilus* были амплифицированы фрагменты генов и встроены в плазмиду pJOE9282.1 по сайту SfI. Полученные конструкции pVYs07.23 и pGAb07.23, содержащие систему CRISPR/Cas9, sgRNA и фрагменты генов, клонировали в клетках *E. coli* DH5 α . Целостность созданных векторов подтверждалась секвенированием. Таким образом, нами были созданы и клонированы векторные конструкции pVYs07.23 и pGAb07.23 для инактивации генов сурфактина и сидерофор соответственно. В дальнейшем планируется инактивация генов ответственных за синтез сурфактина и сидерофор в геноме различных штаммов *Bacillus*.

Исследование выполнено за счет средств гранта РНФ №22-16-00138 на исследовательской базе Программы стратегического академического лидерства Казанского федерального университета (ПРИОРЕТET -2030).

ГЕНОМНЫЙ АНАЛИЗ СТИМУЛИРУЮЩЕГО РОСТ РАСТЕНИЙ ШТАММА *BACILLUS MOJAVENSIS* PS17

Е.Д. Воробьева^a, Е.Ю. Полякова^a, В.И. Аниканова^{a,b}, Б.Р. Рамазанов^{a,b}, Е.И. Шагимарданова^a

a Научный центр «Регуляторная геномика» КФУ, Казань, Россия

b ООО «Бионоватик», Казань, Россия

elizavetavrby@gmail.com

Феномен положительного влияния ряда бактерий на рост и развитие растений известен достаточно давно. Выявление штаммов, стимулирующих рост растений и исследование механизмов их действия – актуальная задача биотехнологии и сельского хозяйства. В настоящем исследовании проведен комплексный геномный анализ штамма *B. mojavensis* PS17, который продемонстрировал рост-стимулирующую активность, а также защиту от фитопатогенных грибов при испытаниях на посевах пшеницы и картофеля.

Было проведено полногеномное секвенирование штамма с использованием технологий Illumina и ONT, сборка и аннотация генома. Штамм *B. mojavensis* PS17 имеет размер 4 077 580 п.о., содержание GC – 43,9%. По данным аннотации KEGG были предсказаны метаболические пути синтеза аммиака и сероводорода. Аммиак является распространенным компонентом удобрений, и основным источником неорганического азота для растений [2]. Растворенный в почве сероводород оказывает большое влияние на рост корней растений и помогает растениям в борьбе со стрессом [3]. Кроме того предсказана способность к продукции канозамина – ингибитора роста патогенных грибов, оомицетов и некоторых вредоносных бактерий [1]. Геномные данные подтверждают ранее полученные результаты оценки антагонистической активности против ряда грибов, включая *Fusarium equiseti*, *Penicillium sp*, *Trichoderma asperellum* и др. Настоящее исследование позволило выявить молекулярные механизмы свойств штамма *B. mojavensis* PS17, подчеркивая его потенциал использования в сельском хозяйстве.

1. Milner JL, Silo-Suh L, Lee JC, He H, Clardy J, Handelsman J. Production of kanosamine by *Bacillus cereus* UW85. *Appl Environ Microbiol*. Aug 1996; 62(8): 2581–2592.
2. Ying Liu, Nicolaus von Wirén, Ammonium as a signal for physiological and morphological responses in plants, *Journal of Experimental Botany*, May 2017; 68(10): 2581–2592.
3. Li H, Chen H, Chen L, Wang C. The Role of Hydrogen Sulfide in Plant Roots during Development and in Response to Abiotic Stress. *Int J Mol Sci*. Jan 2022; 23(3): 1024.

РАЗРАБОТКА СИНБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ЛАКТОБАКТЕРИЙ И АГРОМИНЕРАЛОВ И ЕГО ОЦЕНКА НА ПЕРЕПЕЛАХ

***E.A. Гаврилова^a, О.С. Карасева^a, Я.М. Монир^a, А.М. Ежкова^b, В.О. Ежков^b, Е.В. Никитина^{a,c},
Д.Р. Яруллина^a, А.Р. Каюмов^a***

^a Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

^b Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, Казань, Россия

^c Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия

Alalila@yandex.ru

Применение кормовых добавок на основе пробиотических препаратов и агроминералов способствует улучшению иммунного статуса сельскохозяйственных животных и птицы, стимуляции роста и развития молодняка, повышению качества получаемой продукции. В качестве пробиотиков в биотехнологии и пищевой промышленности широко применяются лактобактерии.

Целью работы являлась разработка нового синбиотического препарата на основе выделенных нами ранее штаммов лактобактерий. В работе использовали штаммы: *Lactiplantibacillus plantarum* AG10, *Lactiplantibacillus plantarum* AG16, *Ligilactobacillus salivarius* LS 4-4, *Lactiplantibacillus plantarum* FCa3L, выделенные из растительного сырья, и штамм *Limosilactobacillus fermentum* HFD1 и из кишечника человека.

Для опыта отобрали 46 перепелов в возрасте двух недель и сформировали из них 6 групп, каждая из которых получала вместе с кормом в качестве добавки разный пробиотический штамм, выращенный в среде на основе молочной сыворотке; первая группа – контрольная – получала только среду на основе молочной сыворотке. Работа выполнена с одобрения локального этического комитета КФУ (протокол №40 от 9 марта 2023). Опыт продолжался на протяжении 69 дней, на протяжении которых птиц взвешивали и оценивали прирост биомассы. По окончании эксперимента оценили массу различных внутренних органов птиц, показатели биохимического и форменного анализа крови, оценили показатели качества яиц, состав микробиоты кишечника. В работе проведен сравнительный анализ данных показателей у различных групп птиц.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект РНФ-22-16-00040).

РАЗРАБОТКА БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ПАСТЕРЕЛЛЕЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Т.Р. Гайнутдинов^{1,2}

*1Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности,
Казань, Россия*

*2Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия
gtr_timur@mail.ru*

Работа выполнена в 5 неблагополучных по пастереллезу хозяйствах Пестречинского района РТ. В качестве биологического субстрата для исследований использовали диски из фильтровальной бумаги, изготовленные при помощи канцелярского дырокола, которые помещали в пенициллиновые флаконы и стерилизовали сухим жаром. Испытуемую в качестве транспортной питательной среды 199 разливали в стерильных условиях в серологические пробирки по 5 мл. В условиях обследуемых хозяйств производили отбор биологического материала следующим образом: при помощи пинцета прикладывали бумажный фильтр к слизистой оболочке ротовой и носовой полостей. Увлажненные секретом диски переносили в пробирки со средой 199 и легким встряхиванием погружали их в жидкость. Изучаемую культуру возбудителя пастереллеза высевали на МПА, МПБ, на среду 199, в целях определения способности пастерелл усваивать цитратные и аммонийные соли на среду Симмонса, а для определения образования сероводорода на среду Клиглера. Результат изучения роста пастерелл на различных питательных средах показал, что первоначальный рост на среде 199 уже был отмечен после часового культивирования при 37 °C, который характеризовался в виде поверхностного белого кольца. В мазках, сделанных из этого кольца, после 3 часового культивирования было установлено наличие пастерелл. После 24 часового культивирования среда приобретала интенсивно красный цвет с осадком на дне пробирки.

Проведенными исследованиями установлено, что предлагаемая среда 199 позволяет сохранить жизнеспособность культуры *P. multocida* при транспортировке биологического материала, а при культивировании их на среде 199 уже после часового культивирования посевов при 37 °C, при наличии в исследуемом материале пастерелл, на поверхности среды появляется серовато-белое пристеночное кольцо. При микрокопировании окрашенных мазков из содержимого кольца обнаруживается чистая культура пастерелл, патогенная для лабораторных животных.

ПРОТИВОМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЕННОГО ИЗОЛЯТА *BACILLUS PUMILUS*

А.И. Гильмутдинова, А.А. Мамчур, Алюсейф Абдулкарим, Ю.А. Васильева, Ю.В. Данилова

Институт фундаментальной медицины и биологии, кафедра микробиологии КФ, Казань, Россия

aigwinrygilmyizn@gmail.com

Бактерии, стимулирующие рост растений, являются одним из наиболее изучаемых методов борьбы с фитопатогенами. Эти бактерии могут участвовать в биоконтроле посредством различных механизмов, включая выработку липопептидов, выработку гидролитических ферментов (например, хитиназы, целлюлазы, протеазы, глюканазы), выработку микробных летучих органических соединений (мЛОС) и запуск индуцированной системной устойчивости (ISR). Среди родов бактерий, наиболее часто изучаемых в этом аспекте, являются *Bacillus spp.* включая *Bacillus pumilus*. Благодаря широкому спектру свойств биоконтроля *B. pumilus* является одним из наиболее интересных представителей *Bacillus spp.* которые могут быть использованы в биоконтроле фитопатогенов.

Оценка противомикробной активности показала, что почвенный изолят *B.pumilus* 3-19 оказывал значительное ингибирующее действие на такие фитопатогены, как *Xanthomonas vesicatoria* и *Pectobacterium carotovorum* PCA 2a. Производный от *B.pumilus* 3-19 мутантный штамм по гену фактора споруляции ($\Delta sigF$) проявил себя аналогично, подавив рост данных фитопатогенов. Оба штамма сохранили свою жизнеспособность в среде с 6,5% NaCl.

Эффективное стимулирование роста растений связано с колонизацией ризосферы. В свою очередь, интенсивность колонизации почвы и растений связана с образованием биопленки, которая обеспечивает лучший доступ к питательным веществам и, следовательно, лучшую эффективность биоконтроля (Bhattacharyya and Jha, 2012). Анализ биопленкообразования исследуемыми штаммами показал, что *B.pumilus* 3-19 начинает формировать биопленку с 12 ч роста бактерий и достигает максимума к 60 ч, после чего начинается дисперсия биопленки. Формирование биопленки аспорогенным мутантом *B.pumilus* 3-19 ($\Delta sigF$) было снижено примерно на 25% по сравнению с нативным штаммом *B.pumilus* 3-19.

Оба штамма сохранили свою жизнеспособность в среде с 6,5% NaCl.

Результаты показывают, что исследуемые нами штаммы *B. pumilus* являются хорошими кандидатами на роль экологически чистых и коммерчески эффективных средств биоконтроля.

Исследование выполнено за счет средств гранта РНФ №22-16-00138 на исследовательской базе Программы стратегического академического лидерства Казанского федерального университета (ПРИОРитет-2030).

MLVA-ТИПИРОВАНИЕ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ШТАММОВ ВОЗБУДИТЕЛЯ БРУЦЕЛЛЕЗА

E.A. Громова, К.А. Осянин

*Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности»,
Казань, Россия
elizaveta-real@mail.ru*

Бруцеллез – особо опасное зоонозное заболевание, возбудителем которого являются бактерии рода *Brucella*, наиболее патогенными для человека из которых являются виды *B. melitensis*, *B. abortus* и некоторые биовары *B. suis* и *B. canis*. Широкое применение для молекулярно-генетической характеристики возбудителя бруцеллеза получил метод MLVA – мультилокусный анализ вариабельности tandemных повторов. В данном исследовании мы рассмотрели возможность проведения MLVA в реальном времени с помощью подхода, основанного на анализе пост-амплификационных кривых плавления локусов, содержащих вариабельное количество tandemных повторов (VNTR-локусы). Целью исследования является оценка эффективности анализа кривых плавления высокого разрешения, полученных после амплификации VNTR-локусов для идентификации и дифференциации штаммов бруцелл. Для 16 штаммов бруцелл

B. canis (n=1), *B. abortus* (n=9), *B. melitensis* (n=2) и *B. suis* (n=4) провели MLVA-типовирование с пост-амплификационным анализом кривых плавления VNTR-локусов в режиме реального времени. Для генотипирования использовали схему MLVA, которая включает в себя анализ 15 VNTR-локусов с длиной мотива tandemных повторов от 6 до 134 п.н. Установили, что каждый из 16 штаммов бруцелл характеризуется уникальным профилем температур плавления. Также определили молекулярную массу VNTR-локусов с помощью классической ПЦР с последующим разделением ампликонов в агарозном геле. Показали, что только пост-амплификационные кривые плавления локусов Bru7, Bru9, Bru18, Bru21 обладали достаточной информативностью для определения генетического полиморфизма исследованных штаммов бруцелл. На основании кластерного анализа последовательностей Bru7, Bru9, Bru18, Bru21 показано, что большинство исследуемых штаммов бруцелл распределялись на филогенетическом древе в соответствии с их таксономическим и географическим положением. Заключили, что анализ кривых плавления, полученных после амплификации локусов Bru7, Bru9, Bru18, Bru21, имеет потенциал использования для дифференциации штаммов бруцелл.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДВИЖНОСТИ *BACILLUS GINSENGIHUMI* M2.11

M. С. Дроздова, Д. Л. Иткина

Институт фундаментальной медицины и биологии КФУ, Казань, Россия

rita000.89@yandex.ru

В настоящее время в сельском хозяйстве большую популярность приобретают микробиологические препараты, которые, в отличие от химических удобрений, являются более безопасными для окружающей среды. В связи с этим актуальным является поиск микроорганизмов, которые потенциально могут быть использованы в качестве биопрепараторов [1].

Одним из таких микроорганизмов может послужить *Bacillus ginsengihumi* M2.11, который обладает рядом полезных свойств, присущих биопрепаратору [2]. Для более детальной характеристики исследуемого штамма, определяли его способность к подвижности. С помощью метода «висячей капли» и «раздавленной капли» [3] при помощи иммерсионной системы с красителем метиленовым синим 0,1% визуализировали подвижность бактерий. Также использовали метод определения подвижности в полужидком агаре на чашках Петри [4]. На среде LA, с добавлением 0,3% и 0,6% агара соответственно вносили в центр чашки по 5 мклочной культуры *B. ginsengihumi* M2.11 ($OD_{590} = 1$). На среде, содержащей 0,6% агара, радиус колонии за 48 часов увеличился на 2,5 см, а на среде с 0,3% агара, за 24 часа культура покрыла всю поверхность среды, что может указывать на способность к разным типам движения исследуемого штамма (плавание и роение) [4].

Исследование выполнено за счет гранта РНФ №23-76-01069.

1. Иткина Д.Л. Фосфатомобилизующие бактерии как основа новых перспективных биоудобрений: автореф. дис...к.б.н.: 1. 5. 11 / Дарья Леонидовна Иткина; Казань, 2023. – 26 с.
2. Иткина Д.Л. Влияние *Bacillus Ginsengihumi* M2. 11 и *Pantoea Brenneri* AS3 на прирост биомассы растений и энергию прорастания семян / Д. Л. Иткина [и др.] // Экобиотех. – 2021. – Т. 4. – №. 1. – С. 49-55.
3. Литусов, Н.В. Бактериоскопические методы исследования: учебное пособие / Н. В. Литусов. – Екатеринбург: УГМУ, 2015. – 55 с.
4. Ha D.G., A. Plate-based assay for swimming motility in *Pseudomonas aeruginosa* / D. G Ha [et. al] // *Pseudomonas methods and protocols*. – 2014. – С. 59-65.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕНОМОВ КЛИНИЧЕСКИХ ИЗОЛЯТОВ *P. AERUGINOSA*, ВЫДЕЛЕННЫХ ОТ ПАЦИЕНТОВ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ МОЧЕПОЛОВОГО ТРАКТА

A.A. Егоров, Д.С. Пудова, Н.Н. Хабилова, М.Р. Шарипова

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
egorovandrey314@gmail.com

За последние годы инфекции, вызванные бактериями вида *Pseudomonas aeruginosa*, стали причиной более 500000 смертей, из которых около 30000 были связаны с инфекциями мочевыводящих путей [1]. Бактерии *P. aeruginosa* обладают множественной лекарственной устойчивостью, что делает их опасными для здоровья. Исследования их генома важны для разработки новых методов лечения инфекций мочевыводящих путей. Целью данной работы являлся анализ геномов клинических изолятов *P. aeruginosa* PA18 и PA23, выделенных из образцов мочи пациентов с заболеваниями мочевыводящих путей, для определения уникальных патогенетических особенностей штаммов.

Последовательности геномов штаммов PA18 и PA23 были получены используя программу SPAdes v. 3.122. Полные геномы депонированы в GenBank под номерами JAQRBF000000000.1 для штамма PA18 и JAQRBG000000000.1 для штамма PA23. Аннотация с помощью программы RAST показала наличие более широкого спектра генов экзотоксинов системы T3SS. В двух штаммах обнаружены гены уреазы, но ген, кодирующий транспортный белок-помощник канала, импортирующего мочевину, был обнаружен только в геноме штамма PA18. Результаты анализа геномов с помощью баз данных ResFinder и RAST показали, что штаммы содержат по 10 генов устойчивости к антибиотикам. Среди уникальных генов PA18 было обнаружено в общей сложности 13 генов, кодируемых белками CRISPR-системы, включая CRISPR-типы I-E и I-F, которые не были обнаружены в геноме PA23. Результаты, представленные в данном исследовании, помогут выявить генетические особенности клинических штаммов *P. aeruginosa*, что в дальнейшем позволит глубже изучить детерминанты и механизмы патогенеза заболеваний, вызываемых данными микроорганизмами.

1. K.S. Ikuta, L.R. Swetschinski, G.R. Aguilar, F. Sharara, T. Mestrovic, A.P. Gray, N.D. Weaver, E.E. Wool, C. Han, A.G. Hayoon and A. Aali, «Global mortality associated with 33 bacterial pathogens in 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019,» The Lancet., vol. 400, no. 10369, pp. 2221-2248, Dec. 2022, doi: 10.1016/S0140-6736(22)02185-7.

ИММЕРСИОННЫЕ ИСПЫТИЯ КОРРОЗИИ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ В УСЛОВИЯХ СТИМУЛЯЦИИ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ ВОД

Э.Э. Зиганшин, А.М. Зиганшин

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

ayrat.ziganshin@kpfu.ru

Микробная коррозия наносит огромный ущерб в различных отраслях, в том числе и в нефтегазовой отрасли. Так, значительная доля коррозионных разрушений инфраструктуры добычи и транспортировки нефти связана с изменениями, вызванными активностью микроорганизмов [1]. Целью настоящего исследования было охарактеризовать биокоррозию углеродистой стали в условиях развития микробных сообществ нефтепромысловых вод.

В работе оценен вклад микробных сообществ пластовых вод месторождений Республики Татарстан в коррозионные разрушения стали марки 20 в иммерсионных испытаниях в условиях их стимуляции и при ее отсутствии. После инкубации образцов стали в пластовых водах была определена скорость коррозии, изучена поверхность купонов с помощью сканирующего электронного микроскопа MERLIN (Carl Zeiss, Германия), и проанализирован элементный состав продуктов коррозии с применением энергодисперсионной спектроскопии (Oxford Instruments, Великобритания).

Стальные купоны в системах с внесением питательных веществ были подвержены более сильному коррозионному воздействию. На поверхности купонов были выявлены изменения, которые могут быть связаны как с образованием биопленок, так и накоплением продуктов коррозии. Отмечено, что скорость коррозии в водах из различных скважин были различна, что объясняем различием химического и микробного состава вод. Таким образом, поддержание активности микробов способствовало ускорению биодеградации углеродистой стали в пластовых водах.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант РНФ №22-24-00364).

1. J. Knisz, R. Eckert, L.M. Gieg, A. Koerdt, J.S. Lee, E.R. Silva, T.L. Skovhus, B.A. An Stepec, S.A. Wade, Microbiologically influenced corrosion—more than just microorganisms, *FEMS Microbiology Reviews*, 47, 2023, fuad041.

ХАРАКТЕРИСТИКА СРЕДЫ РОСТА ВОДОРОСЛИ *CHLORELLA SOROKINIANA* НА ОСНОВЕ СТОЧНЫХ ВОД

Э.Э. Зиганишина, И.И. Кардакова, А.М. Зиганишин

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

elvira.ziganshina@kpfu.ru

За последние десятилетия микроскопические водоросли и цианобактерии создали многомиллионную индустрию и культивируются для производства кормов, биотоплива, товаров медицинского назначения и косметики [1]. Сегодня производство ценной водорослевой биомассы, культивированной на сточных водах, обеспечивает устойчивое и ресурсосберегающее направление биотехнологий. Однако в таких системах культивирования существуют и развиваются разнообразные гетеротрофные микроорганизмы, в том числе способные оказывать негативное воздействие на производительность микроводорослей [2].

В настоящей работе было проанализировано разнообразие бактериальных сообществ в системах культивирования зеленой водоросли *Chlorella sorokiniana*. Микроводоросль культивировали в хозяйственно-бытовых сточных водах. Из среды роста были выделены чистые культуры бактериальных сообществ, проведена их идентификация и оценена роль бактерий в системе культивирования водоросли. Так, на основе анализа бактериального гена 16S рРНК изолятами были отнесены к родам *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Phyllobacterium*, *Stenotrophomonas* и *Escherichia*. Данные в области определения структуры бактериально-водорослевых консорциумов полезны для разработки стратегий комплексной очистки сточных вод и устойчивого производства ценной водорослевой биомассы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ и Кабинета Министров Республики Татарстан в рамках научного проекта №22-24-20044.

1. Fernandez F.G.A., Reis A., Wijffels R.H., Barbosa M., Verdelho V., Llamas B. The role of microalgae in the bioeconomy. N. Biotechnol. 2021, 61, 99–107.
2. Wang H., Hill R. T., Zheng T., Hu X., Wang, B. Effects of bacterial communities on biofuel-producing microalgae: stimulation, inhibition and harvesting. Crit. Rev. Biotechnol. 2016, 36, 341–352.

РАЗРАБОТКА ПЕПТИД-МОДИФИЦИРОВАННЫХ ТВЕРДЫХ ЛИПИДНЫХ НАНОЧАСТИЦ, НАЦЕЛЕННЫХ НА ОПУХОЛЕВЫЕ КЛЕТКИ

М. Зухайб¹, Т.Н. Паширова^{1,2}, В.А. Николаева¹, М.И. Камалов¹, Д.В. Салахиева¹, Т.И. Абдуллин¹

¹Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

²Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

mohamadzougheib@gmail.com

В последние годы значительное внимание исследователей привлекают твердые липидные наночастицы (ТЛН) в качестве носителей липофильных противоопухолевых препаратов с улучшенными фармакокинетическими свойствами. По сравнению с другими носителями ТЛН обладают преимуществами, связанными с их низкой токсичностью, биодеградацией, простотой изготовления, низкой стоимостью и возможностью масштабирования.

Нами разработаны адресные ТЛН, модифицированные амфифильными производными пептидов внеклеточного матрикса в качестве таргетных компонентов, в частности, конъюгатом пептида RGD, содержащим лауриновую кислоту. Исследована клеточно-проникающая способность куркумин-содержащих ТЛН. Куркумин использован качестве потенциального противоопухолевого агента и флуоресцентного зонда. По данным динамического рассеяния света (ДРС), гидродинамический диаметр RGD-модифицированных ТЛН незначительно увеличивался в диапазоне 114–133 нм с увеличением концентрации пептида до ~70 мкМ. Инкапсуляция куркумина не приводила к значительному изменению ДРС-характеристик ТЛН. С увеличением концентрации пептида наблюдалось линейное снижение дзета-потенциала как пустых, так и куркумин-содержащих ТЛН ($R^2 = 0,98$), что указывает на модификацию поверхности наночастиц пептидными молекулами. Методом просвечивающей электронной микроскопии установлено, что модифицированные пептидом ТЛН представляют собой сферические наночастицы со средним диаметром ~150 нм, что согласуется с результатами ДРС-анализа.

Данные проточной цитометрии показали, что пептид RGD значительно (до 7 раз) способствовал увеличение поглощения ТЛН клетками аденокарциномы предстательной железы (линия PC-3). Конфокальная микроскопия подтвердила улучшенное проникновение RGD-модифицированных ТЛН в клетки PC-3 по сравнению с немодифицированными ТЛН. Согласно флуоресценции LysoTracker Red, куркумин-содержащие ТЛН были локализованы в лизосомах, что указывает на проникновение наночастиц в клетку путем эндоцитоза. Полученные результаты свидетельствуют о том, что модифицированные пептидом RGD твердые липидные наночастицы являются перспективными таргетными наноносителями для противоопухолевой терапии.

Исследование выполнено за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности (проект FZSM-2022-0020).

К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РАЗРУШЕНИЯ НЕФТЕШЛАМОВ

Ю.Л. Карабут, Е.Е. Барская, Ю.М. Ганеева, Т.Н. Юсупова

*Институт органической и физической химии им А.Е. Арбузова
ФИЦ Казанский научный центр РАН, Казань, Россия*

hakova.yulya@mail.ru

Нефтяные шламы – это сложные физико-химические смеси, состоящие из нефтепродуктов, механических примесей и воды. Они образуются на всех стадиях нефтяного производства и представляют большую угрозу для окружающей среды, поэтому подлежат утилизации. Поскольку нефтешламы характеризуются высоким содержанием воды (более 85%) и механических примесей (15-25%), они представляют собой эмульсию Пикеринга, то есть стабилизированы частицами микро- иnano-размерами. Для их разрушения необходимо изучить механизм стабилизации эмульсий твердыми частицами, что и являлось целью нашей работы.

Нами была изучена устойчивость эмульсий Пикеринга на примере модельных систем, состоящих из толуольного раствора нефтяных компонентов, частиц породы и дистиллированной воды. В качестве твердых частиц были использованы микрочастицы песчаника, кальцита и глин (бентонита), которые являются природными минералами и входят в состав нефтешламов. Для модификации поверхности твердых частиц использовали смолы и асфальтены. В результате исследования показано, что наилучшими стабилизирующими свойствами обладают частицы глины. При увеличении концентрации глинистых частиц, модифицированных нефтяными компонентами, увеличивается доля эмульсионного слоя и его структурно-механическая прочность. При этом повышенными гидрофобизирующими свойствами обладают молекулы смол, что приводит к повышению устойчивости эмульсий (рис.).

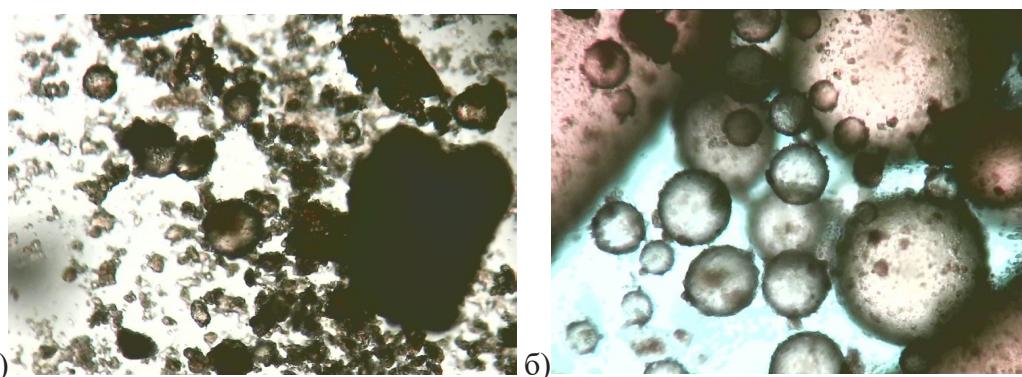


Рис. Микрофотографии модельных воднотолуольных систем с глинами и модифицированными асфальтенами (а) и смолами (б)

Таким образом, полученные нами результаты показывают необходимость особого подхода для разработки эффективных технологий разрушения нефтешламов.

ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ПРОТЕАЗЫ *B. RUMILUS* НА МИКРОБИОТУ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

A.O. Корягина, Д.С. Пудова, М.Р. Шарипова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

Актуальной проблемой современного сельского хозяйства является нехватка кормового белка. Применение протеаз способствует решению этой проблемы, поскольку эти ферменты обладают высоким потенциалом для улучшения ростовых показателей домашней птицы. Установлено, что экзогенные ферменты влияют на микробиом желудочно-кишечного тракта птиц, состав которого оказывает влияние на здоровье и показатели роста цыплят. В настоящей работе мы тестировали влияние субтилизиноподобной протеиназы *Bacillus rumilus* 3-19 на состав микробиоты слепого отростка кишечника цыплят бройлеров. Провели метагеномный анализ на основе последовательности генов 16S рРНК содержимого слепой кишки цыплят; анализ альфа-разнообразия показал повышение видового разнообразия в группе цыплят, получавших протеиназу в качестве кормовой добавки. Таксономический анализ микробиома выявил представителей 8 филумов, 13 классов, 13 порядков, 19 семейств и 27 родов. Самую высокую относительную численность имели представители 3 фил: *Bacteroidetes*, *Firmicutes* и *Proteobacteria*. Кормовая добавка на основе протеиназы привела к увеличению доли семейства *Rikenellaceae*, представленное родом *Alistipes spp.* Известно, что представители рода *Alistipes* могут оказывать защитное действие против заболеваний пищеварительного тракта, включая фиброз печени и колит. Добавление протеазы в корма привело к увеличению доли *Streptococcus*, имеющих влияние на иммунные функции в кишечнике и *Enterococcus*, участвующих в сокращении количества патогенов. Таким образом, добавление субтилизиноподобной протеиназы *B. rumilus* в качестве кормовой добавки для цыплят-бройлеров оказывает благоприятный эффект на микрофлору кишечника птиц.

Работа поддержана грантом РНФ №16-16-04062.

БИОДЕГРАДАЦИЯ – ЧТО ЭТО?

A.3. Миндубаев

Казанский национальный исследовательский технологический университет

В наше время проблема промышленных отходов, складирования мусора, городских и промышленных свалок приобретает все большую остроту. Следовательно, все большую актуальность приобретает развитие методов обезвреживания соединений, созданных человеком искусственно. Одним из таких методов является биодеградация.

Микроорганизмы обезвреживают вещества практически любого строения и состава, любого класса опасности. Однако, следует остановиться на том, что ни один вид микроорганизмов не способен осуществлять деструкцию всех веществ на свете. Потому, что его геном не способен кодировать бесконечное число ферментов. Каждый вид специализируется на разложении одного ксенобиотика, реже близких по строению. Только микробное сообщество способно по-настоящему эффективно разлагать отходы химических заводов, представляющие собой сложные смеси разнообразных веществ.

Конечно, многие ксенобиотики могут разлагаться в природе чисто химическим путем. Это так называемое «абиотическое разложение». Однако живые клетки, вооруженные мощными ферментными системами и формирующие специфические условия среды, могут ускорять разложение на несколько порядков. Наконец, известны уникальные случаи, когда вещества, считавшиеся исключительно искусственными, оказывались на самом деле природными. То есть, некоторые ксенобиотики, в действительности, таковыми не являются.

Наши собственные исследования касаются метаболизма белого фосфора – ядовитого и огнеопасного вещества, которому присвоен, между прочим, наивысший, первый класс опасности [1]. До наших работ никто в мире не знал о том, что белый фосфор может превращаться плесневыми грибами в совершенно безвредный фосфат – основу фосфорных удобрений.

1. Миндубаев А.З., Бабынин Э.В., Бадеева Е.К. и др. *Российский журнал неорганической химии*, 2021, **66**, 8, 1137-1142. DOI: 10.31857/S0044457X21080158.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУКИ ИЗ ТОПИНАМБУРА В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ

В.В. Плотникова, В.И. Федулеева, Я.В. Малолеткова

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

Yana.maloletkova@yandex.ru

Функциональные продукты – это продукты питания, которые помимо своей основной нутриционной ценности, обогащены дополнительными питательными веществами или биологически активными компонентами, которые могут оказывать положительное воздействие на наше здоровье.

Мука из топинамбура обладает рядом функциональных свойств, которые могут быть полезны для здоровья. Она может быть использована в приготовлении хлеба, печенья, кексов, каши, соусов и других продуктов питания.

Содержащийся в муке из топинамбура инулин способствует регулированию уровня сахара в крови. Она также может способствовать улучшению пищеварения благодаря содержанию пищевых волокон, которые поддерживают здоровую микрофлору кишечника. Помимо этого, мука из топинамбура может быть полезна для людей, следящих за своим весом, так как она низкокалорийна и содержит меньше углеводов, чем обычная пшеничная мука. Она также обладает нежным и легким вкусом.

Был проведен эксперимент по замене в рецептуре хлеба части пшеничной муки ВС на муку из топинамбура (10%, 20%, 30%). Изделия получили высокую оценку органолептических показателей. Хлеб из муки топинамбура – это отличная альтернатива для людей, следящих за своим здоровьем или желающих разнообразить свой рацион.

КОЛОНИЗАЦИЯ КОРНЕЙ РАСТЕНИЙ ШТАММОМ *B. SUBTILIS* 168ΔDHB С ИНАКТИВИРОВАННЫМ ГЕНОМ БАЦИЛЛИБАКТИНА

Н.Л. Рудакова, А.К. Егорова, А.А. Мамчур, М.Р. Шарипова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
natalialrudakova@mail.ru

Бациллибактин – сидерофор катехолового типа, характерный для большинства представителей вида рода *Bacillus*. Сидерофоры являются активными экспроприаторами железа, переводящими его в растворимую форму и делающими доступным в том числе для растений. Способность к продукции сидерофоров является преимущественной характеристикой фитопротекторных штаммов.

Методом CRISPR/Cas9 редактирования в геноме *B. subtilis* 168 был инактивирован ген бациллибактина с получением мутантного штамма *B. subtilis* 168Δdhb. Для обоих штаммов была проведена оценка способности к колонизации корней растения. Для возможности визуального контроля оба штамма были трансформированы плазмидой pJET с геном флуоресцентного белка GFP. Флуоресцентно меченными штаммами инокулировали 10-дневные стерильные растения *Arabidopsis thaliana* и культивировали совместно в течении 5 дней. Далее корни растений ополаскивали стерильной водой для освобождения от планктонных клеток бактерий и исследовали методом лазерной конфокальной микроскопии на микроскопе LSM780 в Международном центре Аналитической микроскопии КФУ.

Было показано, что мутантный штамм *B. subtilis* 168Δdhb не утратил способности к колонизации корней растения. Клетки мутантного штамма активно адгезировали на поверхности корня и проникали во внутренние структуры (рис. 1).

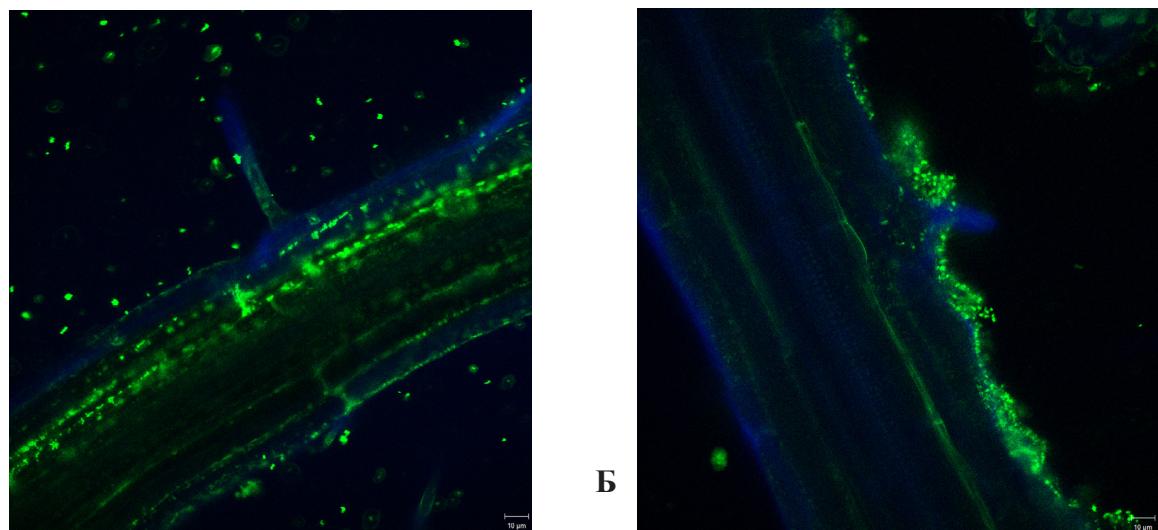


Рис. 1. Колонизация корней *Arabidopsis thaliana* клетками бацилл. А – штамм *B. subtilis* 168 pJET(GFP), Б – штамм *B. subtilis* 168 Δdhb pJET(GFP)

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ 22-16-00138.

РОЛЬ TRB– И TRFL-БЕЛОВ ПЕЧЕНОЧНИКА *MARCHANTIA POLYMORPHA*

A.B. Санникова^a, М.Р. Шарипова^a, Е.В. Шакиров^{a,b}, Л.Р. Валеева^a

^a Институт фундаментальной медицины и биологии КФУ, Казань, Россия

^b Department of Biological Sciences, College of Science, Marshall University, West Virginia, США

Anastasya.sannikova@bk.ru

Теломеры – нуклео-протеиновые структуры, защищающие концы линейных хромосом от повреждений, характерные для большинства эукариот. Важную роль в поддержании структуры теломер и регуляции теломеразы человека играют специфические hTRF1 и hTRF2 (Telomere Repeat Factor) белки теломерного комплекса. В отличие от животных, в растениях идентифицированы несколько гомологов этих белков, TRFL, но их функция остается до сих пор неизвестной. Печеночник *M. polymorpha* представляет собой уникальный модельный объект для изучения биологии теломер растений, поскольку в его геноме не обнаружено дупликаций, характерных для большинства высших растений. Биоинформационический анализ генома показал наличие четырех генов – паралогов TRFL у *M. polymorpha* (TRB1, TRB3, TBP, TRFL6).

Целью работы было определение функциональной роли TRFL белков у *M. polymorpha*. В работе были использованы две линии печеночника *M. polymorpha* Так-1 (мужское растение) и Так-2 (женское растение). Мутантные по целевым генам растения, получали методом редактирования генома CRISPR|Cas9 с применением агробактериальной трансформации. Длину теломер определяли методом TRF-анализа.

Мы установили значительную разницу в длине теломер дикого типа между мужским и женским растением, в связи с чем нокаутируя гена проводили в обеих линиях. Нами были получены 10 растений-нокаутов по гену TRFL6 Так-1, 3 растения по гену TBP1 Так-1, 1 растение по гену TRB1 Так-2. Для всех нокаутированных по генам TRFL растений *M. polymorpha* было показано незначительное сокращение длины теломер, однако также у растений-нокаутов наблюдались дефекты роста ткани таллома на начальных этапах развития. Таким образом, мы показали, что одиночные мутанты по генам TRFL-белков незначительно влияют на гомеостаз теломер печеночника *M. polymorpha*, однако играют важную роль в нормальном развитии тканей растения, демонстрируя вероятную неофункционализацию гомологов TRF.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического академического лидерства Казанского федерального университета (ПРИОРИТЕТ-2030).

МОБИЛИЗАЦИЯ ТРУДНОРАСТВОРИМЫХ ФОРМ ФОСФОРА ШТАММАМИ *PANTOEAE BRENNERI* В УСЛОВИЯХ ПОЧВЕННЫХ МИКРОКОСМОВ

Л.В. Сокольникова, Е.А. Егорова, Д.С. Бульмакова, А.Д. Сулейманова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

lidiasok00@mail.ru

Нехватка фосфора является важным фактором, ограничивающим рост и развитие растений. Количество фосфатных пород, используемых для производства удобрений, может истощаться в пределах 100 лет. Поэтому актуален поиск альтернативных решений данной проблемы [1]. Бактерии рода *Pantoea* широко оцениваются как перспективные биопрепараты для увеличения доступности фосфора в почве [2].

Ранее мы показали фосфатсодержащую активность выделенных почвенных штаммов *Pantoea brenneri* (3.1, 3.2, 3.5.2 и 3.6.1) в условиях *in vitro* [3]. Целью дальнейшей работы является изучение мобилизации труднорастворимых форм фосфора штаммами *P. brenneri* в условиях почвенных микрокосмов. На начальном этапе определяли влияние штаммов на содержание доступных форм фосфора. Готовили почвенные микрокосмы в четырех вариантах: в первом случае в исходную почву вносили суспензию клеток *P. brenneri* (1) и физиологический раствор (2), в другом использовали стерильную почву с добавлением суспензии *P. brenneri* (3) и физиологического раствора (4). Объектами исследования Микрокосмы инкубировали 15 суток в инкубаторе с 15:9-часовым циклом день:ночь при 30°C и влажности 55%. Образцы почвы отбирали в дни начала и окончания эксперимента, определяли количество доступного фосфора по методу Олсена [4]. Показано увеличение числа свободных фосфатов в образцах почвы при интродукции штаммов *P. brenneri*. В экспериментах со стерильной почвой количество фосфора при использовании штаммов 3.1, 3.2 и 3.6.1 увеличилось в среднем на 28±0.9%, 22±1.2% и 10±0.6%, соответственно, по сравнению с использованием физиологического раствора. При этом штамм *P. brenneri* 3.5.2 практически не повлиял на содержание фосфора в стерильных образцах. Однако его внесение в нестерильную почву оказывало максимальный эффект, увеличивая число свободных фосфатов в среднем на 18±0.8% в сравнении с физиологическим раствором. Штаммы *P. brenneri* 3.1, 3.2 и 3.6.1 также способствовали повышению доступного фосфора на 15±0.8%, 12±0.5% и 12±0.6%, соответственно. Проводятся дальнейшие эксперименты по анализу экспрессии вовлеченных в круговорот фосфора генов и определению активностей ферментов фосфорного метаболизма у штаммов *P. brenneri* в условиях почвенных микрокосмов.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ №23-76-01078.

1. Tian J., Ge F., Zhang D., Deng S., Liu X., *Biology*, 2021, 10(2), 158.
2. Saadouli I., Mosbah A., Ferjani R., Stathopoulou P., Galiatsatos I., Asimakis E. et al., *Microorganisms*, 2021, 9(8), 1661.
3. Suleimanova A., Bulmakova D., Sokolnikova L., Egorova E., Itkina D., Kuzminova O. et al., *Microorganisms*, 2023, 11(5), 1136.
4. Olsen S. R., Cole C. V., Watanabe F. S., Dean L. A. USDA Cir.939, USDA, Washington, DC, 1954.

ПОЛУЧЕНИЕ ШТАММОВ *PANTOEAE BRENNERI* С ИНАКТИВИРОВАННЫМ ГЕНОМ БИОСИНТЕЗА ИНДОЛ-3-ПИРУВАТДЕКАРБОКСИЛАЗЫ (*IPDC*)

А.Д. Сулейманова, Л.В. Сокольникова, Е.А. Егорова, Е.С. Беркутова, М.Р. Шарипова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

aliya.kzn@gmail.com

Индуцированная системная резистентность (ISR) является важным механизмом, при котором защитная способность растений усиливается в ответ на получение стимула.

Индукции ISR способствуют полезные ризосферные бактерии, способствующие росту растений (PGPR). Однако механизмы подобной активации защитных систем растения бактериями мало изучены. В геноме *Pantoea brenneri* были выбраны гены, ответственные за взаимодействие бактерий с растениями, для последующей инактивации и выяснения вклада ключевых генов на ISR-прайминг растений бактериями.

Целью работы явилось получение мутантных штаммов *P. brenneri* с инактивированным геном индол-3-пируватдекарбоксилазы (*ipdC*), который кодирует ключевой фермент пути биосинтеза индолилуксусной кислоты. Инактивацию проводили с помощью системы рекомбинации фага λ ред с использованием векторов pKD4, pKD46-Gm, pCP20. Для этого получали ПЦР-продукт гена устойчивости к канамицину (*kan*), flankированный участками целевого гена *ipdC*. Очищенным ПЦР-продуктом проводили трансформацию штаммов *P. brenneri*, содержащих плазмиду pKD46-Gm. Для проведения гомологичной рекомбинации в среду культивирования добавляли арабинозу и, тем самым, индуцировали в клетках экспрессию рекомбиназы фага λ ред. Таким образом, целевой ген *ipdC* заменился кассетой устойчивости к канамицину, flankированной прямыми повторами (FRT-сайтами). Отбор мутантов проводили на среде LA с канамицином. Для получения безмаркерных делеционных мутантов из полученных штаммов удаляли кассету устойчивости к канамицину с помощью хелперной плазмиды pCP20, которую затем элиминировали путем культивирования при 42°C. Наличие делеций подтверждали с помощью генотипирования и секвенирования. Таким образом, с помощью системы рекомбинации фага λ ред получены мутантные штаммы *P. brenneri* $\Delta ipdC$, из генома которых делетирован ген индол-3-пируватдекарбоксилазы – ключевого фермента биосинтеза индолилуксусной кислоты бактериями.

Работа финансирована грантом РНФ №22-16-00138.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРУЛЕНТНОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ СУХОЙ ГНИЛИ КАРТОФЕЛЯ

С.А. Хворова^a, А.А. Николаева^a, М.Т. Лутфуллин^a, С.Г. Вологин^b

^aИнститут фундаментальной медицины и биологии КФУ, Казань, Россия

^bТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

sofia20032525@gmail.com

Микромицеты рода *Fusarium*, вызывающие сухую гниль картофеля, ведут к снижению урожайности и качества клубней, что является актуальной проблемой для сельского хозяйства. Целью исследования являлся анализ вирулентности штаммов микромицетов рода *Fusarium* на клубнях картофеля различных сортов.

Из клубней картофеля сортов Ароза, Ягодный 19, Ред Скарлет и Жуковский ранний с внешними признаками сухой гнили выделили в чистые культуры 33 штамма микромицетов, идентифицировав микроскопически на основе морфологии спор как представителей рода *Fusarium*. Вирулентность штаммов исследовали путем заражения мицелием микромицетов внешне здоровых клубней картофеля сортов Регги, Кортни, Зумба, Догода и Dana. Зараженные клубни культивировали при комнатной температуре в течение 14 суток. Степень вирулентности микромицетов и устойчивость разных сортов картофеля к фузариозной инфекции оценили путем замера длины и глубины поражения клубня по 4-балльной шкале, где 4 – поражение $\geq 50\%$, 3 – 25-50%, 2 – 10-25%, 1 – 0-9% клубня. Установили, что выделенные штаммы различаются по вирулентности, а клубни разных сортов картофеля – по чувствительности к фузариозу. Наиболее устойчивыми сортами картофеля оказались Зумба, Догода, а наиболее восприимчивыми – Регги, Кортни и Dana. 14 из 33 штаммов микромицетов (NS1, NS2, NS3, NS4, RS3, RS6, N1, N3, N5, N8, M1, M3, MG-3, Наратлы 2) показали высокую степень вирулентности, вызывая поражение на 50-75% от объема клубней. Штаммы *Fusarium sp.*, проявившие высокую вирулентность, были отобраны нами для молекулярно-генетической идентификации и дальнейших исследований.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ 22-16-00138 и Программы стратегического академического лидерства Казанского федерального университета (ПРИОРИТЕТ-2030).

ПОИСК НОВЫХ ШТАММОВ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ С ВЫСОКОЙ КИСЛОТООБРАЗУЮЩЕЙ АКТИВНОСТЬЮ

Д.М. Шакирова, Е.А. Гаврилова, А.Р. Каюмов, Д.Р. Яруллина

Казанский (Приволжский) федеральный университет. Россия, Казань.

Sakirovadilara118@gmail.com

Активность кислотообразования является важной биологической характеристикой молочнокислых бактерий (МКБ). Уровень кислотообразования бактериальной культуры характеризует ее биохимическую активность и влияет на проявление антагонистических свойств. В процессе силосования кормов молочная, уксусная и другие кислоты, образующиеся в ходе жизнедеятельности этих бактерий, способствуют разрушению клеточных структур в растительной массе и таким образом способствуют ее лучшей усвояемости, помогают поддерживать оптимальный кислотно-щелочной баланс в желудочно-кишечном тракте животных, стимулируют иммунную систему. Целью работы являлось сравнение кислотообразующей способности различных штаммов МКБ.

В работе использовали четырнадцать штаммов МКБ, выделенных нами ранее из растительного сырья: силоса, квашеных и свежих овощей. Для измерения уровня кислотообразования бактерии культивировали на среде МРС в течение суток, после чего измеряли клеточную плотность популяции, уровень pH и титруемую кислотность. Известно, что при определении скорости закисления снижение pH среды на 0.4 ед. менее чем за 3 ч, позволяет отнести культуру к быстро закисляющим; за 3–5 ч – средне закисляющим; более чем за 5 ч – медленно закисляющим. Показали, что все исследованные штаммы МКБ обладали способностью к кислотообразованию, при этом четыре штамма отнесены к быстро закисляющим и десять – к средне закисляющим. Отобранные нами штаммы с высокой активностью кислотообразования при низкой плотности популяции обладают большим потенциалом практического использования в отдельных отраслях биотехнологии.

Исследование выполнено в рамках Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета (ПРИОРИТЕТ-2030) при финансовой поддержке РНФ (грант №22-16-00040).

ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ ГИДРОЛИЗ ИЗОЛЯТА БЕЛКА СОИ В ПОЛУПРОМЫШЛЕННОМ МАСШТАБЕ

C.B. Шилов, Н.В. Поздняков, А.М. Лукин, Е.А. Согорин

*Федеральный исследовательский центр Пущинский научный центр биологических исследований
Российской академии наук, Институт биологического приборостроения с опытным
производством РАН, Пущино, Россия*

Рост населения Земли приводит к повышению потребности в продуктах питания, что, в свою очередь, вызывает расширение животноводства и повышение нагрузки на земельные и водные ресурсы, соответственно. Поэтому одним из приоритетных направлений пищевой промышленности является поиск альтернативных источников белка. Соевый белок по аминокислотному профилю почти соответствует «идеальному белку», предложенному в докладе ФОН/ВОЗ/УООН, в некотором недостатке находится только метионин [1, 2]. Однако в соевом белке содержатся ингибиторы трипсина и другие антипитательные факторы, которые приводят к низкой усвояемости этого протеина [3]. Эту проблему можно решить с помощью частичного гидролиза соевого белка.

Целью данного исследования явилось определение оптимальных условий ферментативного гидролиза изолята соевого белка ферментным препаратом Протосубтилин Г3х. Гидролиз проводили в гомогенизаторе «Измельчитель-смеситель ИС-5» (ООО МИП «ИЦ БиоПищеМаш», Россия). Отбор проб производился через 0, 10, 30, 60, 90 и 120 минут, о кинетике гидролиза судили по изменению содержания ТХУ-растворимых пептидов, которое определяли Биуретовым методом в супернатанте после центрифугирования смеси отобранных проб с 5% ТХУ. Показано, что оптимальными условиями реакции являются температура 50 °С при активности фермента 6,7 единиц на грам изолята соевого белка. Статистически достоверной зависимости протекания гидролиза от pH не наблюдалось, на основании чего мы можем сделать вывод, что поддержание pH в реакционной смеси не требуется.

1. Gorissen, S.H., Crombag, J.J., Senden, J.M., Waterval, W.H., Bierau, J., Verdijk, L.B., & Loon L.J. van. (2018). Protein content and amino acid composition of commercially available plant-based protein isolates. *Amino acids*, 50 (12), 1685–1695. DOI: 10.1007/s00726-018-2640-5.

2. Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation on Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition (2002 : Geneva, Switzerland) and Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization and United Nations University. (2007). Protein and amino acid requirements in human nutrition : report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation., xi, 265 p.

3. Clemente, M., Corigliano, M.G., Pariani, S.A., Sánchez-López, E.F., Sander, V.A., & Ramos-Duarte, V. A. (2019). Plant serine protease inhibitors: biotechnology application in agriculture and molecular farming. *International journal of molecular sciences*, 20 (6), 1945. DOI: 10.3390/ijms20061345

Секция III.
КОГНИТИВНЫЕ
И ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

МАГНОЦЕЛЛЮЛЯРНАЯ ТЕОРИЯ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПАТОГЕНЕЗА ДИСЛЕКСИИ

А.А. Вагапова

Казанский (Поволжский) федеральный университет, Казань, Россия
al_vagapova@mail.ru

Патогенез дислексии – дискуссионная тема. Одним из ее спорных аспектов является магноцеллюлярная теория. В рамках нашего исследования важно отметить, что М-путь исследует динамические сцены – именно здесь происходит процесс наведения взгляда на строку, слово.

Сведения о нарушении М-системы при дислексии обширны. Это данные контрастной чувствительности на низких пространственных частотах, посмертных срезов латерального коленчатого тела людей с дислексией, снижение способности обнаружения мельканий или движущихся зрительных стимулов, когерентного или «глобального движения», восприятия визуальных иллюзий М-системой, проверки фoveального динамического зрения.

Несмотря на внушительные доказательства в пользу данной теории, есть ряд исследований, приводящих противоположные данные. Они рассматривают зрительную магноцеллюлярную дисфункцию как следствие, а не как причину [2,5], говорят о несовершенствах методологических факторов, приводящих к несогласованности результатов [1,4], или об отсутствии корреляции чувствительности М-пути с языковыми, когнитивными показателями или с показателями чтения [3].

С целью проверки достоверности теории о дефиците М-пути при дислексии мы провели исследование с использованием айтрекера EyeLink 1000 Plus. Детям с проблемами освоения навыков чтения было предложено прочитать 4 текста: 2 статических и 2 динамических (бегущая строка) разной сложности. После предъявления каждого из текстов задавались вопросы по прочитанному.

Наша гипотеза заключалась в следующем: дети с дислексией должны читать подвижный текст хуже, чем статический. Однако полученные данные саккад и фиксаций при применении коэффициента Спирмена не показали значимой корреляции. Ошибки же при прочтении текстов были равны в двух типах текста или превалировали в статическом, что говорит о целостности как М-системы, так и дорсального пути.

Выявленные особенности позволяют нам согласиться с гипотезой о том, что чувствительность М-пути является слабым предиктором способности к чтению.

1. Johnston R., Pitchford N. J., Roach N.W. & Ledgeway T. Visual perception in dyslexia is limited by sub-optimal scale selection // Scientific reports. 2017. P. 1-11.
2. Olulade O. A., Napoliello E. M., Eden G.F. Abnormal Visual Motion Processing Is Not a Cause of Dyslexia// Neuorona. 2013. Vol.79. Iss.1. P.180-190.
3. Ramus F., Rosen S., Dakin S.C., Day B.L., Castellote J.M., White S., Frith U. Theories of developmental dyslexia: insights from a multiple case study of dyslexic adults // Brain. 2003. Vol. 126. Iss. 4. P. 841–886.

4. Skottun C. The need to differentiate the magnocellular system from the dorsal stream in connection with dyslexia // Brain and Cognition. 2015. Vol. 95. P. 62-66.
5. Wright C.M., Conlon E.G. Auditory and Visual Processing in Children with Dyslexia // Developmental neuropsychology. 2009. Vol. 34. Iss.3. P. 330–355.

АДЕКВАТНОСТЬ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА ФРАЗЕОЛОГИЧЕСКИХ ВАРИАЦИЙ С АНГЛИЙСКОГО НА РУССКИЙ ЯЗЫК

P.P. Гирфанов

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
rayan00702@gmail.com

Перевод фразеологических единиц остается одной из нерешенных проблем для автоматических систем перевода [1]. Данное исследование анализирует перевод фразеологических конструкций различными системами машинного перевода, выявляет проблему буквальных переводов, подрывающих идиоматичность. Для проведения исследования выборка из текстов с фразеологизмами была переведена автоматическими системами Google.Translate, Yandex.Translate и PROMPT.One, чтобы сравнить качество и точность переводов, выполненных каждой системой. Несмотря на скорость и экономичность, качество перевода машинными системами уступает человеческим переводчикам. Анализ результатов перевода показывает переменный успех автоматических систем перевода и необходимость осторожности при переводе фразеологических единиц с использованием машинного перевода. Выявленные факторы, влияющие на качество перевода, включают в себя частоту встречаемости языковых элементов и их функции. В исследовании предлагается внедрение специализированных модулей в системы машинного перевода для повышения точности перевода фразеологических конструкций. Важность частоты встречаемости подчеркивает необходимость добавления в обучаемые модели дополнительные двуязычные корпуса, включающие в себя фразеологические единицы в естественном контексте.

Результаты работы вносят свой вклад в совершенствование инструментов машинного перевода и облегчению межъязыкового общения между русскоязычными и англоязычными пользователями.

1. Банарцева А.В. Языковые переводы: человек vs. машинный перевод // Вестник науки и образования. 2018. №8 (44), 50–53.

ПОНЯТИЕ «УЧЕБНЫЙ ТЕКСТ» И ЕГО ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

M.A. Донцов

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
maksimdontzoff@yandex.ru*

Существует ряд трактовок и ряд разногласий по поводу места и роли учебного текста среди других типов текста. Вообще, возникает ряд вопросов по поводу того, к какое место занимает учебный текст и можно ли считать учебный текст самостоятельным жанром. Для начала необходимо разобраться с определением «учебный текст». Так, Яххибаева Л.М. даёт следующее определение: «учебный текст – это особый вид вторичного текста, специфика которого определяется его неоднозначными отношениями со своим первичным текстом» [2]. Как видно из определения речь идёт о вторичности как категории текста, и учебный текст рассматривается здесь не исходным, так как он выполняет роль разъяснения информации из первичного текста. Ещё одно определение Доблаева Л.П. имеет следующую трактовку: «учебный текст – это не просто источник готовых знаний, подлежащих запоминанию, а, прежде всего, источник познавательных задач или проблем, которые надо уметь обнаружить и решить» [1, с. 76]. В данных определения можно заметить, что учёные всё же выделяют учебный текст в отдельный жанр, но тем не менее оставляя его и как часть научного текста.

Учебный текст, как и любой другой имеет ряд отличительных характеристик, которые позволяют выделить его в отдельный жанр. Одной из важных характеристик учебного текста является наличие образовательной функции. Учебный текст прежде всего предназначен образовывать. Ещё одна функция это культурологическая. Учебный текст несёт в себе культурную составляющую. Воспитывающая характеристика также присуща учебным текстам, посредством которых происходит воспитание учащихся. И ещё одной характеристикой можно назвать наличие развивающего потенциала у учебных текстов. Через чтение учебных текстов безусловно происходит развитие личности учащегося.

Таким образом, можно сказать, что учебные тексты представляют собой особый тип текста, который обладает рядом очень важных характеристик, являясь при этом вторичным текстом.

1. Доблаев Л.П. Смысловая структура учебного текста и проблемы его понимания. М.: Педагогика, 1982. –171 с.
2. Яхбибаева, Л.М. Учебный текст как особый вид вторичного текста и составляющая учебного дискурса / Л.М. Яхбибаева // Вестник Башкирского университета. – 2008. – Т. 13, №4. – С. 1029-1031.

ПРОБЛЕМА ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ КОДОВ ДЛЯ МАЛОРЕСУРСНЫХ ЯЗЫКОВ

A.Ф. Замалетдинова, И.С. Алимова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

zamaletdinova02@mail.ru

В лингвистике переключение кодов (code-switching) относится к явлению смешивания двух или более языков в разговорной речи. Это происходит, когда говорящий использует элементы одного языка в рамках другого языка, например, вставляет слова, фразы или даже целые предложения на другом языке в основной разговор. Это явление часто встречается среди мультиязычных говорящих, которые могут переключаться между разными языками в зависимости от контекста, собеседников или цели общения.

Переключение кодов может происходить по различным причинам, таким как выражение идентичности, показатель статуса, эмоциональная окраска, контекст общения или просто удобство использования определенного языка для передачи определенной мысли или концепции.

Цель исследования заключается в создании датасета для машинного перевода, в котором в качестве входных данных будет текст с code-switching татарского и русского языков, а в качестве выходных данных – текст на каждом из языков, присутствующем в исходном тексте.

Существует тенденция, когда носители малоресурсных языков смешивают родной язык с более крупным, доминирующим языком, при этом не редки ситуации, когда они не владеют в совершенстве ни одним из языков. Этим выражается актуальность данного исследования. Создание датасета для малоресурсных языков играет важную роль в сохранении культурного разнообразия, обеспечении доступа к информации и общению, а также в повышении инклюзивности и равенства возможностей для всех говорящих различных языков.

Мы ставим перед собой следующие задачи:

1. Поиск источников для сбора текстов;
2. Сбор датасета;
3. Разметка датасета, поиск переключения кодов в отобранных материалах;
4. Перевод собранного материала;
5. Оценка моделей машинного перевода на полученном датасете.

**БАЗА ДАННЫХ РЕЧЕВЫХ ОБРАЗЦОВ ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЯМИ
ИМПРЕССИВНОЙ РЕЧИ КАК ОСНОВА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ АЛГОРИТМА
ДИАГНОСТИКИ СЕНСОМОТОРНОЙ АЛАЛИИ**

O.A. Иванова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
iv.olga2578@yandex.ru

В XXI веке стремительно возрастает количество детей с нарушением понимания обращенной речи. Причины данной патологии и ее активного распространения до конца не изучены. Клиническая картина импрессивных расстройств часто объединяет нарушения, имеющие сходные симптомы периферического и центрального характера. Вопрос дифференциальной диагностики нарушений импрессивной речи и иных заболеваний является на сегодняшний день одним из самых сложных.

Существуют разрозненные (и в отношении детского возраста достаточно противоречивые) данные о механизмах возникновения импрессивных расстройств [Gorobets 2023], однако практически нет информации о том, как именно, с использованием каких моделей, с опорой на какие конкретные факторы происходит формирование и развитие понимания у детей с сенсомоторной алалией. Такие данные могут быть получены только в ходе лонгитюдного анализа речи детей с сенсорной/сенсомоторной алалией, которые находятся в процессе абилитации и активно занимаются со специалистами по преодолению речевых расстройств.

В Казанском федеральном университете создана и постоянно пополняется база данных, содержащая записи речи детей с сенсомоторной алалией, а также записи речи детей с нарушениями слуха (тогоухостью). В ходе доклада обсуждается структура базы данных, которая содержит а) аудиофайлы с записями, б) расшифровки звучащей речи (образцы речи с сегментацией и фонетической транскрипцией, образцы речи с сегментацией без фонетической транскрипции). В исследовании приняли участие 23 ребенка с сенсомоторной алалией, 2 ребенка с сенсорной алалией, 7 детей с нарушениями слуха. Получено более 2500 аудиозаписей в динамике.

1. Gorobets E.A., Ivanova O.A., Gamirova R.G. Sensory alalia: terminology and differentiated diagnosis // Современная лингвистика: от теории к практике. Труды и материалы III Казанского международного лингвистического саммита. Под общей редакцией И.Э. Ярмакеева, Ф.Х. Тарасовой. Казань, 2023. Т.1. С. 506-508.

METHOD FOR AUTOMATING THE COGNITIVE MODEL OF SPEECH PRODUCTION

P.A. Lekhnitskaya

Kazan (Volga region) Federal University

lekhnitskaya.polina@gmail.com

In the work «Модель порождения речи Леонтьева-Рябовой: 1967-2005» [1] the internal speech, lexical-grammatical, articulatory levels of speech with auditory control of speech production are highlighted. Python libraries «nltk», «pymorphy2», «spacy» were used. At the beginning, the model is fed text, from which model creates a semantic graph. To create a Semantical graph, the words in the input test are divided into bigrams, after which the first word becomes the node of the graph, the parent, the second – another node and its child. Parent and child are connected by an edge.

The basis of the program consists of the following functions: perception block, energy block, internal speech block, lexico-grammatical block. In the perception block, algorithms sort words and if a word is a noun, adjective, adverb, or verb, then this word is considered as a keyword. In the energy block for a given sentence, the number of consecutive keyword words is counted. Further, if the number of such values is more than 6, for each value a gradient is taken and multiplied by 10. Else the length of the sentence is 4 words. In the internal speech block, the tree is searched; if the parent is equal to the keyword, then its child is taken, and the search is performed depth-first. If the number of words taken in this way is equal to the length of the sentence or there are no more children, the search stops. At the lexical level, the correctness of the generated message is checked: if the length of the received message is 0, then «I don't quite understand. Can you please say it differently?». is the output. Else, the agreement of words in the sentence is checked. After which the result is displayed.

The program is aimed at modeling normal speech production in order to further compare this model with the model of speech in different types of aphasia. The last model can be created using the normal model, where all stages of speech production are maximally coordinated. In this model, when thresholds are lowered or when metrics other than the conventional norm are supplied to the input, a mismatch is created in the previously mentioned stages of speech production, which is why a model of a certain type of aphasia is artificially created.

1. Ахутина Т.В. Модель порождения речи Леонтьева-Рябовой: 1967-2005 //Вопросы психолингвистики. – 2007. – №. 6. – С. 13-27.

БАЗА ДАННЫХ СТИМУЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СПЕЦИФИКИ ОСВОЕНИЯ КАТЕГОРИИ ЧИСЛА СУЩЕСТВИТЕЛЬНЫХ У ДЕТЕЙ С РЕЧЕВЫМИ НАРУШЕНИЯМИ

T.P. Мустакова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
tatyana666@list.ru

В современной онтолингвистике накоплены данные об освоении грамматических категорий [Цейтлин 2009], в частности – категории числа [Панфилова 2011], детьми с типичным развитием, однако междисциплинарный анализ специфики развития механизмов освоения категории числа существительных детьми с общим недоразвитием речи до сих не был осуществлен. Категория числа представляет собой интересный объект для изучения, во-первых, в связи с ее неоднозначной трактовкой ее статуса в современной морфологии, во-вторых, в связи с многообразием вариантов образования форм множественного числа.

Исследование включает в себя разработку лингвистически валидных материалов для выявления степени освоения категории числа. В тестах для детей с нарушениями речи представлены отдельные пробы на выявление сформированности категории числа. Однако анализ этих проб показывает, что учтены далеко не все возможные модели образования множественного числа. Пробы, которые дают представление о типичных ошибках при усвоении синтаксических особенностей числа существительных детьми с общим недоразвитием речи, также представлены достаточно разрозненно и не могут давать объективной картины, в особенности в связи с отсутствием сравнения с типично развивающимися детьми.

Доклад посвящен принципам создания и организации базы данных стимульного материала для проведения тестирований в группе нормы и в группе детей с общим недоразвитием речи.

1. Цейтлин С.Н. Грамматические ошибки в освоении русского языка как первого и как второго // Вопросы психолингвистики. 2009. № 9. С. 43-52.

2. Панфилова Е.Н. Универсальный дифференционно-интеграционный принцип в освоении детьми грамматической категории числа существительного // Вестник Череповецкого государственного университета. 2011. № 4-1 (33). С. 71-73.

БАЗА ДАННЫХ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СПЕЦИФИКИ КАТЕГОРИАЛЬНОГО МЫШЛЕНИЯ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ С ТИПИЧНЫМ РЕЧЕВЫМ РАЗВИТИЕМ И СИСТЕМНЫМ НЕДОРАЗВИТИЕМ РЕЧИ

Г.А. Roxas

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
extralesson@yandex.ru

Системное недоразвитие речи приводит к задержке формирования либо к искаженному формированию словесно-логического категориального мышления, высокий уровень которого необходим для успешного освоения учебных предметов. Способность к вербальным категориальным обобщениям является важным показателем сформированности речи и верbalного интеллекта, а также дает материал для анализа специфики развития мышления у детей с типичным развитием, а также структуры и механизмов нарушений при расстройствах речевого развития.

Стимульный материал для определения способности к вербальным категориальным обобщениям нуждается в лингвистической валидации на широкой выборке информантов и в периодическом обновлении. С этой целью в Казанском федеральном университете формируется база данных, содержащая задания на вычленение лишнего элемента из ряда однородных и задания на поиск общего (концептуализацию), а также количественные данные по верным и неверным результатам, пул вариантов объяснения выбора, полученных от детей и подростков, для последующей классификации по видам обобщения и по типам актуализации латентных признаков.

Материал для детей и подростков ранжирован по возрастам и по профилю обучения (для учеников средних общеобразовательных школ, для лицеев с углубленным изучением естественнонаучных дисциплин, для гимназий с углубленным изучением гуманитарных дисциплин), материал для детей и подростков с системным недоразвитием речи также ранжирован по возрастам.

1. Дзюба Е.В. Лингвокогнитивная категоризация в русском языковом сознании: монография. Екатеринбург, 2015. 286 с.

МОДЕЛЬ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫЯВЛЕНИЯ ЛЕКСИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ ТРЕВОЖНО-ДЕПРЕССИВНЫХ РАССТРОЙСТВ

K.B. Скобельцын

ООО «Начальная студия»

konstantin@skobeltsyn.com

Уровень информационной нагрузки, стресса, а соответственно, тревоги и депрессии в популяции стремительно возрастает, что в случае несвоевременного выявления и отсутствия адекватной помощи может привести как к резкому росту стресс-индуцированных расстройств, так и к суицидальным настроениям, особенно в группах риска (дети и подростки, пожилые люди) [Есин 2020].

Распространенность и количественный рост тревожно-депрессивных расстройств обусловливают необходимость их раннего выявления, причем не только с помощью специально разработанных опросников, предполагающих процедуру самооценки состояния человеком и в значительной степени зависящих от того, насколько объективна эта самооценка и насколько правдивым намерен быть информант, но и более объективными методами. Исследование направлено на создание программы автоматического выявления лексических маркеров тревоги и депрессии в текстах, продуцируемых в ходе свободного общения, а также в текстах на заданную тему.

Доклад посвящен одному из этапов исследования – разработке прототипа модели, которая включает в себя хранилище датасетов, библиотеку моделей, представляющих собой сущности, отражающие программное или аппаратное воплощение решения задачи нелинейной оптимизации (нейронные сети или других численных методов), и архив испытаний. Обсуждаются: а) структура хранилища датасетов, содержащих набор кейсов, б) характеристики этих кейсов, в) параметры обработки реплик – сущностей, которые представляют собой текст, продуцируемый участником кейса, г) специфики структуры данных в библиотеке моделей, д) принципы архитектуры архива испытаний.

1. Есин Р.Г., Есин О.Р., Хакимова А.Р. Стресс-индуцированные расстройства // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2020. Т. 120. №5. С. 131-137.

СОЗДАНИЕ БАЗ ДАННЫХ В ОБЛАСТИ ТИПОЛОГИИ ИСКУССТВЕННЫХ ЯЗЫКОВ

P.B. Тарасов

Казанский (Поволжский) федеральный университет, Казань, Россия

romtantarasov2000@yandex.ru

В данном докладе описывается структура и функционал двух созданных автором баз данных в сфере лингвистической типологии искусственных языков (конлангов): Базы данных дериваций в конлангах [1] и Базы данных отрицания в конлангах [2].

Существует большое количество лингвистико-типологических баз данных, посвящённых одному или нескольким аспектам естественного языка: фонологии, морфологии, синтаксису, лексической семантике и т.д. Самым крупным проектом можно назвать Всемирный атлас языковых структур [3]. Вместе с тем, конлангам в типологии практически не уделяется внимание.

Однако исследования в этой сфере также имеют практическую значимость. Учитывая, что многие грамматические явления слабо исследованы даже для естественных языков, авторы конлангов вынуждены при выборе стратегии выражения того или иного грамматического значения полагаться на собственные представления о сложности или простоте таких стратегий. Таким образом, закономерности, выявленные для конлангов, дают представление об отношении носителей естественных языков к различным грамматическим моделям.

В базах данных представлены результаты исследований, проведённых автором в период с 2020 по 2023 год. Первая База данных [1] содержит информацию о средствах выражения трёх значений: «считать кого-то X», «казаться X» и «заставлять, побуждать делать X», а вторая [2] – о средствах выражения отрицания составляющей в различных контекстах. Информация в обеих базах представлена на двух языках: русском и английском. Выбор языка интерфейса доступен на стартовой странице, также переключиться с одного языка на другой можно в глоссарии. Языковые версии равнозначны по содержанию и функционалу и содержат главную страницу, словарь терминов и поисковик, позволяющий осуществлять поиск как по языку, так и по конкретному значению либо по параметрам стратегии его выражения.

Оба ресурса созданы при поддержке Общества конструирования языков (Language Creation Society) – международной организации, учреждённой в целях поддержки создания и научного исследования искусственных языков.

1. База данных дериваций в конлангах / Р.В. Тарасов, Т.И. Резникова // <https://conlang-database.romtarrus2000.repl.co/russian>
2. База данных отрицания в конлангах / Р.В. Тарасов // <https://conlang-negation-database.romtarrus2000.repl.co/russian>
3. World Atlas of Language Structures // <https://wals.info/>

ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА В ГЕРОНТОЛОГИИ: КЛИНИКО-ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ

И.М. Фаттахов

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

im.fattahoff@gmail.com

Тревожно-депрессивные расстройства относятся к числу наиболее распространенных форм психических нарушений среди пациентов гериатрического профиля [1]. Однако, с целью скрининга уровня тревоги и депрессии в данной когорте преимущественно применяют общемедицинские шкалы, у большинства из которых отсутствует нозологическая специфичность и соответствующая валидность относительно гериатрической практики [2]. Таким образом, все больше возрастает необходимость в разработке и создании собственных, а также переводе и адаптации зарубежных психометрических инструментов (шкал, опросников) с учетом факторов, специфичных для этой группы больных.

Так, на основании разработанных клинико-лингвистических критерии (использование простых формулировок, учет био-психо-социальных особенностей пожилого возраста, опора на диагностические критерии МКБ-10 и др.), были разработаны и созданы 2 собственных психометрических инструмента: *Гериатрическая шкала тревоги (ГШТ)* и *Гериатрическая шкала депрессии (ГШД)*. Также, с опорой на выработанные собственно лингвистические (учет характерных особенностей лексики и грамматики языка оригинала и языка, на который осуществляется перевод, и др.) и экстралингвистические (учет социокультурных аспектов перевода, визуально-технических свойств его исполнения и др.) параметры, были переведены и адаптированы 2 англоязычных психометрических инструмента: *Шкала Кэрролла для оценки депрессии (CRS)* [3] и *Шкала депрессии, тревоги и стресса (DASS)* [4].

В настоящее время на базе неврологического отделения Медико-санитарной части и Центра патологии речи Научно-клинического центра прецизионной и регенеративной медицины Казанского (Приволжского) федерального университета начата процедура лингвистической и психометрической валидации переведенного и разработанного психометрического инструментария с целью последующего его внедрения в клиническую практику.

1. Иванец Н.Н. Тревожные расстройства у больных пожилого возраста: психопатолого-гическая характеристика, диагностика, сходство и отличия от тревожных депрессий / Н.Н.Иванец, В.П.Сысоева, М.А.Кинкулькина, Т.И.Авдеева // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С.Корсакова. – 2014. – №114. – С. 4-11.

2. Фаттахов, И.М. Диагностика аффективных расстройств в гериатрии: клинико-лингвистические аспекты / И.М. Фаттахов // Научное наследие В.А. Богородицкого и современный вектор исследований Казанской лингвистической школы: труды и материалы международной конференции : в 2 т.,

Казань, 06–07 декабря 2022 года. – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2022. – С. 120-122.

3. Фаттахов И.М. Лингвистические аспекты перевода и валидации шкалы Б.Кэрролла для диагностики и оценки тяжести постинсультной депрессии / И.М. Фаттахов, Р.Г. Есин // VII Бодуэновские чтения. Труды и материалы. Том 2. – 2019. – С. 233-237.

4. Lovibond S.H., Lovibond P.F. Manual for the Depression Anxiety Stress Scales / S.H. Lovinond, P.F. Lovibond // Sydney: Psychology Foundation, 1995. – 42 p.

СОЗДАНИЕ И ЛИНГВИСТИЧЕСКАЯ ВАЛИДАЦИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ПАРЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

I.A. Хавкина

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

khavkina.irina@gmail.com

Единицы с переносным планом представляют собой уникальный инструмент для оценки сформированности верbalного мышления и уровня владения как родным, так неродным языком. Серьезные изменения в информационном пространстве, цифровизация и доминирование визуальных стимулов над речевыми приводят не только к общему снижению функциональной грамотности у детей, но также и к недостаточной сформированности вербального мышления. В Казанском федеральном университете реализуется проект, направленный на анализ специфики восприятия паремиологических единиц детьми и подростками, обучающимися в общеобразовательных школах, а также в учебных заведениях с углубленным изучением естественнонаучных и гуманитарных дисциплин (лицеях и гимназиях).

Первый этап – формирование базы данных паремий на основе существующих лингвистических источников и уже сформированных паремиологических минимумов (в литературе представлены такие базы данных для взрослых [Лайкова 2023], но актуальных баз для детей и подростков нет). Второй этап – лингвистическая валидация первичной базы, выявление стимульных единиц, наиболее ясных для учащихся (дети и подростки разделены на пять возрастных групп) с учетом их профиля обучения. Третий этап – апробация полученного стимульного материала в группах детей и подростков с общим недоразвитием речи / системным недоразвитием речи.

Проект является мультирегиональным, что дает возможность получить объективные данные во всероссийском масштабе и в дальнейшем использовать базу данных паремиологических единиц для детей и подростков как в образовательных целях (при формировании учебников, тестовых материалов), так и в диагностически-коррекционных (в условиях клинической работы и инклюзивного образования).

1. Лайкова Ю.В. Создание базы данных паремиологических единиц для нейрокогнитивного тестирования // Филология и культура. Philology and Culture. – 2023. – №2 (72). – С. 76-82.

СОЗДАНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ АНГЛОЯЗЫЧНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА В БИЛИНГВАЛЬНОМ РЕГИОНЕ: РЕЗУЛЬТАТЫ СОЦИОЛИНГВИСТИЧЕСКОГО ОПРОСА

Р.И. Шайхутдинова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань Россия
ruzalinkaa@mail.ru

В связи с укреплением статуса английского языка как языка международного общения всё более распространенным становится изучение/освоение английского языка детьми раннего дошкольного возраста в условиях искусственно созданной языковой среды [1, 2], которое до сих пор остается малоизученным в билингвальных регионах РФ. В данном небольшом социолингвистическом исследовании представлены результаты анализа речевых особенностей детей дошкольного возраста, проживающих на территории Республики Татарстан и осваивающих родные русский, татарский языки и неродной английский язык в условиях семейного взаимодействия. В данной работе проанализированы данные выборочного опроса, в котором приняли участие 28 казанских семей, воспитывающие детей в возрасте от 2,5 до 7 лет, систематические записи речи детей, ведущиеся родителями на протяжении 4 лет, а также аудио– и видеоматериалы общим объемом 11 часов. Мы обнаружили взаимовлияние трех языковых систем на разных уровнях детской речи и проанализировали детские формообразовательные межъязыковые русско-английские и татаро-английские инновации, представляющие интерес в области онтобилингвологии и онтолингвистики. Также было установлено, что дети респондентов в процессе коммуникативных актов на трех языках используют не только номинативную, но и металингвистическую функцию языка уже в раннем возрасте. Наше исследование подтверждает, что взаимопроникновение языковых структур в речи детей в рамках ныне популярного явления изучения/освоения неродного английского языка детьми дошкольного возраста в условиях билингвальных регионов требует более серьезного и детального изучения специалистами по детской речи.

1. Чиршева, Г.Н. (2012) Детский билингвизм: одновременное усвоение языков. Санкт-Петербург: Златоуст, 488 с.
2. Цейтлин, С.Н. (2012) Ранняя детская грамматика и формообразовательные инновации. Филология в образовательном пространстве города Череповца: история и современность. Череповец, Изд-во ЧГУ, с. 215-228.

Секция IV.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИТ

ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМЫ ЁМКОСТЕЙ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

A.A. Екимовская

Московский авиационный институт», Москва, Россия

any_ekimovskaya03@mail.ru

При хранении сжиженного природного газа (СПГ) желательно иметь ёмкость с максимальным объёмом и минимальной площадью поверхности. Минимальная площадь поверхности обеспечивает самую лёгкую конструкцию и минимальный теплообмен с окружающей средой [1]. Методами дифференциального исчисления выполнен анализ и синтез рациональных схем корпусов, составленных из двух и трёх сферических сегментов. Более сложные составные конструкции исследованы методами компьютерного моделирования. В качестве целевой функции выбрано отношение объёма конструкции к площади её поверхности. Решающим правилом для выбора критерия оптимизации является максимум целевой функции или её наибольшее значение [2]. Этот критерий был применён для оптимизации ёмкостей для СПГ сначала для морских танкеров, затем для железнодорожных цистерн. Для поиска рациональных форм перспективных ёмкостей сначала потребовалось изучить свойства типовых геометрических фигур, прежде всего, частей сферы, сферических сегментов, а потом их комбинаций. Например, появилось предложение сделать 4 ёмкости в виде прилегающих сферических сегментов. Даже если поставить перегородки между четырьмя ёмкостями из сферических сегментов, то выбранный показатель качества будет выше, чем в схеме морского танкера «Гранд Елена», построенного по проекту «Сахалин-2». Этим же методом доказано, что железнодорожную цистерну типа 15-9503 АВП, можно заменить более экономичной, с меньшими потерями СПГ, если вместо цилиндра и сферических днищ изготовить сферические сегменты.

1. Альбом-справочник цистерн для сжиженных газов. – Санкт-Петербург: Интэкс Логистик. – 40 с. – Электронный ресурс (дата обращения 31.05.2023): <http://intecs-log.ru/wp-content/uploads/2018/05/Vagony-tsisterny-dlya-szhizhennyh-gazov.pdf>
2. Бусленко Н.П. Лекции по теории сложных систем. – М.: Советское радио, 1973. – Электронный ресурс (дата обращения 31.05.2023): <https://lib-bkm.ru/13940>

ИССЛЕДОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ОБЪЕКТОВ

A.K. Журавлёв, К.А. Григорян

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

aleks.zhuravlev2002@gmail.com

Резюме. Современные решения в компьютерном зрении для автоматического отслеживания объектов и наложения масок на видео часто требуют ручной настройки и имеют ограниченную автоматизацию. Предлагается новая система, обеспечивающая улучшенную эффективность и гибкость в создании креативного видеоконтента.

Ключевые слова: компьютерное зрение, автоматическое отслеживание, наложение маски, видеообработка.

Введение. Разработка эффективных решений для автоматического отслеживания объектов и наложения масок важна для современного видеоконтента. Существующие системы сегментации имеют ограничения: высокую вычислительную сложность и зависимость от точной аннотации объектов.

Обзор существующих решений. Проект XMem [1] показывает преимущества в обработке больших данных, но имеет проблемы с точностью масок. Segment Anything [2] обладает высокой вычислительной сложностью, ограничивая использование в маломощных компьютерах. SAM-PT [3] предлагает улучшенную сегментацию, но требует ручной настройки.

Результаты. Исследование выявило необходимость более гибких и эффективных систем для автоматизации обработки видеоматериалов, снижения вычислительной сложности и улучшения точности отслеживания объектов.

Заключение. Для преодоления ограничений существующих решений требуется разработка новых систем в области компьютерного зрения. Разрабатываемые технологии откроют новые возможности при создании качественного и креативного видеоконтента.

1. Cheng H. K., Schwing A. G. Xmem: Long-term video object segmentation with an atkinson-shiffrin memory model //European Conference on Computer Vision. – Cham: Springer Nature Switzerland, 2022. – С. 640-658.
2. Kirillov A. et al. Segment anything //arXiv preprint arXiv:2304.02643. – 2023.
3. Rajič F. et al. Segment Anything Meets Point Tracking //arXiv preprint arXiv:2307.01197. – 2023.

АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ЦВЕТА В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПОЛОС СПЕКЛ-ИНТЕРФЕРЕМЕТРИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Д.А. Леонтьева

Московский авиационный институт, Москва, Россия

dasha.leontieva2020@gmail.com

Рентгеновские или ультразвуковые методы неразрушающего контроля материалов позволяют выявлять положение дефектов и трещин в исследуемой конструкции. Дефекты и трещины являются последней стадией деградации материала, которая развивается на микро, мезо и макроуровнях [1-3]. На микроуровне движение дислокаций обеспечивает развитие процессов при небольших степенях деформации. На мезоуровне дислокации скапливаются у дефектов или пор, кристаллографическое скольжение вызывает пластическое течение, и, в конечном итоге, они приводят к макроскопической пластической деформации и к разрушению в месте расположения видимых трещин. Анализ деформации на мезоуровне особенно важен при исследовании деградации материала и предсказании разрушения. Применение лазерной спекл-интерферометрии позволяет построить изображение двухмерной деформации с точностью до длины световой волны. Разработана методика оценки динамики изменения интенсивности изображения в исследуемой полосе спекл-изображения на основе анализа среднего значения изменения интенсивности изображения и дисперсии разброса в лучевом или в продольном и поперечном сечениях, не зависящая от внешних факторов. В точках зарождения полос данные сильно различаются, что описывает напряжённое состояние.

1. Панин В.Е., Гриняев Ю.В., Данилов В.П. и др. Структурные уровни пластической деформации и разрушения. – Новосибирск: Наука, 1990. – 255 с.
2. V. Pisarev, I. Odintsev, S. Eleonsky , A. Apalkov. Residual stress determination by optical interferometric measurements of hole diameter increments. Optics and Lasers in Engineering, 110 (2018), p. 437-456.
3. V.S. Pisarev, Y.G. Matvienko, S.I. Eleonsky, I.N. Odintsev. Combining the crack compliance method and speckle interferometry data for determination of stress intensity factors and T-stresses. Engineering Fracture Mechanics, 179 (2017), p. 348-374.

ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Я.В. Малолеткова, С.В. Сусарев

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

Yana.maloletkova@yandex.ru

В нашем динамичном мире, где мы все стремимся к здоровому образу жизни и улучшению качества нашей жизни, функциональные продукты становятся все более популярными.

В настоящее время каждый производитель стремится разнообразить ассортимент выпускаемых изделий для привлечения большего числа покупателей. Для этого используют добавление различных альтернативных видов сырья.

Необходимость использования такого сырья обуславливается Стратегией повышения качества продукции в Российской Федерации до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 г. №1364-р). Данная стратегия ориентирована на обеспечение полноценного питания, профилактику заболеваний, увеличение продолжительности и повышения качества жизни населения, стимулирование развития производства и обращения на рынке пищевой промышленности надлежащего качества [1].

Добавление нетрадиционного сырья в хлебобулочные изделия влечет за собой длительные эксперименты с пробными лабораторными выпечками.

Для упрощения разработки новых рецептур с альтернативным сырьем ведутся работы по созданию программы прогнозирующей качество конечной продукции хлебопекарного производства.

1. Стратегией повышения качества продукции в Российской Федерации до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 г. №1364-р)

УСТОЙЧИВЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ КУПОЛ И ЕГО 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ

Т.А. Мерзликин

НИУ МАИ, МБОУ «СОШ №12», Королёв, Московская область, Россия

t.merzlikin@bk.ru

Идея работы появилась после анализа конструкции Египетских пирамид. В них нет никаких закреплений каменных блоков – все они лежат друг на друге только под действием вертикальных сил тяжести и реакций опор. По сути Пирамиды представляют устойчивую строительную сборку. В работе продолжается исследование похожих сборок. Например, в устойчивой строительной сборке Гаспара Монжа детали укладываются одна на другую и лежат под действием только вертикальных сил тяжести и вертикальных реакций опор [1]. Однако арки обязательно требуют боковых укреплений, обычно в виде контрарок. Нельзя ли создать арку без боковых напряжений, то есть без контрарок? Доказано, что такую арку изготовить можно из прямоугольных блоков [2]. Авторская модель арки была изготовлена. Цель исследования в продолжающейся научной работе состоит в исключении боковых, касательных, сдвигающих напряжений, причём не только в двумерной конструкции арки, но и в более сложных трёхмерных конструкциях. Предлагается блоки сделать в виде круговых секторов, а потом опорные секторы, кроме верхнего, сделать усечёнными. После получения экспериментальных исходных данных было выполнено компьютерное моделирование новой устойчивой сборки купола и создана натурная модель. 3D-моделирование выполнено в программе Google SketchUp. Построена модельная опалубка для железобетонной конструкции, в которую можно уложить арматуру и залить раствор. Даже если одна часть купола будет повреждена, то другие части сохранят устойчивость. Теоретические, компьютерные и натурные данные совпали.

1. Боголюбов А.Н. Гаспар Монж, 1746–1818 / Под ред. акад. И.И. Артоболевского – М.: Наука, 1978. – 184 с.
2. Мерзликин Т.А. Устойчивые укладки строительных материалов / V Всероссийская с международным участием школа-конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Материалы и технологии XXI века». 30 ноября – 2 декабря 2022 г. – Отв. ред. А.В. Герасимов. – Казань.: КФУ, 2022. – С.287.

МОДЕЛЬ ЭМИССИИ АТОМОВ NI И MO С ПОВЕРХНОСТИ МОНОКРИСТАЛЛА (001) Ni₄MO

А.И. Мусин^{a,b}, В.Н. Самойлов^c, Н.Г. Ананьев^c

^a*Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», Москва, Россия*

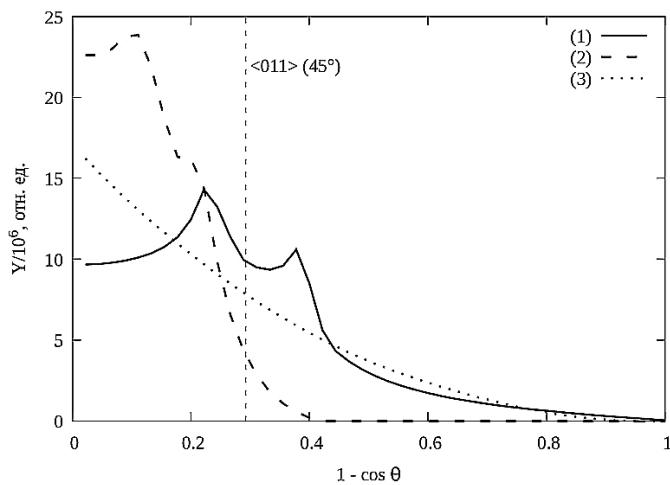
^b*Государственный университет просвещения, Мытищи, Московская область, Россия*

^c*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

ai.musin@physics.msu.ru

На основе модели [1], использованной нами ранее для расчетов распыления с грани (001) Ni, была создана модель численного моделирования распыления атомов с поверхности монокристалла (001) Ni₄Mo на стадии эмиссии по методу молекулярной динамики, в рамках которой учитывалось взаимодействие атома с ближайшими 20 атомами первого слоя. Начальная функция распределения $F_0 \sim \cos\theta_0 / E_0^2$.

На рисунке показаны рассчитанные распределения атомов Mo, распыленных с поверхности (001) Ni₄Mo, по $1 - \cos \theta$ (1), $1 - \cos \theta_i$ (2) и $1 - \cos \theta_0$ (3), где θ_0 – начальный полярный угол эмиссии, θ_i – полярный угол при подлете к плоскому потенциальному барьеру, θ – конечный полярный угол вылета. Было показано, что даже без учета процессов в каскаде столкновений можно получить реалистичное распределение распыленных атомов только за счет действия поверхностных механизмов распыления.



Работа выполнена с использованием оборудования Центра коллективного пользования сверхвысокопроизводительными вычислительными ресурсами МГУ имени М.В. Ломоносова [2].

1. А.И. Мусин, В.Н. Самойлов. Поверхность. 2020. №7. С. 104–112.
2. Vl. Voevodin et al. Supercomputing Frontiers and Innovations. 2019. V. 6. No. 2. P. 4–11.

ГЕОЗОНДИРОВАНИЕ СЕВЕРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КОСМИЧЕСКИМИ АППАРАТАМИ С ВЫСОКИМИ ЭЛЛИПТИЧЕСКИМИ ОРБИТАМИ

А.Б. Цуркан

ФГБОУ НИУ МАИ, МБОУ «СОШ №12», Королёв, Московская область, Россия
piti55@bk.ru

Цель работы заключается в предложении группировки космических аппаратов (КА), которая сможет постоянно, круглосуточно зондировать северные районы Земли в диапазоне географических широт 70-90 градусов [1]. Особенностью требований к КА является движение по трассе вдоль заданной географической параллели. Это требование следует из освоения Северного морского пути и месторождений полезных ископаемых, прежде всего, углеводородов. Вдоль параллели КА должны двигаться один за другим, один сменяя другой, чтобы вся географическая параллель 70 градусов постоянно находилась в поле зрения аппаратурой, причём строго под КА по местной вертикали. Это нужно для наиболее рациональной работы лазерных приборов. Спутник должен зависнуть в точке апогея на заданной широте 70 градусов. Это возможно по второму закону Кеплера, то есть закону площадей. Уменьшение скорости движения КА в апогейной области становится таким значимым, что поверхность Земли вращается быстрее спутника. Сделан вывод, что для достижения цели работы высокоэллиптическая орбита должна обладать двумя свойствами: большой высотой апогея и достаточно большим эксцентриситетом [2].

Предложена группировка из 38 КА, позволяющая постоянно и круглосуточно зондировать весь район полярной шапки Земли в диапазоне географических широт 70-90 градусов. При этом угловое расстояние между КА не превышает 20 градусов.

1. Иванов В.Л., Меньшиков В.А., Пчелинцев Л.А., Лебедев В.В. Космический мусор. В 3-х томах. Том.1. – М.: Патриот, 1996. – 360 с.
2. Екимовская А.А. Использование энергии вращения для орбитального перехода Гомана / Сборник трудов Международной научной конференции «Тинчуринские чтения 2022». В 3-х томах. Том 3. Под общ. редакцией Э.Ю.Абдуллаязнова. – Казань: Казанский государственный энергетический университет (КГЭУ), 2022. – С.547-550. – Ссылка на систему РИНЦ: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49225965>

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ ВРЕМЯ-РАЗРЕШЕННОЙ МИКРОСКОПИИ

И.Д. Щечкин^{a,b}, С.А. Родимова^{a,b}, Н.В. Бобров^a, А.М. Можеров^a, Д.С. Кузнецова^{a,b}

^a Приволжский исследовательский медицинский университет Минздрава России,
Нижний Новгород, Россия

^b ННГУ им. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия
Iliahasa1992@gmail.com

Введение.

Флуоресцентная время-разрешенная микроскопия (FLIM) – это метод исследования, основанный на анализе времен жизни флуоресценции эндогенных флуорофоров, в частности никотинамидаденидинуклеотида (НАД(Ф)Н). Для описания затухания флуоресценции НАД(Ф)Н используются двухэкспоненциальная или трехэкспоненциальная модели, где параметры t_1 , t_2 и t_3 соответствуют временам жизни свободной, связанной и фосфорилированной форм НАД(Ф)Н соответственно, их вклады описываются относительными амплитудами a_1 , a_2 и a_3 . Кривая затухания флуоресценции НАД(Ф)Н может служить индикатором метаболических трансформаций: рост a_1 коррелирует с усилением анаэробного гликолиза, рост a_2 может быть связан с усилением окислительного фосфорилирования, а изменение a_3 соответствует изменению синтетической функции ткани. FLIM широко применяется для изучения метаболизма биологических тканей. Современные методы компьютерного анализа способны извлекать больше данных из FLIM-изображений, по сравнению с традиционными вариантами, и представляют собой применение нейронных сетей (НС) к анализу изображений, с целью объективизации результатов и выявления новых метрик анализа структурно-функционального состояния тканей.

Цель работы.

Создать алгоритм, используя НС, способный определять характеристики флуоресценции ткани печени на основе FLIM изображений.

Материалы и методы.

Была использована модель регенерации печени (18 крыс Wistar), которая вызывалась путем резекции печени с удалением разного объема (30 и 70% массы) ткани. Печень забирали на 7 сутки после резекции и проводили визуализацию методом FLIM. Конечный пул изображений состоял из: 80 изображений контроля; 11 изображений при 30% резекции; 17 изображений при 70% резекции. В программе ImageJ (Fiji) для изображений были размечены границы клеток, в качестве масок для обучения НС. После чего изображения были аугментированы.

Результаты.

Полученный пул был использован как тренировочный для обучения НС основанной на трехканальном Unet++ с использованием многокомпонентной функции потерь, включающей в себя ВСА, Focal и Dice функций. НС была обучена выделять границы клеток и сами клетки, и далее предска-

зания использовались для проведения поклеточной Instance сегментации точность составила более 0,8. Полученные ROI, представляющие собой отдельные клетки, были использованы для расчета кинетик изменения флуоресценции, на основе восстановленных функций SPCImage.

Заключение.

Был разработан алгоритм, способный определять границы клеток с высокой точностью, выделять их на FLIM-изображении и рассчитывать соответствующие им параметры флуоресценции: времена жизни компонент и их вклады.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (грант №19-15-00263).

Секция V.
НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

СОЗДАНИЕ ХРОМОФОР-СОДЕРЖАЩИХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ С НЕЛИНЕЙНО ОПТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ НА ОСНОВЕ СЕТЧАТЫХ МЕТАКАРИЛОВЫХ СОПОЛИМЕРОВ

A.A. Валиева, Т.А. Вахонина, А.Ш. Мухтаров, М.Ю. Балакина

Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КНЦ РАН, Казань, Россия
kadirovaalfira1993@mail.com

При разработке полимерных материалов с нелинейно-оптическими (НЛО) свойствами особое внимание уделяется как достижению высоких значений НЛО характеристик, так и сохранению их долговременной стабильности. Эта задача может быть решена путем сшивания цепей хромофор-содержащего полимера для ограничения подвижности хромофорных групп после полинга, в ходе которого формируется их нецентросимметричная организация. В связи с этим, для исследования реакции сшивки на релаксационную стабильность НЛО отклика нами были синтезированы линейный **ММА-МАЗ-ГМА** (Рис.1а) и разветвленные **РПН-Э10, РПН-Э20** (Рис.1б) сополимеры, которые содержат в своем составе эпоксидные группы, способные к образованию сетчатых структур.

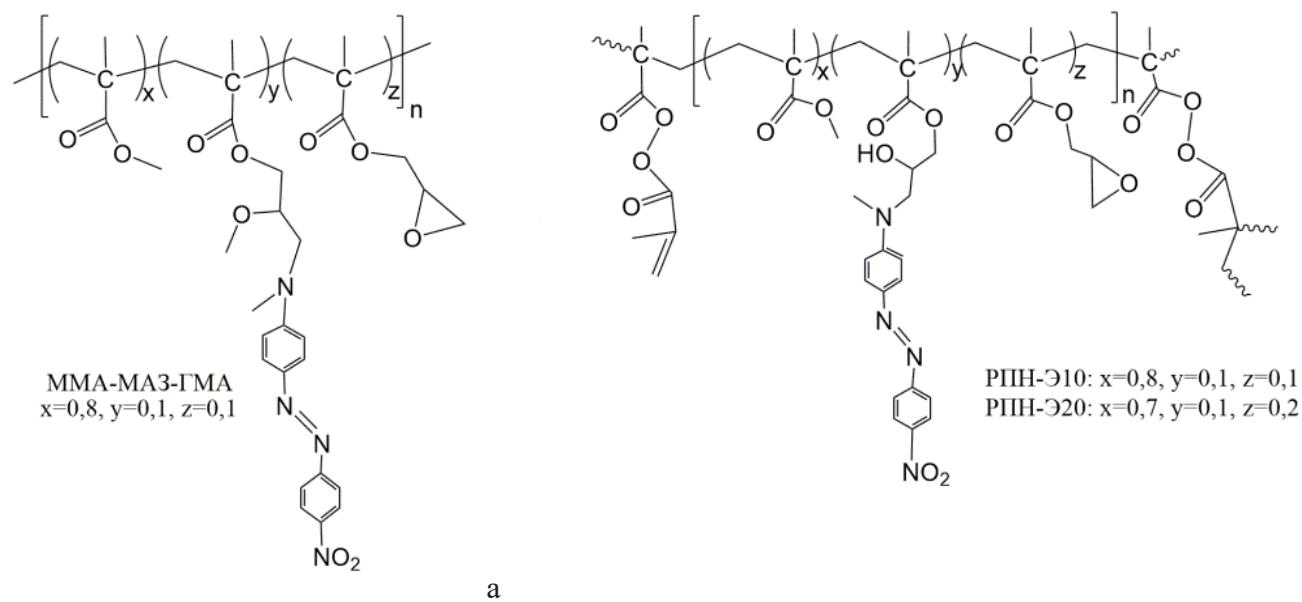


Рис. 1. Структура исследуемых полимеров

Исследованы различные методы сшивки цепей сополимеров: термическая и химическая, где в качестве сивающих агентов были использованы янтарная и терефталевая кислоты. Установлено, что применение специальных химических реагентов для получения сшитых полимеров более эффективно, чем просто термическая сшивка: в первом случае содержание гель-фракции составляет более 90%, а во втором около 80%. Показано, что эффективность янтарной кислоты выше, чем терефталевой; для линейных сополимеров содержание гелевой фракции составляло 100 и 97%, соответственно, а для разветвленных – 90 и 83%, соответственно.

ПОЛУЧЕНИЕ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК СЕРЫ В ОРГАНИЗОВАННЫХ СРЕДАХ

**Э.Т. Гайфуллина, З.Р. Зарафутдинова, А.Г. Шмелев, Т.А. Корнев,
А.Б. Зиятдинова, Р.Р. Заиров, Р.Р. Амиров**

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
annette_zb@mail.ru*

В последнее время все большее внимание привлекает разработка фотолюминесцентных материалов на основе квантовых точек (QDs). В этом плане интерес представляют квантовые точки на основе неметаллов, в том числе серы (SQDs), которые в отличие от традиционных QDs, не содержат токсичные ионы тяжелых металлов. Кроме того, отсутствие цитотоксичности, высокая противогрибковая и антибактериальная активность наночастиц серы открывает возможности их использования в биолюминесцентном имиджинге и терапии. Также имеются перспективы применения SQDs в OLED-устройствах. Таким образом, разработка новых способов получения квантовых точек серы в водных растворах является актуальной задачей.

В данной работе в качестве стабилизаторов наноразмерных частиц серы в водных растворах были выбраны мицеллообразующие ПАВ и полиэлектролиты. Предварительными экспериментами были выявлены условия получения наночастиц серы наименьшего размера по реакции кислотного гидролиза тиосульфата натрия. Были исследованы возможности ионных и неионных ПАВ, различных полиэлектролитов. Размеры частиц оценивали методом динамического светорассеяния (Malvern Mastersize 2000, 633 нм). Было установлено, что из всех изученных ПАВ только катионные ПАВ способны солюбилизировать наночастицы серы с образованием прозрачных растворов. Поэтому методику получения квантовых точек серы разрабатывали на основе катионных ПАВ и полиэлектролитов. На основании литературных данных синтезировали квантовые точки с использованием элементарной серы и тиосульфата натрия в качестве исходных реагентов. Фотолюминесценцию полученных образцов фиксировали на спектрофлуориметре Fluorolog-QM. Оказалось, что синтез квантовых точек из тиосульфата натрия более эффективен, так как он проходит быстрее и фотолюминесценция выше по сравнению с альтернативным способом синтеза из S^0 .

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета («Приоритет-2030»).

ЯДЕРНАЯ МАГНИТНАЯ РЕЛАКСАЦИИ ^3He В КОНТАКТЕ С НАНОЧАСТИЦАМИ DyF_3 ,

A. M. Гараева^a, E.M. Алакшин^a, Е.И. Болтенкова^a, К.Р. Сафиуллин, И.В. Романова^a

^a Институт физики КФУ, Казань, Россия

adeliaagaraeva84@gmail.com

Фторид диспрозия DyF_3 – дипольный ферромагнетик с осью легкого намагничивания вдоль оси [010] кристаллической решетки; температура Кюри 2.55 К вдоль оси [010] для монокристалла [1]. Соединение обладает уникальными свойствами, благодаря которым возможно его применение как высокополевого МРТ контрастного агента [2] и добавки к Nd-Fe-B магнитам для увеличения коэрцитивной силы [3].

Порошки DyF_3 и LaF_3 со средним размером частиц 20 нм были получены методом гидротермального синтеза при помощи нитратной реакции [4], порошок размером 220 нм x 150 нм – посредством хлоридной реакции [5]. Контроль химического состава и подтверждение кристалличности осуществлялись с помощью рентгенофазового анализа на дифрактометре Bruker D8 Advance Cu K α , $\lambda=1.5418 \text{ \AA}$. По фотографиям, полученным с помощью просвечивающей электронной микроскопии на микроскопе HitachiHT Exalens, определялась форма и характерный размер частиц в полученных порошках.

В работе были измерены скорости продольной и поперечной релаксации ядер гелия-3 в контакте с порошком DyF_3 (99.67%) и LaF_3 (0.33%) в адсорбированном слое, в объеме жидкости и в случае покрытия частиц слоем гелия-4 в зависимости от температуры в диапазоне 1,5-3 К в полях 173 и 505 мТл. В случае жидкого гелия-3 в отсутствии покрытия частиц гелием-4 наблюдается двухкомпонентная релаксация продольной и поперечной намагниченности. Предложено возможное объяснение этому явлению.

Работа поддержана Российским научным фондом (номер проекта 23-72-10039).

1. Savinkov A. V. et al. *Journal of Physics: Condensed Matter*, 2008, 20, 48, 485220.
2. González-Mancebo D. et al. *Particle & Particle Systems Characterization*, 2017, 34, 10, 1700116.
3. Xu F. et al. *Scripta Materialia*. 2011, 12, 64, 1137-1140.
4. Alakshin E. M. et al. *Journal of Nanomaterials*, 2016.
5. Alakshin E. et al. *Nanoscale*, 2022, 31, 14, 11353-11358.

КАТАЛИЗАТОРЫ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ КИСЛОРОДА НА ОСНОВЕ УНТ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФТАЛОЦИАНИНАМИ МЕТАЛЛОВ

В.М. Давыдов, К.Ю. Виноградов, Р.В. Шафигулин, А.В. Буланова

Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева,
Самара, Россия
vavydov937@gmail.com

Одними из альтернативных методов получения электроэнергии являются топливные элементы, которые имеют много преимуществ, однако слишком дороги для широкого использования из-за применения в катализаторах дорогостоящей платины. Для создания более дешёвой альтернативы были синтезированы катализаторы на основе углеродных нанотрубок, модифицированных попарными комбинациями фталоцианинов кобальта, меди и никеля методом пиролиза в инертной атмосфере при температуре 1000°С.

Синтезированные катализаторы MWCNT_CoPc_CuPc, MWCNT_CoPc_NiPc и MWCNT_CuPc_NiPc были проанализированы SEM, XRD, КР-спектроскопии и низкотемпературной адсорбции-десорбции азота.

Для оценки катализитической активности синтезированных материалов был проведён вольтамперометрический анализ в линейном режиме. Характеристики, наиболее приближенные к коммерческому платиновому материалу, показал катализатор MWCNT_CoPc_CuPc, для которого потенциал полуволны составил ($E^{1/2} = -0,24$ В). Также катализатор показал высокую коррозионную стабильность – после 1000 циклов работы потеря эффективности не превышала 5%.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №23-73-00063, <https://rscf.ru/project/23-73-00063/>

ИММОБИЛИЗАЦИЯ ТРИПСИНА НА МАТРИЦЕ ПОЛИ-*N*-ВИНИЛПИРРОЛИДОНА И ГРАФТ-СОПОЛИМЕРА АЛЬГИНАТА НАТРИЯ И ПОЛИ-*N*-ВИНИЛПИРРОЛИДОНА

A.Н. Дубовицкая, С.С. Степанова, М.Г. Холявка, М.С. Лавлинская, А.В. Сорокин, В.Г. Артюхов

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

a.n.dubovitskaya@mail.ru

Ферменты и их системы используются в разных областях (пищевая промышленность, медицина, сельское хозяйство и др.), но их применение затруднено из-за неустойчивости при хранении и сложности отделения от реагентов и продуктов реакции. Иммобилизованные ферменты позволяют решить данные проблемы. В последнее время популярными носителями для иммобилизации становятся синтетические полимеры [1].

Трипсин – протеолитический фермент семейства сериновых протеаз, используемый в промышленности и биомедицине. Трипсин применяется для лечения тромбозов, ран и ожогов, а также способен снимать воспаление [2].

Целью работы являлось изучение катализических свойств трипсина, иммобилизованного на поли-*N*-винилпирролидоне (ПВП) и графт-сополимере альгината натрия и *N*-винилпирролидона (*N*-ВП), а также анализ эффективности иммобилизации. Объектом исследования был выбран трипсин фирмы Sigma. В качестве носителей для иммобилизации выступали поли-*N*-винилпирролидон и графт-сополимер альгината натрия с *N*-ВП. В качестве среды для иммобилизации использовался 0,05 М фосфатный буфер с pH 6,5.

В результате проведённых экспериментов и последующих расчётов была определена эстеразная активность свободного и иммобилизованного трипсина (рис. 1).

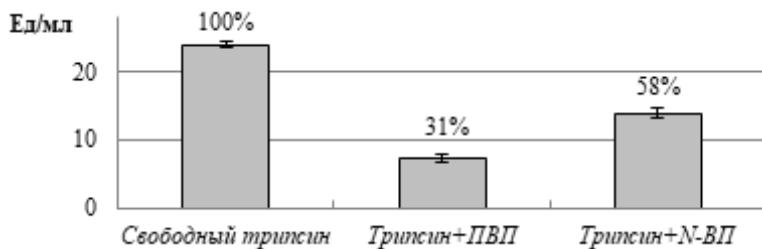


Рис. 1. Эстеразная активность трипсина, свободного и иммобилизованного на ПВП и графт-сополимере альгината натрия и *N*-винилпирролидона

При иммобилизации на ПВП и графтовом сополимере *N*-ВП ферментативная активность трипсина составила 31 и 58% от исходной. Таким образом, и ПВП, и его графт-сополимер с альгинатом натрия являются многообещающими кандидатами для использования в качестве матриц для иммобилизации ферментов как для медицинских, так и для промышленных целей, а изучение их свойств является перспективным направлением исследований в области биофизики и биотехнологии.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания ВУЗам в сфере научной деятельности на 2023-2025 годы, проект №FZGU-2023-0009

1. Кирш Ю. Э. Поли-*N*-винилпирролидон и другие поли-*N*-виниламиды: Синтез и физико-химические свойства / Ю. Э. Кирш. – М.: Наука, 1998. – 252 с.
2. Ольшанникова С.С. Разработка методики адсорбционной иммобилизации трипсина на ионообменных смолах. / С. С. Ольшанникова, Ф.А Сакибаев, М.Г. Холявка, В.Г. Артюхов // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2021. – №21(3). – С. 408-416.

**МЕМБРАНЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ NAFION 212 И AQUIVION 87
В ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИХ СЕНСОРАХ
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АМИНОКИСЛОТ-МАРКЕРОВ COVID-19**

Т.Р. Жучков, А.М. Короткова, А.С. Ельникова, А.В. Паршина

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

timurzuckov65617@gmail.com

Аминокислоты и их производные являются маркерами различных заболеваний (в частности N-ацетил-L-метионин, L-карнитин и L-лизин – биомаркеры COVID-19 [1]), поэтому разработка методов их контроля в физиологических средах (в частности в слюне) представляется актуальной. Для совместного определения родственных анализаторов в средах сложного состава преимущества имеет мультисенсорный подход, сочетающий использование массивов перекрестно чувствительных сенсоров и многомерных методов обработки откликов. В качестве материалов потенциометрических сенсоров были исследованы перфторированные сульфокислотные мембранны, полученные отливкой из дисперсий Nafion 212 и Aquivion 87 в N-метил-2-пирролидоне и смеси изопропилового спирта с водой (мембранны предоставлены Лабораторией ионики функциональных материалов ИОНХ РАН) [2]. Изменение микроструктуры мембран в зависимости от длины боковой цепи полимера, природы диспергирующей жидкости и условий формирования пленок обеспечило различное распределение чувствительности сенсоров к аминокислотам-маркерам COVID-19. Относительная погрешность совместного определения ионов N-ацетил-L-метионина, L-карнитина и L-лизина в растворах, имитирующих слону человека, с помощью мультисенсорной системы составила 3-18%, а их группового определения с помощью отдельных сенсоров 0.3-9%. Реградуировка сенсоров после длительного контакта с биологически активными средами показала высокую устойчивость мембран к фаулингу.

1. Mohammed A.F.K., Alghetaa H., Miranda K., Wilson K.P., Singh N., Cai, G., Putluri N., Nagarkatti P., Nagarkatti M. IJMS. 2020. 21(17). Article Number 6244.
2. Parshina A.V., Safronova E.Y., Novikova S.A., Stretton N., Yel'nikova A.S., Zhuchkov T.R., Bobreshova O.V., Yaroslavtsev A.B. Membranes. 2023. 13(8). Article Number. 701.

КИНЕТИКА СОРБЦИИ КВЕРЦЕТИНА УПОРЯДОЧЕННЫМИ МЕЗОПОРИСТЫМИ КРЕМНЕЗЕМАМИ С РАЗНЫМ ТИПОМ СТРУКТУРЫ

A.C. Завалюева, С.И. Карпов

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

a-kh-01@yandex.ru

Одно из направлений применения упорядоченных мезопористых кремнеземов – сорбционное выделение и концентрирование веществ различной природы [1]. Ранее показаны преимущества этих материалов по сравнению с классическими силикагелями и полимерными сорбентами. Известно, у материалов с кубической структурой изменяется удельная площадь поверхности и распределение сорбционных центров в мезопорах. При этом недостаточно изучено влияние структуры кремнеземов на кинетику и равновесие сорбции. Целью работы явилось выявление связи структуры и размера пор упорядоченных кремнеземов с их сорбционными свойствами на примере полифенольного вещества кверцетина.

Можно отметить, что в зависимости от размера пор и структуры изменяется сорбционная емкость, время достижения равновесия и лимитирующая стадия процесса. Кубическая структура кремнеземов (аналоги KIT-6) может способствовать увеличению сорбционной емкости за счет большей удельной площади поверхности и удельной плотности сорбционных центров на поверхности мезопор. С другой стороны, переход к кубической структуре оказывается на некотором снижении кинетических параметров сорбции. Отмечена большая скорость массопереноса в системах с гексагональной системой мезопор (аналоги MCM-41 и SBA-15) по сравнению с кубическими.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания вузам в сфере научной деятельности на 2023-2025 годы, проект FZGU-2023-0009.

1. Wang D., Chen X., Feng J., Sun M. Recent advances of ordered mesoporous silica materials for solid-phase extraction // Journal of Chromatography A. 2022. Vol. 1675. P. 463157. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2022.463157>.

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСА ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ И ИОННО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОКРЫТИЯ СО СТАЛЬНОЙ ПОДЛОЖКОЙ

И.А. Змачинская, Е.К. Корнеева

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь
ilonazmachinska@gmail.com

Комплексное применение технологий ХТО и получения ионно-плазменного покрытия приводит к тому, что на поверхности формируется слой нового, отличающегося по составу и свойствам материала – композиционного покрытия «термодиффузионный слой – ионно-плазменное покрытие».

Основными механическими свойствами, определяющими прочность и износостойкость покрытия, в данном случае выступают в равной мере твердость и упругость покрытия с переходной зоной и подложкой (основным сплавом). В любом сплаве уже присутствуют дефекты, в которых фокусируется пластическая деформация при приложении нагрузки или возникновении напряжений. По этой причине, важным требованием покрытий является высокая жесткость (высокое значение модуля Е), препятствующая росту дефектов до критических размеров, что способствует увеличению нагрузок, способных привести к разрушению.

С целью максимального снижения напряжений в переходной зоне между покрытием и подложкой имеет место создание покрытия с высоким индексом пластичности. Можно добиться снижения напряжений на границе раздела и в точках контакта, если модуль упругости покрытия будет близким по значению с этим же показателем у подложки, а препятствие пластической деформации может быть реализовано за счет высокой твердости.

Принимая во внимание значения микротвердости, полученные в работе, очевидно, что ИПА-покрытие значительно повышает микротвердость поверхности, однако влияние это тем больше, чем выше микротвердость подложки. Анализ экспериментальных данных позволяет сделать вывод, что влияние наличия термодиффузионного слоя (в данном случае карбонитридного) на общую микротвердость поверхности является неаддитивным [1].

Сравнив значения микротвердости после комплексной обработки армко-железа и стали 12Х18Н9Т наблюдается значительный рост микротвердости поверхности, что значительно превышает эффект, полученных от данных обработок по отдельности. Вероятно, это связано с предварительным упрочнением подложки химико-термической обработкой, что тем самым сглаживает градиент твердости разнородных материалов, что существенно повышает жесткость покрытия и интегральную микротвердость поверхности [2].

1. The effect of steel substrate pre-hardening on structural, mechanical, and tribological properties of magnetron sputtered TiN and TiAlN coatings / E.F. Komarov, V.M. Konstantinov, A.V. Kovalchuk, S.V. Konstantinov, H.A. Tkachenko // Wear. – 2016. – Vol.352-353. – P.92–101.

2. Константинов, В.М. Износостойкие металлоидсодержащие покрытия на сталях, полученные термодиффузионным насыщением и вакуумным осаждением = Wear-Resistant Metalloid-Containing Coatings on Steels Obtained by Thermal Diffusion Saturation and Vacuum Deposition / В.М. Константинов, А.В. Ковальчук // Наука и техника. – 2020. – №6. – С.480–491.

СИНТЕЗ И СТРУКТУРА В КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ФАЗЕ НОВЫХ МН(II/III)- БИЯДЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ С МАКРОЦИКЛИЧЕСКИМИ ЛИГАНДАМИ НА ОСНОВЕ ТИАКАЛИКС[4]АРЕНА С N,O-КООРДИНИРУЮЩИМИ ФРАГМЕНТАМИ

*А.А. Иова^b, Ю.В. Стрельникова^{a,b}, И.Д. Шутилов^a, А.С. Овсянников^a, Д.Р. Исламов^a,
П.В. Дороватовский^c, В.А. Лазаренко^c, И.А. Литвинов^a, С.Е. Соловьева^a, И.С. Антипин^{a,b}*

^a*Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова, ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия*

^b*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия*

^c*Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия*

aa.iova@mail.ru

Большой интерес к молекулярным магнетикам – соединениям, способным сохранять намагниченность в течение относительно долгого времени в отсутствие приложенного поля при низкой температуре на уровне одной молекулы, появился с открытия додекайдерного комплекса $Mn_{12}O_{12}(CH_3COO)_{16}(H_2O)_4$, известного как Mn_{12} [1]. Благодаря медленной магнитной релаксации, они обладают большим потенциалом для применения в области хранения и квантовой обработки информации и могут рассматриваться в качестве ячеек памяти квантового компьютера (кубитов).

(Тиа)каликс[4]арены представляют собой привлекательные макроциклические лиганды, которые могут быть использованы для создания ферромагнитных комплексов, обладающих свойствами молекулярных магнетиков [2], [3].

В данной работе представлен синтез новых полидентатных лигандов на основе тиакаликс[4]аренов с N,O-координирующими фрагментами, а также их комплексов с катионами Mn(III). Структуры исходных лигандов были охарактеризованы комплексом физико-химических методов анализа. Структуры полученных координационных соединений были изучены в кристаллической фазе методом монокристального РСА. Выявлено влияние азофенильного заместителя в структуре координирующего иминофенольного фрагмента макроциклического основания Шиффа на кристаллическую упаковку комплексов.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ (№22-73-10139).

1. Shao D., Wang X-Y. *Chin. J. Chem.*, **2020**, 38, 1005-1018.
2. Ovsyannikov A., Solovieva S., Antipin I., Ferlay S. *Coordination Chemistry Reviews*, **2017**, 352, 151–186.
3. Fuller R. O., Koutsantonis G. A., Ogden M. I. *Coordination Chemistry Reviews*, **2020**, 402, 213066.

АДС КОМПЛЕКСЫ ПЛАТИНЫ(IV), ПОЛУЧЕННЫЕ НА ОСНОВЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ МЕІ И І₂

A.A. Карчевский, С.А. Каткова, М.А. Кинжалов

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия
st084083@student.spbu.ru

Окислительное присоединение простых полярных молекул, таких как алкилгалогениды и галогены, к металлоцентру является основополагающей реакцией в дизайне комплексов переходных металлов [1]. Известно, что окислительное присоединение MeI и I₂ к комплексам платины протекает по S_N2-механизму, где металл выступает в качестве нуклеофила, атакуя электрофильный атом в присоединяющейся молекуле [1].

Перспективными субстратами для окислительного присоединения служат ациклические диаминокарбеновые (ADC) комплексы платины(II), где нуклеофильность металла обусловлена хорошей σ-донорной способностью ADC-лигандов. Кроме того, такие комплексы легко получаются сочетанием изоцианидных комплексов с N,N'-difенилгуанидином [2]. В нашей работе исследовано окислительное присоединение MeI и I₂ к бис-(C,N-хелатным) ADC-комплексам платины(II) (Схема 1), поскольку ранее с ADC-комплексами подобные исследования не проводились.

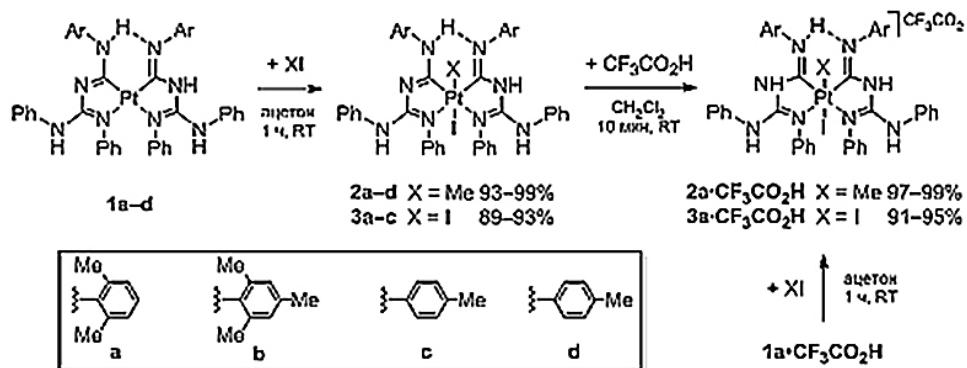


Схема 1.

Структура полученных соединений платины(IV) установлена с помощью элементного анализа, МСВР ЭРИ, ИК-спектроскопии, спектроскопии ЯМР ¹H, ¹³C{¹H}, ¹⁹F{¹H}, ¹⁹⁵Pt{¹H}, COSY, NOESY, ¹H,¹³C-HSQC, ¹H,¹³C-HMBC, ¹H,¹⁵N-HSQC и ¹H,¹⁵N-HMBC, PCA и ТГА.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (22-23-00621). Исследования проведены с использованием оборудования ресурсного центра Научного парка СПбГУ «Магнитно-резонансные методы исследования», «Методы анализа состава вещества», «Рентгенодифракционные методы исследования».

1. Crespo M., Martínez M., Nabavizadeh S.M., et al. Coord. Chem. Rev. 2014. V. 279. P. 115.
2. Kinzhakov M., Luzyanin K. Russ. J. Inorg. Chem. 2022. V. 67. P. 48.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИСИЛОКСАНОВЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ БОРЬБЫ С БИОПОВРЕЖДЕНИЯМИ ПАМЯТНИКОВ ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА

Е.А. Каюруба, Е.С. Фуфыгина, Г.Ю. Яковлева

Институт фундаментальной медицины и биологии КФУ, Казань, Россия

katya/mironskaya@mail.ru

Троицкая церковь XVI века в Свияжске является единственным памятником деревянного зодчества Поволжья. Построенная из сосновых бревен церковь длительное время подвергается влиянию биологических факторов. Наиболее агрессивными биодеструкторами являются микромицеты родов *Aspergillus*, *Penicillium* и *Trichoderma*. Они вызывают биоповреждения напрямую и косвенно – синтезируя ферменты и органические кислоты, приводящие к образованию микротрещин [2,3]. Покрытия на основе полисилоксана (лаки) используются для защиты органических стекол от агрессивного воздействия микроскопических грибов [1].

Цель работы: оценка возможности применения полисилоксановых покрытий для защиты памятников деревянного зодчества от биоповреждений.

Объектом исследования служили фрагменты конструкции Троицкой церкви XVI века. Лак, содержащий смесь линейных и циклических метилметоксиполисилоксанов и 10% винильных групп, наносили на образцы методом окунания. В качестве контроля использовали образцы без обработки. Анализ образцов на грибоустойчивость проводили в условиях, имитирующих органические загрязнения. Для этого образы опрыскивали спорами чистых культур *Aspergillus niger*, *Penicillius chrysogenum*, *Fusarium graminearum* и *Aspergillus puulaauensis* в концентрации 10^6 шт./мл в среде Чапека-Докса. Обработанные образцы инкубировали 21 сутки при температуре 30 °C и относительной влажности воздуха более 90% в стерильной камере. Количество выросших на образцах конидиеносцев и площадь поражения образцов рассчитывали по фотографиям с помощью программы ImageJ 1.53. Число конидиеносцев пересчитывали на 1 см² образца. Площадь поражения выражали в процентах к общей площади поверхности образца.

Нанесение на поверхность образцов лаков привело к увеличению их грибостойкости. Так, на 14 и 21 сутки инкубирования количество конидиеносцев на 1 см² образца с лаком, было в 10.6 ± 0.6 раза меньше, чем на контрольном образце. Процент обрастания образцов микромицетами на 21 сутки инкубирования снизился в 5.6 ± 0.2 раза по сравнению с образцами без обработки. Важно отметить, что на образце с обработкой, отмечался рост только *A. niger*, а на контрольном образце присутствовал и *F. graminearum*. Следовательно, полисилоксановые покрытия снижают обрастание образцов, подавляют рост некоторых микромицетов, а также могут применяться для защиты памятников деревянного зодчества от биоповреждений.

1. Danilaev, M. Polysiloxane Coatings Biodeterioration in Nature and Laboratory / M. Danilaev, G. Yakovleva, S. Karandashov, V. Kuklin, H.Q. Le, W. Kurdy, O. Ilinskaya // Microorganisms. – 2022. – V.10(8). – P.1597 (13 p.).
2. Ilinskaya, O. Biocorrosion of materials and sick building syndrome / O. Ilinskaya, A. Bayazitova, G. Yakovleva // Microbiology Australia. – 2018. – V. 39(3). – P. 129-132.
3. Yakovleva, G.. Metabolic Activity of Micromycetes Affecting Urban Concrete Constructions /Galina Yakovleva, Eugene Sagadeev, Viktor Stroganov, Olga Kozlova, Rodion Okunev, Olga Ilinskaya // The Scientific World Journal. – 2018. – V. 2018. – 9 pages.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИЗНОСОСТОЙКИХ МЕТАЛЛОИДСОДЕРЖАЩИХ ТЕРМОДИФУЗИОННЫХ СЛОЕВ НА СТАЛЯХ И СПЛАВАХ

E.K. Корнеева

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь
kate.patseko@mail.ru

В традиционных методах нанесения покрытий, таких как вакуумное осаждение, имеются ограничения по толщине и жесткости покрытия, которые могут быть недостаточными для обеспечения высокой износстойкости на реальных стальных изделиях. Это обусловлено тем, что свойства покрытий зависят от свойств материалов, на которые они наносятся. В процессе изнашивания деталей, помимо пластической деформации покрытия, также возникает пластическая деформация и накопление материала металлической подложки в приповерхностных объемах.

Для повышения эффективности упрочнения стальных деталей с использованием PVD/CVD покрытий была сформулирована идея согласования материалов, морфологии и свойств подложки и покрытия, а также разработки технологий комплексного поверхностного упрочнения. При сочетании ХТО и нанесения ионно-плазменного покрытия на поверхность изделия может быть сформировано композиционное покрытие «термодиффузионный слой – ионно-плазменное покрытие» с уникальными свойствами [1].

Накопление экспериментальных данных, установление закономерностей, формализация в алгоритм, математическое описание и последующее компьютерное моделирование может быть использовано для прогнозирования формирования термодиффузионных слоев на стальных и сплавах, что затем будет подвержено экспериментальной проверке и дальнейшему исследованию. Это позволяет не только уменьшить затраты на проведение экспериментальных исследований, но и реализовать визуализацию процессов разрушающих методов контроля изделий, имеющих гетерогенные термодиффузионные слои, что обеспечивает ускорение адаптации новых технологий.

Изучение и моделирование новых износстойких покрытий композиционного типа на базе металлоидсодержащих термодиффузионных слоев на стальных типа X12M, 9ХС, У8А и вакуумных PVD-покрытий TiN, TiAlN является основным фокусом данной работы. Также исследуется влияние предварительной химико-термической обработки стальной подложки на формирование указанных покрытий.

Результаты компьютерного моделирования физико-механических свойств металлоидсодержащих термодиффузионных слоев на стальных и сплавах позволяют оптимизировать состав и структуру слоев, чтобы повысить прочность и износстойкость изделий. Результаты моделирования могут быть использованы для разработки новых материалов, предсказания их свойств, улучшения долговечности изделий и выбора оптимальных параметров конструкции.

1. Константинов, В.М. Износостойкие металлоидсодержащие покрытия на сталях, полученные термодиффузионным насыщением и вакуумным осаждением = Wear-Resistant Metalloid-Containing Coatings on Steels Obtained by Thermal Diffusion Saturation and Vacuum Deposition / В.М. Константинов, А.В. Ковальчук // Наука и техника. – 2020. – №6. – С.480-491.

2,3,4,5-ТЕТРААРИЛ-1-МОНОФОСФАФЕРРОЦЕНЫ В КАЧЕСТВЕ ЛИГАНДОВ ДЛЯ КОМПЛЕКСОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

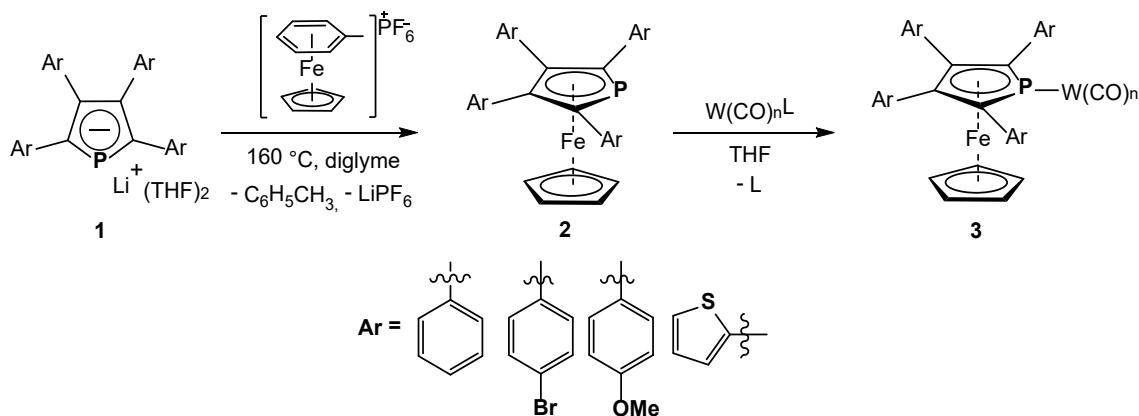
A.R. Lakomkina^{a,b}, A.A. Zagidullin^b, M.N. Xrizanforov^{a,b}, V.A. Miliukov^b

^a Казанский (Поволжский) федеральный университет, Казань, Россия

^b Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова, Казань, Россия

*alena.lakomkina.00@mail.ru

Фосфаферроцены – производные ферроцена, в которых один или несколько атомов углерода в циклопентадиенильном кольце замещены на атом фосфора. [1,2] Новые 2,3,4,5-тетраарил-1-монофосфаферроцены были получены из 2,3,4,5-тетраарил-1-монофосфациклопентадиенида щелочного металла (1) и комплексами железа с выходами 24–58%. Для исследования координационных свойств полученных 2,3,4,5-тетраарил-1-монофосфафераценов (2) были использованы карбонильные комплексы вольфрама W(CO)_nL (W(CO)₅THF и W(CO)₄nbd). Структура новых соединений 1–3 доказана с помощью спектроскопии ЯМР ³¹P, ¹H, ¹³C и монокристальной рентгеновской дифракции.[3] Изучены электрохимические свойства 1-монофосфаферроценов 2 и W(CO)_n-комплексов 3. При окислении структуры 2 наблюдается квазиобратимая волна окисления, а в случае W(CO)_n-комплексов 3 квазиобратимость исчезла. Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (№21-73-10204).



1. Bezkishko I.A., Zagidullin A.A., Milyukov V.A., Sinyashin O.G. *Russ. Chem. Rev.*, 2014, 83, 555.
2. Peresypkina E., Virovets A., Scheer M. *Coord. Chem. Rev.* 2021, 446, 213995.
3. A.A. Zagidullin, A.R. Lakomkina, M.N. Khrizanforov, R.R. Fayzullin, K.V. Kholin, T.P. Gerasimova, R.P. Shekurov, I.A. Bezkishko, V.A. Miluykov. *Molecules*, 2023, 28(6), 2481.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕНСИБИЛИЗИРОВАННОГО МЕЗОПОРИСТОГО ДИОКСИДА ТИТАНА

H.A. Медзатый, A.B. Фёдорова, A.A. Селютин

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

st097835@student.spbu.ru

В настоящее время остается актуальным вопрос получения дешевой возобновляемой энергии. Одним из самых перспективных направлений данной области является разработка солнечных элементов на основе TiO_2 сенсибилизированного красителем. В данной работе в качестве красителя использовались комплексы $K_3[Co(CN)_6]$ и $K_4[Fe(CN)_6]$ благодаря их устойчивости, высокому коэффициенту экстинкции, а также наличию d-d перехода (переход ВЗМО-НСМО) с полосой поглощения в видимой области света.

$K_3[Co(CN)_6]$ был синтезирован из $CoCl_2$ и KCN и охарактеризован с помощью метода РСА. Для сенсибилизации диоксида титана также использовался коммерческий $K_4[Fe(CN)_6]$. Мезопористый TiO_2 был синтезирован золь-гель методом и охарактеризован с помощью РФА. Солнечные элементы были составлены из стеклянной пластинки с токопроводящим FTO-покрытием, на которую наносился тонкий плотный слой TiO_2 , затем мезопористый слой TiO_2 , который пропитывался водными растворами $K_3[Co(CN)_6]$ или $K_4[Fe(CN)_6]$ различных концентраций. В качестве электролита использовался раствор KI и I_2 в этиленгликоле. Полученный фотоанод накрывался противоэлектродом из FTO-стекла, покрытого слоем сажи. С помощью потенциостата-гальваностата Р 20-Х были получены вольт-амперные характеристики полученных ячеек при облучении синим и белым светом. По полученным ВАХ были определены ток короткого замыкания I_{sc} , потенциал открытой цепи U_{oc} , максимальная мощность P_{max} , фактор заполнения FF и КПД η .

На основании полученных экспериментальных данных было установлено, что КПД ячейки при облучении синим светом выше чем при облучении белым. У ячеек, сенсибилизованных $K_3[Co(CN)_6]$ η и U_{oc} возрастили при увеличении количества красителя. При этом среди ячеек, сенсибилизованных $K_4[Fe(CN)_6]$ наибольшим КПД обладает ячейка с содержанием сенсибилизатора 5 мкмоль. Среди солнечных элементов, сенсибилизованных смесью выбранных комплексов, наибольший КПД при соотношении количеств $K_4[Fe(CN)_6]$ и $K_3[Co(CN)_6]$ 1:1. Значения FF у всех ячеек лежат в пределах 0.24 – 0.36.

**КОМБИНИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
СОЗДАНИЯ ВЫСОКОТВЕРДЫХ ДИСКРЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ**

В.М. Константинов, В.Г. Дацкевич, П.С. Мышкевич

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь
p.myshkevich@mail.ru

Срок службы деталей машин во многом зависит от показателей качества поверхностного слоя, которые окончательно формируются на финишных операциях [1]. В настоящее время одним из эффективных методов полирования, зачистки и модификации поверхностей ответственных изделий электроники, оптики, лазерной техники, тепловыделяющих элементов и приборов является магнитно-абразивная обработка (МАО) в магнитном поле.

На эффективность процесса МАО сильное влияние оказывает характеристика применяемых ферромагнитных абразивных материалов. Для данной технологии абразивные материалы должны обладать не только высокой твердостью, но и иметь высокую магнитную проницаемость.

Существенной проблемой в области МАО является выбор порошка для каждой отдельной схемы обработки и обрабатываемого изделия, в связи с отсутствием информации об использовании их в различных условиях и разнообразных свойств, определяющих технологические параметры [2,3]

Ранее авторами [3] были выполнены работы по получению борсодержащих ферроабразивных порошков на железной основе. Предварительное диффузионное легирование металлических порошков в виде дроби и стружки бором, позволяет сформировать на поверхности каждой отдельной частицы диффузионный слой с уникальной, высокой микротвердостью 14000...16000 МПа и сохранить металлическое ядро с необходимыми для МАО магнитными характеристиками.

Однако, существует необходимость получения сопоставимых по свойствам с уже разработанными диффузионно-легированными борсодержащими ферроабразивными порошками на железной основе порошков, имеющих высокотвердую оболочку диффузионного типа, без участия бора как основного легирующего элемента. Технология диффузионного легирования порошковых материалов имеет свои особенности, но по сути в качестве основы используются термодиффузионные процессы насыщения цельнометаллических изделий, что в свою очередь достаточно хорошо исследовано в Республике Беларусь и за рубежом. Для случая использования, как исходного сырья, дискретных материалов в виде металлоотходов, такие исследования, безусловно актуальны, поскольку расширяют представления о процессах диффузии микрообъектов, к которым относятся порошковые дискретные материалы.

Для создания на поверхности порошков для МАО высокотвёрдых безбористых фаз с сохранением высоких магнитных свойств сердцевины перспективным в современных исследованиях является метод двухстадийного термодиффузионного насыщения.

В настоящей работе изучена возможность получения высокотвердых фаз нитридов алюминия при азотировании предварительно алитированной стали, с целью синтеза в последующем ориги-

нальных диффузионных слоев на дискретных материалах в виде стружки или дроби. Такое двухстадийное насыщение дает возможность получения диффузионного слоя с микротвердостью минимум 7-8 ГПа.

Важным аспектом является термодинамическая устойчивость интерметаллических соединений системы Fe-Al. Растворимость железа в алюминии незначительна (0,03 ат.% при эвтектической температуре 654 °C), растворимость алюминия в железе в 600 раз выше и составляет примерно 30%.

Максимальной микротвердостью обладают фазы FeAl_3 , FeAl_2 , Fe_2Al_7 , Fe_2Al_5 . Значение микротвердости для этих фаз колеблется в интервале 9...11,5 ГПа. Для фазы FeAl значение микротвердости достигает 6 ГПа, а для фазы Fe_3Al – 2,7 ГПа.

Необходимо отметить высокий потенциал применения дополнительной термической обработки, перед стадией азотирования, в частности применение нормализации токами высокой частоты, с целью растворения алюминидов железа в матрице и получения твердого раствора, что в свою очередь благоприятно скажется на формировании тонкого слоя нитрида, типа AlN.

Алюминид (AlN), образование которого преследует реализуемая технология при нормальных условиях стабилен (в гексагональной структуре) и имеет высокую твердость. Что касается возможного образования нитрида алюминия с кубической микроструктурой, то такой нитрид обладает более высокой теплопроводностью, электрической и механической прочностью (твердость 40-50 ГПа по Виккерсу) по сравнению с гексагональным нитридом алюминия [4].

1. Акулович, Л.М. Основы магнитно-абразивной обработки металлических поверхностей / Л.М. Акулович, Л.Е. Сергеев, В.Я. Лебедев. – Минск: БГАТУ, 2012. – 313 с.
2. Мышкович, П.С. Некоторые особенности финишной обработки изделий в магнитном поле / П.С. Мышкович, А.Р. Белов ; науч. рук. В.М. Константинов // Новые материалы и технологии их обработки [Электронный ресурс] : сборник научных работ XXIII Республиканской студенческой научно-технической конференции, 21–22 апреля 2022 года / сост.: А.П. Бежок, И.А. Иванов. – Минск : БНТУ, 2022. – С. 211-212.
3. Физико-химические принципы и технологические основы создания диффузионно-легированных сплавов для магнитно-абразивного модифицирования оболочек тепловыделяющих элементов активных зон ядерных реакторов: отчет о НИР (заключ.) / БНТУ; рук. В.М. Константинов. – Минск, 2018. – 115 с. – №ГР 20160957.
4. Строение, способы получения и свойства кубических модификаций нитрида алюминия / В.С. Кудякова, А.А. Елагин, Р.А. Шишгин, В.Д. Муратов // Проблемы теоретической и экспериментальной химии : тезисы докладов XXVI Российской молодежной научной конференции, посвященной 120-летию со дня рождения академика Н.Н. Семенова (Екатеринбург, 27-29 апреля 2016 г.). – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2016. – С. 237-238.

ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРОВСКИТОПОДОБНОЙ ОКСИДНОЙ КЕРАМИКИ $(\text{La}_{0.9}\text{Gd}_{0.1})_{0.67x}\text{Sr}_{0.33x}\text{Mn}_x\text{Al}_{1-x}\text{O}_3$ МЕТОДОМ ГЛИЦИН-НИТРАТНОГО ГОРЕНИЯ

Д.К. Прочухан, А.В. Федорова

Институт химии СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия

dashaprochukhan@mail.ru

В настоящее время наблюдается повышенный интерес к изучению особенностей формирования оксидной керамики со структурой перовскита, в частности, к мanganитам лантана, допированным атомами щелочно- и редкоземельных элементов. [1, 2] В работе исследуются твердые растворы $(\text{La}_{0.9}\text{Gd}_{0.1})_{0.67x}\text{Sr}_{0.33x}\text{Mn}_x\text{Al}_{1-x}\text{O}_3$ ($x=0.10, 0.15, 0.20$), полученные методом глицин-нитратного горения. Полученные образцы охарактеризованы методом рентгенофазового анализа, рентгенофлуоресцентного анализа, магнитной восприимчивости. Методом полнопрофильного анализа Ритвельда определены параметры элементарных ячеек образцов.

Методом рентгенофазового анализа установлены оптимальные условия обработки шихты, необходимые для получения однофазных образцов. Показано, что продукты синтеза с использованием кристаллогидратов нитратов металлов в сравнении с синтезом на основе оксидов металлов с добавлением азотной кислоты и перекиси водорода содержат меньшее количество примесных фаз. Методом полнопрофильного анализа Ритвельда установлено, что при увеличении концентрации атомов марганца параметры элементарной ячейки монотонно увеличиваются, что объясняется размерными эффектами замещающих атомов.

Исследование магнитных свойств полученных образцов показало, что атомы марганца находятся в смешанновалентном состоянии с преобладанием антиферромагнитных взаимодействий дальнего порядка.

Исследования полученных образцов проводились в ресурсных центрах СПбГУ «Рентгенодифракционные методы исследования», «Геомодель».

1. Nakhaei M., Khoshnoud D.S. // Phys.B: Cond. Mat. 2021. Vol. 612. P. 412899. <https://doi.org/10.1016/j.physb.2021.412899>

2. Shekhawat D., Singh A.K., Roy P.K. // J. of Mol. Struc. 2019. Vol. 1179. №5. P. 787. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2018.11.083>

НОВЫЕ ДИКАТИОННЫЕ ГЕМИНАЛЬНЫЕ ПАВ С БИОРАЗЛАГАЕМЫМИ КАРБАМАТНЫМИ ФРАГМЕНТАМИ

*Э.А. Романова^{a,b}, Л.А. Васильева^b, Г.А. Гайнанова^{a,b}, А.В. Герасимов^a, Ф.Г. Валеева^b,
Д.М. Кузнецов^b, А.П. Любина^b, А.Д. Волошина^b, Л.Я. Захарова^b*

^aХимический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

*^bИнститут органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
elaromanova@bk.ru*

Широкое практическое применение поверхностно-активных веществ (ПАВ) обусловлено их способностью адсорбироваться на границе раздела фаз и солюбилизировать гидрофобные соединения. Катионные амфифилы представляют особый интерес благодаря сродству к отрицательно заряженным поверхностям, однако характеризуются высокой токсичностью и низкой биоразлагаемостью. В связи с этим одним из важнейших направлений в синтезе новых ПАВ является включение в их структуру биоразлагаемых фрагментов. Геминальные ПАВ вызывают интерес научного сообщества благодаря низким значениям критической концентрации мицеллообразования (ККМ) и высокой солюбилизирующей способности, что позволяет снизить рабочие концентрации и их потенциальную токсичность. Синтезирована новая гомологическая серия геминальных аммониевых ПАВ с биоразлагаемыми карбаматными фрагментами и додекановым спейсером (n -12- n (Et), где №= 10, 12, 14), агрегационные и солюбилизационные свойства которых были изучены широким набором физико-химических методов.

Для исследуемой серии геминальных ПАВ получены низкие значения ККМ (1, 0.11, и 0.013 мМ для 10-12-10(Et), 12-12-12(Et), 14-12-14(Et) соответственно) и высокие значения солюбилизационной емкости по отношению к модельному зонду Оранж ОТ и нестероидному противовоспалительному лекарственному препарату индометацин. Методами кондуктометрии и потенциометрии показано, что для геминальных ПАВ характерны низкие значения степени связывания бромидного противоиона (0.41 – 0.44 в зависимости от длины алкильных цепей). Размер и предполагаемая морфология агрегатов были изучены методами динамического рассеяния света и флуориметрии с использованием гидрофобного зонда 1,6-дифенил-1,3,5-гексатриен (ДФГ). Полученные значения анизотропии ДФГ ниже 0.14 характерны для сферических мицелл, гидродинамический диаметр которых составляет 2 нм и 4-6 нм (при $2 \times$ ККМ и $10 \times$ ККМ соответственно). Одним из важных свойств катионных ПАВ является их антимикробная активность. Установлено, что децильный гомолог перспективен для создания антимикробных препаратов, в особенности для метициллин-резистентных штаммов. Кроме того, показано, что геминальные ПАВ способны встраиваться в липидный бислой, снижая температуру фазового перехода липида 1,2-дипальмитоил-sn-глицеро-3-фосфохолин (с 41.4°C до 36.8°C для 12-12-12(Et)).

РЕАКЦИЯ 2-ХЛОР-БЕНЗО[*D*]-1,3,2-ДИОКСАФОРИН-4-ОНА С ИМИНАМИ

A.H. Симонова, Г.А. Ивкова

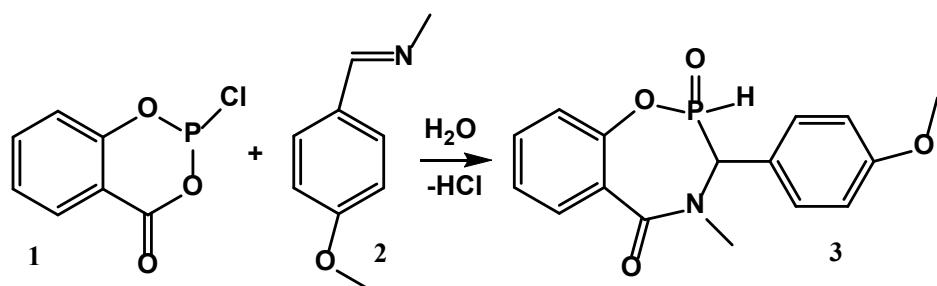
^aКазанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

lexsimn@gmail.com

Данное исследование направлено на получение семичленных N,P-содержащих гетероциклов – аренофосфепинов.

Аренофосфепины – устойчивые соединения, которые можно получать воздействием на циклические производные трехвалентного фосфора непредельными электрофильными и нуклеофильными реагентами. Интересной особенностью этих химических процессов является стерео- и региоселективность [1,2].

В качестве исходных реагентов нами были выбраны хлорангидрид салицилфосфористой кислоты (**1**) и замещённый ароматический имин (**2**). Присутствие подвижного ангидридного фрагмента в производном трехвалентного атома фосфора позволило нам провести реакцию расширения исходного гетероцикла. Реакцию проводили в мягких условиях, продукт (**3**) выделили в индивидуальном виде и охарактеризовали с привлечением ЯМР и ИК спектроскопии.



Работа выполнена за счет средств субсидии, предоставленной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности №FZSM-2023-0020.

1. Гетерофосфоцикланы в органическом синтезе / Р.А. Черкасов, М.А Пудовик // Успехи химии. – 1994. – Т.63, вып. 12. – С.1087-1113.
2. Cycloexpansion reactions in benzo[e]-1,3,2-diheterophosphorin-4-ones and 4-oxo-1,3,2-dioxaphospholanes / V.F. Mironov, L.M. Abdurakhmanova et al. // Phosphorus, Sulfur and Silicon and the Related Elements. – 2011. – V. 186, №4. – P. 742-753.

**СИНТЕЗ И СТРУКТУРА НОВЫХ БИС- И ТРИС[2-(1,2,3-ТРИАЗОЛ-1-ИЛ)
ЭТИЛ]АМИНОВ, СОДЕРЖАЩИХ ФЕНИЛЬНЫЙ, ПИРИДИЛЬНЫЙ
И ФЕНАНТРОЛИЛЬНЫЕ ЗАМЕСТИТЕЛИ**

**B.A. Соловьева^a, И.Д. Шутилов^{a,b}, А.С. Овсянников^b, И.А. Литвинов^b, П.В. Дороватовский^c,
С.Е. Соловьев^{a,b}, И.С. Антипин^{a,b}**

^a Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

^b Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

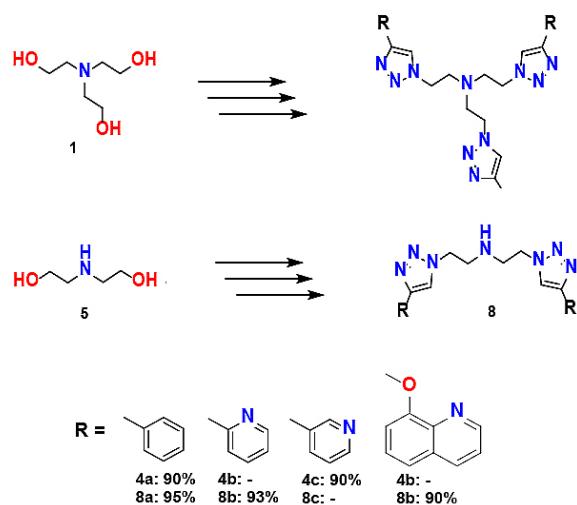
^c Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия

svika8300@gmail.com

1,4-дизамещенные 1,2,3-триазолы находят широкое применение в разных областях: в материаловедении, полимерной химии, супрамолекулярной химии и в синтезе биологически активных макромолекул [1].

Кроме этого, 1,2,3-триазолы могут выступать в качестве полидентатных лигандов для *d*-металлов. Комплексы триазолов с такими катионами металлов как Pd(II), Ag(I), Mn(II) и Cu(II) проявляют катализитические свойства в реакциях эпоксидирования алkenов и реакциях кросс-сочетания [2].

В связи с этим в данной работе представлен синтез новых полидентатных лигандов на основе *bis*- и *tris*-[2-(1,2,3-триазол-1-ил)этил]аминов.



Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ №22-73-10139.

1. Radhakrishna L., Kunchur H. S., Namdeo P. K., Butcher R. J., Balakrishna M. S. Dalton Trans., 2020, 49, 3434-3449.
2. Huang D., Zhao P., Astruc D. Coordination Chemistry Reviews, 2014, 272, 145-165.

КОРРОЗИЯ МЕДИЦИНСКИХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ СО-СР-МО

A.C. Стасенко, П.С. Мышикевич, Е.К. Корнеева

*Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь
arsenka22@mail.ru*

К высокой коррозионной стойкости сплавов Со-Ср-Мо приводит богатая хромом пассивная оксидная пленка. Когда металл находится в пассивном состоянии, он все равно будет подвергаться коррозии в медленном и равномерном режиме, но он будет сопротивляться термодинамической тенденции к быстрому растворению. Точечная, щелевая коррозия, фреттинг и трибокоррозия являются наиболее подходящими для имплантов.

Точечная коррозия может начаться в местах, где имеются небольшие дефекты поверхности, такие как царапина или вмятина, небольшое изменение химического состава сплава или повреждение оксидной пленки. В яме происходит быстрое истощение кислорода, и она превращается в чистый анод, подвергающийся быстрому растворению.

Щелевая коррозия связана с образованием застойного раствора в щелях или закупоренных участках, таких как те, которые образуются под шайбами, головками крепежных элементов, нахлесточными соединениями и хомутами. Механизм щелевой коррозии аналогичен механизму точечной коррозии, разница лишь в том, что для инициирования коррозии на поверхности требуется внешнее устройство для образования щелей [1].

Фреттинговая коррозия может возникать там, где микродвижение между двумя поверхностями вызывает депассивацию. Эти смещения с малой амплитудой возникают, когда общая амплитуда движения меньше ширины контакта протезного сустава [2, 3]. Незначительные движения сустава часто происходят, когда люди приспосабливаются или меняют положение, и поэтому раздражающая коррозия может ускорить износ.

Трибокоррозия описывает синергетическое взаимодействие истирания с коррозией для ускорения разрушения сплава [4]. Эти два процесса в сочетании оказывают большее влияние на сплав, чем если бы они происходили по отдельности. Ионы металлов могут высвобождаться в результате трибокоррозии, и их гидролиз может локально снизить pH, что может еще больше увеличить анодное растворение. Предполагается, что в промежутках между периодами движения, когда сустав находится в статическом состоянии, может происходить процесс депассивации-репассивации, в результате чего может образовываться новый защитный оксидный слой там, где предыдущий был поврежден. Это может зависеть от того, насколько быстро материалы способны восстанавливать оксидный слой, и от продолжительности статического состояния соединения.

1. Kauser, F., Corrosion of Co-Cr-Mo alloys for biomedical applications, in Department of Metallurgy and Materials, School of Engineering. 2007, Univeristy of Birmingham: Birmingham. p. 4–285.

2. Geringer, J., B. Forest, and P. Combrade, Fretting-corrosion of materials used as orthopaedic implants. Wear, 2005. 259: p. 943–951.
3. Hallab, N.J., C. Messina, A. Skipor, and J.J. Jacobs, Differences in the fretting corrosion of metal-metal and ceramic-metal modular junctions of total hip replacements. Journal of Orthopaedic Research, 2004. 22(2): p. 250–259.
4. Sinnett-Jones, P.E., J.A. Wharton, and R.J.K. Wood, Micro-abrasion-corrosion of a Co-Cr-Mo alloy in simulated artificial hip joint environments. Wear, 2005. 259: p. 898–909.

СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ НОВЫХ О-ЗАМЕЩЁННЫХ ХИРАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 5-ГИДРОКСИОФТАЛЕВОЙ КИСЛОТЫ

И.Д. Шутилов^{a,b}, В.А. Соловьева^a, Ю.В. Стрельникова^{a,b}, А.С. Овсянников^b, С.Е. Соловьева^{a,b},
И.С. Антипин^{a,b}

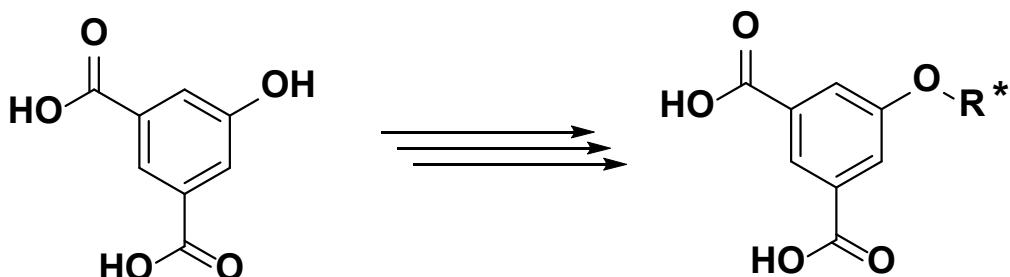
^a Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

^b Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова, ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

iliyashutilov308@gmail.com

Производные изофталевой кислоты широко используются для получения супрамолекулярных координационных клеток, которые могут применяться в качестве умных пористых материалов[1-2]: катализаторов и сенсоров, а также для хранения и разделения молекул. Кроме этого, возможность функционализации изофталевой кислоты за счёт введения различных заместителей в 5-е положении бензольного кольца позволяет настраивать свойства полученных координационных соединений.

В данной работе продемонстрирован синтез новых хиральных производных 5-гидроксиизофталевой кислоты для дальнейшего получения координационных клеток и координационных полимеров на их основе. Структура синтезированных соединений подтверждена набором физических методов исследования (ЯМР ^1H , $^{13}\text{C}\{\text{H}\}$, ИК спектроскопию, МАСС спектрометрию, термогравиметрический анализ).



Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ №19-73– 20035.

1. Duriska, M. B.; Neville, S. M. Angew.Chem. 2009, 48, 8919–8922
2. Byrne, K.; Zubair, M. Nat. Commun. 2017, 8, 15268

Секция VI.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ

ТЕХНОЛОГИИ

ТЕХНОЛОГИЯ СПИРАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ В ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ХИМИИ

И.И. Агзамова

Химический институт имени А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

Agzamova1n01@mail.ru

Технология спирального обучения важна для формирования предметных компетенций у будущих учителей химии с помощью внедрения цифровых технологий обучения [1], что указано в руководящих документах общего образования.

Цель исследования – выявить роль технологии спирального обучения в подготовке будущих учителей химии.

Спиральный подход к обучению – предполагает применение педагогической технологии, при которой концепции темы изучаются в разные моменты времени с возрастающим количеством деталей. Первоначально вводятся основные понятия темы без предоставления слишком большого количества подробностей. Затем, по мере продвижения обучения, более подробная информация по теме вводится в более поздний момент времени. Это помогает не только охватить новые темы, но и укрепить, изученные ранее, концепции.

Для выявления сформированности компетенций у будущих учителей химии, нами разработан ЦОР с итоговым тестом по ПК-1, который помогает выявить, у будущих учителей химии, уровень способности использовать основы специальных (предметных) и методических дисциплин в профессиональной деятельности и применять полученные знания в научных исследованиях и в других областях.

Данное исследование проходит на базе Химического института им. А.М. Бутлерова, в котором принимают участие студенты-бакалавры и магистры. Разработка данного исследования продолжается по сегодняшний день.

1. Гильманшина С.И., Каримова Г.Д., Шакирова Р.Н. Авторские цифровые ресурсы как элементы образовательной среды подготовки учителей химии / С.И. Гильманшина, Г.Д. Каримова, Р.Н Шакирова // Современные проблемы науки и образования. – 2022. – №1; URL: <https://science-education.ru/article/view?id=31435> (дата обращения: 11.11.2023).

ФОРМИРОВАНИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМНО-ТВОРЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Е.Д. Гришина, Г.Ф. Мельникова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
helenhill@mail.ru

В настоящее время происходит активное развитие различных сфер, образование не является исключением [2]. Ранее модель образования заключалась в усвоении обучающимися определенных знаний, умений и навыков, но в настоящее время, одним из основных направлений Федерального государственного образовательного стандарта Основного общего образования является формирование универсальных учебных действий, способности их использования в учебной, социальной и профессиональной деятельности [1].

Результаты проведенного опроса показали, что учащиеся 8-х классов обладают низким уровнем сформированности познавательных универсальных учебных действий. Для решения проблемы низкого уровня познавательных универсальных учебных действий нами был разработан комплекс проблемно-творческих задач.

Нами был разработан комплекс проблемно-творческих задач по теме «Важнейшие классы неорганических соединений», состоящий из 10 задач. Выполнение, которых способствует формированию познавательных универсальных учебных действий. Данные задачи выполняются в урочное время, перед изучением новой темы или для закрепления изученной темы. Примеры проблемно-творческих задач, формируемых познавательные УУД:

1. Какие классы неорганических соединений наиболее подвержены коррозии? Как избежать коррозии этих соединений?
 2. Какие классы неорганических веществ существуют и какие свойства они имеют? Проведите анализ существующих данных и создайте таблицу, отражающую основные свойства каждого класса веществ.
 3. Как используются сульфаты в сельском хозяйстве и промышленности? Есть ли какие-то возможные недостатки, связанные с использованием сульфатов?
-
1. Рогозинникова Ж. Н. Формирование и диагностика познавательных УУД по химии. [Электронный ресурс]. URL: <https://infourok.ru/statya-formirovanie-i-diagnostika.html> (дата обращения 19.09.2023)
 2. Сиденко А.С., Сиденко Е.А. О начале эксперимента по обучению универсальным учебным действиям при введении ФГОС [Текст]/ А.С.Сиденко, Е.А.Сиденко // Эксперимент и инновации в школе. -2013. №1. -С.40-48

ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ХИМИИ

Н.Д. Джемшидова, С.С. Космодемьянская

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

jemshidovanurana@gmail.com, sbetlanakos@mail.ru

Использование информационно-коммуникационных технологий заняла ведущие позиции в образовании современном мире [1]. Актуальными становятся проблемы повышения объективности контроля, снижения психологического напряжения обучающихся при его проведении, уменьшении нагрузки на учителя химии во время проведения вариативных видов контроля. При этом используется принцип преемственности, углубления и детализации контроля с учетом перехода от одного этапа к другому. В настоящее время мы отмечаем наличие различных мобильных приложений, с помощью которых можно достаточно быстро проверить ответы обучающихся. Такими приложениями являются Zipgrape, Plickers и т.д.[2]. Мы провели анализ проведения занятий двух форматов: фрагмент урока в рамках занятия по дисциплине «Методика химии» для обучающихся 3 курса по направлению 44.03.01 – Педагогическое образование, профиль: Химия; и уроков химии в рамках производственной педагогической практики для обучающихся 11 класса. Учитель сканируют ответы учеников через специальные карточки. Мы отмечаем, что использование мультимедийных средств в школе позволяет моделировать процессы, которые сложно наблюдать в реальной жизни, объединять в единое целое информацию в стандартных и нестандартных ситуациях.

Наше исследование по использованию информационно-коммуникационных технологий на всех этапах урока методически оправдано при оптимальной организации действий, как со стороны учителя химии, так и со стороны обучающихся.

1. Назаров В.Л. Шоковая цифровизация образования: восприятие участников образовательного процесса / В.Л. Назаров, Д.В. Жердев, Н.В. Авербух / Образование и наука. – 2021. – №23(1). – С. 4.
2. Кларин М.В. Инновационные модели обучения в зарубежных педагогических поисках. – М., 2019. – 84 с.

ОПЕРЕЖАЮЩЕЕ ОБУЧЕНИЕ ВО ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ХИМИИ

Э.Р. Закирова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

elnara.zakirova@list.ru

Актуальность – учет образовательных потребностей обучающихся, формирование индивидуальных траекторий. Обучающиеся с высоким уровнем подготовки, могут совершенствовать свои знания при применение учителем технологии опережающего обучения с элементами перевернутого класса.

В связи с этим опережающее обучение помогает учителям подготовить своих учеников к олимпиадам, потому как для успешных выполнений заданий необходимо больше знаний нежели для базового уровня. Особенно в школах где нет профильных классов. Данная технология помогает понимать данные проходящих тем перескакивая на темы вперед. При такой деятельности у учеников не возникает путаниц при прохождении тем и все воспринимается структурированно.

Как говорит М.С. Пак [1] внеурочная деятельность помогает ученикам на практике работать с реактивами и проборами, а также осуществлять правильную технику выполнения опытов. А также технология опережающего обучения помогает формированию навыков решения экспериментальных задач и проведению мысленных экспериментов, так как задания в олимпиадах и вступительных экзаменах строятся на прогнозирование результатов при последующим выполнением на практике.

Объектам нашего исследования являются Малый химический институт при Химическом институте им. А.М. Бутлерова, а именно обучающиеся 8 класса. Они посещают занятия с целью повышения своих знаний, а в особенности проведением экспериментов, то есть совершенствование своих знаний на практике.

Таким образом, опережающего обучение выступает неотъемлемым компонентом при работе учениками, которые заинтересованы в углубленном изучении химии.

1. Пак М.С. Внеурочная работа как форма организации обучения химии // Теория и методика обучения химии: Учебник. – Саб.: «Лань», 2017. – С. 246 – 264.

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Я.Н. Закирова

Казанский кооперативный институт, Казань, Россия

yana.zakirova.03@list.ru

Многозначность термина «цифровое обучение» в сочетании с быстрым развитием технологий и применением в обучении иллюстрирует различные смыслы. Большинство терминов, которые применяются в сфере современных информационных технологий (онлайн-обучение, открытое обучение, сетевое обучение, компьютерное обучение, смешанное обучение, мобильное обучение и т.д.) имеют общую возможность использовать компьютер, подключённый к сети Интернет, что даёт возможность учиться где угодно, в любое время, в любом ритме, любыми средствами [1]. Так, например, закон «Об образовании в Российской Федерации» трактует электронное обучение как «организацию образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих её обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников». В основе цифрового обучения лежит цифровое пространство, созданное с использованием мультимедийных технологий и различных интерактивных средств связи [3].

Среди основных проблем при организации процесса цифрового обучения учёными выделены и исследуются такие важные проблемы, как внедрение цифрового обучения в современный образовательный процесс, повышение качества цифрового обучения, создание эффективных методов обучения, проблемы с оцифровкой образовательного материала, роль преподавателя в цифровом обучении, цифровая трансформация высшего образования [2].

Таким образом, необходимо отметить, что цифровое обучение в последнее время приобретает всё большую актуальность, так как становится неотъемлемой частью образовательного процесса высшей школы. Дальнейшие исследования в данной области могут быть также направлены на влияние цифрового обучения на образовательный процесс целом и на комплексное развитие учащихся в условия цифрового обучения.

1. Король, А.Д. Цифровая трансформация образования и вызовы XXI века / А.Д. Король, Ю.И. Воротницкий // Высшее образование в России. – 2022. – Т. 31, №6. – С. 48-61.
2. Назаров, В.Л. Шоковая цифровизация образования: восприятие участников образовательного процесса / В.Л. Назаров, Д.В. Жердев, Н.В. Авербух // Образование и наука. – 2021. – Т. 23, №1. – С. 156-201.
3. Федеральный закон от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (ред. от 25.11.2013; с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2014) // Российская газета. 31.12.2012. №303.

ОСОБЕННОСТИ ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ К ИЗУЧЕНИЮ ПРЕДМЕТА ХИМИИ ПОСРЕДСТВОМ ОНЛАЙН КРУЖКА

A.A. Зарипова, Г.Ф. Мельникова

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
azaripova865@gmail.com*

После последствий пандемии COVID-19 академические учреждения, включая школы и университеты, быстро меняют методы своей работы для повышения мотивации обучающихся. Закрытие школ дало большой толчок онлайн-курсам [2]. По этой причине нами было решено создание дистанционного научного кружка по химии «Виртуальная химия».

Мы считаем, что создание и внедрение дистанционного кружка в настоящее время представляют большой интерес, поскольку дистанционное изучение химии имеет следующие особенности: гибкость, коммуникальность, форум и чат для обратной связи [1]. В последующем анализ результатов успеваемости обучающихся позволяет оценить усилия школьников, а также трудности, с которыми они сталкиваются в процессе усвоения химии для анализа своих ошибок и результатов. При необходимости педагог всегда может внести изменения в учебный материал и улучшить содержание курса.

Дистанционный научный кружок «Виртуальная химия» проходит в он-лайн формате, создан чат в мессенджере «Telegram» для участников дистанционного кружка, занятия проходит по составленному расписанию, есть система обратной связи (ученики могут написать, что им понравилось/не понравилось; предложить темы, которые они хотят пройти)

1. Артюхина М.С. Современная образовательная среда в контексте постнеклассической научной парадигмы [Текст]/ М.С. Артюхина//Проблемы современного педагогического образования.– 2018. – Ч. 2. С. 21-24.
2. Буданцев Д.В. Цифровизация в сфере образования: обзор российских научных публикаций [Текст]/ Д.В. Буданцев // Молодой ученый. – 2020. – №27 (317). – С. 120-127.

ЦИФРОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ, КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ НА УРОКАХ ХИМИИ

A.В. Иконникова, И.Д. Низамов

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
alena_ikonnikova_2001@mail.ru*

Формирование естественнонаучной грамотности является важнейшим компонентом становления личности, ведь с помощью него связаны умения анализировать информацию, занимать активную гражданскую, ответственную позицию по нахождению и решению естественнонаучных проблем [1]. Для развития данной грамотности необходимо применять цифровые технологии и создавать в самих школах цифровую образовательную среду (ЦОС), которая направлена на объединение всех участников учебного процесса посредством информационных систем [2]. Сегодня, применение цифровых образовательных ресурсов для формирования грамотности является актуальной трудностью, так как многие обучающиеся попросту не умеют применять знания, полученные на уроках естественнонаучного цикла в практической деятельности, а учителя не осведомлены о многих возможностях применения цифровых технологий

Целью исследования является разработка серии технологических карт уроков химии с использованием цифровых технологий для формирования естественно-научной грамотности.

Объект исследования – процесс применения цифровых образовательных платформ по химии для развития естественнонаучной грамотности учеников школ.

Предмет исследования – сущность и устройство системы цифровых образовательных ресурсов для повышения уровня естественнонаучной грамотности.

Практическая значимость исследования заключена в рассмотрении цифровых образовательных платформ, направленных на развитие познавательных универсальных учебных действий по химии и улучшении уровня формирования данного вида грамотности.

1. Абаймова О.Е. Формирование естественнонаучной грамотности школьников на уроках химии [Электронный ресурс], – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23870844> (Дата обращения 16.11.2023).

2. Арюкова Е.А. Роль цифровых образовательных ресурсов при обучении химии / Е.А. Арюкова, А.А. Наумова // Проблемы современного педагогического образования. – 2022. – С. 19-23. [Электронный ресурс] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-tsifrovyyh-obrazovatelnyh-resursov-pri-obuchenii-himii> (дата обращения 16.11.2023).

ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДМЕТНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ: АДАПТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ В СРЕДНЕМ ОБЩЕМ ОБРАЗОВАНИИ

B.A. Каримова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

Russia, Kazan, Kazan Federal University

E-mail: Virusyakav@mail.ru

Адаптивное обучение можно назвать частным случаем персонализированного обучения, в основе которого лежит учет индивидуальных особенностей и потребностей обучающегося. В основе рассматриваемой технологии лежит системно-деятельностный подход, сущность которого состоит в выстраивании процесса учебы, при котором центральное место отведено самостоятельной и разносторонней познавательной деятельности учащихся. Формирование предметных результатов и продвижение в развитии происходит в процессе его собственной деятельности, направленной на открытие нового для него знания, а не пассивного восприятия. Отсюда следует, что основной задачей адаптивной технологии является обучение школьников приемам самостоятельного добывания знания, самоконтроля; развитие и на этой основе формирование интеллекта. Одним из эффективных приемов в адаптивной технологии является применение алгоритмов на занятиях в 10 – х классах. Данный элемент работы помогает обучающимся легко ориентироваться в дифференцированных заданиях, ведь структура задания всегда будет иметь похожий начальный алгоритм. Апробирование разработанных элементов технологии адаптивного обучения химии для обучающихся 10-х классов. В процессе экспериментальной деятельности исследования приняли участие учащиеся 10-х классов МБОУ «Гимназия №20 имени Абдуллы Алиша». Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1. Диагностика результатов контрольной работы

Класс	Кол-во учащихся, выполнивших работу	Кол-во учащихся, получивших отметку по 1 контрольной точке				Кол-во учащихся, получивших отметку по 2 контрольной точке				% успеваемости	Качество знаний
		5	4	3	2	5	4	3	2		
X	18	1	8	9	0	3	8	7	0	100%	100%
У	20	0	11	8	1	2	12	6	0	95%	100%
										50%	61%
										55%	70%

Горизонтальный мониторинг и анализ контрольных точек за данный период показал, что качество знаний и соответственно формирование предметных знаний у параллели 10 классов составляет не менее 50%, что говорит о том, что использование адаптивных технологий позволяет более гибко и эффективно организовывать учебный процесс в рамках урочной деятельности, что в свою очередь способствует более полному и качественному освоению программы в соответствии с требованиями ФГОС.

1. Ахметов, А.А. Индивидуально ориентированное обучение химии в общеобразовательной школе // Вопросы педагогики и психологии: моногр. / Ульяновск: УИПКПРО, 2009. – 260 с.
2. Горбунова, Т.С. Методика реализации адаптационных возможностей личности учащегося в процессе обучения химии //автореф. дис. канд. пед. наук (13.00.02). Омск, 2000. 22 с.
3. Границкая, А.С. Научить думать и действовать. Адаптивная система обучения в школе. – М.: Просвещение, 1991. – 175 с.
4. Иванова, И.С. Теория и методика адаптивного обучения химии: учебно-методическое пособие / И. С. Иванова. – Санкт-Петербург: Лема, 2011. – 62 с.
5. Пак, М.С. Адаптивное обучение химии в современной школе. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2008. – 47 с.
6. Пак М. Алгоритмы в обучении химии: Кн. Для учителя. – М.: Просвещение, 1993. – 63с.
7. Шульга, В.А. Применение активных форм и методов обучения // XXVIII международной научно-практической конференции «Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований», – North Charleston, USA: 2022. – С. 102-107
8. Шульга, В.А. Применение адаптивных технологий обучения химии среднего общего образования / В.А. Шульга, С.С. Космодемьянская // Развитие науки и практики в глобально меняющемся мире в условиях рисков, 2023, Москва. Сб. материалов XVIII Международной научно-практической конференции, Издательство «Алеф», 2023.– 436 с. РИНЦ

ФОРМИРОВАНИЕ ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ В РАМКАХ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ ПО ХИМИИ

A.A. Каипуллина, С.С. Космодемьянская

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
kashpullina2016@mail.ru, sbetlanakos@mail.ru*

При получении высшего педагогического образования по профилю Химия большое внимание уделяется формированию общепрофессиональных компетенций (ОПК) у студентов. Данные ОПК включают широкий спектр знаний, умений, навыков, необходимых для успешной профессиональной реализации в статусе учителя химии. Одним из способов формирования ОПК является педагогическая практика (ПП). ПП является обязательным этапом в подготовке будущих учителей химии. В условиях прохождения ПП обучающиеся получают опыт работы в образовательной организации в статусе учителя-практиканта, что позволяет применить полученные теоретические знания под руководством ведущих учителей химии. Одним из главных аспектов формирования ОПК в ходе прохождения ПП является индивидуализация обучения, развитие и воспитание обучающихся, которое достигается взаимодействием учителя и обучающимися, использованием психолого-педагогических технологий [2]. Значимым является формирование у будущих учителей химии нормативно-целевого компонента [1] осуществления педагогической деятельности на базе научных химических знаний.

Также при прохождении ПП на базе образовательного учреждения у студентов происходит формирование структурно-логического, организационно-методического, концептуального компонентов.

1. Елизарова Е.Ю. Модель формирования общепрофессиональных компетенций в рамках основной профессиональной образовательной программы подготовки будущих педагогов // Мир науки. Педагогика и психология. – 2023. – №1. – с.1-9.

2. Каипуллина А.А. Методические особенности применения коммуникативных технологий в обучении химии / С.С. Космодемьянская, А.А. Каипуллина // Сетевой журнал «Современный педагог», – МАНО. [Электронный ресурс] [https://mano.pro/journal/show-razdel/Профессиональное%20образование \(дата обращения 16.11.2023\)](https://mano.pro/journal/show-razdel/Профессиональное%20образование_(дата обращения 16.11.2023)).

ПАТЕНТНАЯ РАБОТА В ШКОЛЬНОМ ТЕХНИЧЕСКОМ КРУЖКЕ

A.A. Екимовская, В.В. Лебедев

*Благотворительный фонд «Образование+», Гимназия 5, Королёв, Московская область, Россия
any_ekimovskaya03@mail.ru ; lebedev_v_2010@mail.ru*

«Гром не грянет, мужик не перекрестится», – так гласит старинная русская пословица. Эти слова наиболее точно отражают состояние патентной работы в школьных научно-технических кружках. Предметом изучения является начало патентной деятельности школьников. Специалисты в области интеллектуальной собственности отмечают: «Чем больше хороших специалистов, тем сильнее рынок интеллектуальной собственности» [1]. Защита результатов интеллектуальной деятельности начинает приносить студенту материальные блага уже во время обучения в ВУЗе, то есть сразу после окончания средней школы. В таком раннем начале экономической и правовой деятельности студента, а ещё лучше, школьника, заключается практическая значимость работы. Выполнено три части исследования. Первая часть посвящена обоснованию проблеме необходимости защиты интеллектуальной собственности, начиная с обучения в средней общеобразовательной школы. Вторая часть работы содержит анализ ошибок учеников школьного кружка, связанных с защитой интеллектуальной собственности [2,3,4]. Третья часть посвящена разработке предложений по исправлению ситуации, предлагается к внедрению в учебный процесс в области дополнительного образования.

1. Райм Л., Никлаус А.А. (интервью). Чем больше хороших специалистов, тем сильнее рынок интеллектуальной собственности / Мир интеллектуальной собственности. Научно-популярный альманах. – №1. – 2021. – ФГБОУ ВО РГАИС. – Ред. коллегия Ивлиев Г.П., Аракелова А.О., Китаева Е.О. и др. – 44 с. – С.13-14.
2. Екимовская А.А. Учебная установка для демонстрации силы натяжения врачающейся цепочки. Патент на изобретение RU 2800901, Бюлл. №22, 31.07.2023.
3. Екимовская А.А. Магнитная демонстрационная модель для оптимизации формы ёмкости / Заявка RU 2023124102 от 19.09.2023, вх. ФИПС 052974 от 19.09.2023.
4. Екимовская А.А. Открытая ёмкость максимального объёма с плоским дном и сферической стенкой / Заявка RU 2023124105, от 19.09.2023, вх. ФИПС 052977.

РАСЧЕТНЫЕ ЗАДАЧИ ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА ПО ХИМИИ КАК СРЕДСТВО ОЦЕНИВАНИЯ ПРЕДМЕТНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

B.A. Макеева, И.Д. Низамов

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
vika.makeeva.0312@mail.ru*

Актуальность исследования обусловлена необходимостью реализации компетентностного подхода к образованию обучающихся, а также взаимосвязи теоретических знаний и умений применять на практике. Проблему формирования компетенций и осуществления компетентностного подхода в образовании изучали и изучают по сегодняшний день многие ученые, такие как, А.А. Вербицкий [1], Д.А. Иванов [2], В.В. Краевский [3], В.П. Симонов [4] и другие. Каждый из них рассматривает данную проблему по-разному, соответственно, разрабатываются различные подходы изучения проблемы.

Необходимо также отметить структуру единого государственного экзамена по химии, которая отражена в таких документах, как кодификатор, спецификатор и демоверсия единого государственного экзамена по химии, составленных на основе федерального государственного образовательного стандарта [5]. Расчетные задачи в контрольно-измерительных материалах по химии представлены в шести заданиях, четыре из которых – задания первой части (базовый уровень сложности), два из них – задания второй части (повышенный уровень сложности).

В ходе организации урочной и внеурочной деятельности старшеклассников при реализации компетентностного подхода на этапах актуализации знаний, закрепления полученных знаний использование расчетных задач единого государственного экзамена по химии в формате самостоятельной работы учащихся позволит оценить уровень сформированности предметных компетенций по ранее изученным темам.

В исследовании данной проблемы мной будет исследована научная литература, содержащая взгляды ученых на данную проблему, подходы к решению данной проблемы, а также экспериментально проверена гипотеза о возможности и результативности использования расчетных задач единого государственного экзамена по химии для оценивания предметных компетенций в ходе реализации факультативного курса по химии, направленного на подготовку к сдаче единого государственного экзамена.

1. Вербицкий, А.А., Ермакова, О.Б. Школа контекстного обучения как модель реализации компетентностного подхода в общем образовании [Текст] / А.А. Вербицкий, О.Б. Ермакова // Педагогика. – 2009. – №2. – С. 12-18.
2. Иванов, Д.А. Компетентности и компетентностный подход в современном образовании [Текст] / Д.А. Иванов. – М.: Чистые пруды, 2007. – 32 с.

3. Краевский, В.В. Общие основы педагогики [Текст] / В.В. Краевский. М.: Академия. – 2008. – 256 с.
4. Симонов, В.П. Педагогическая диагностика в образовательных системах [Текст] / В.П. Симонов. – М.: Перспектива, –2010. 264 с.
5. ФИПИ. Кодификатор, спецификатор, демоверсия ОГЭ по химии. [Электронный ресурс]. – <https://fipi.ru/oge/demoversii-specifikacii-kodifikatory#/tab/173801626-4> (Дата обращения: 15.11.2023)

ЦИФРОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ ХИМИИ

Д.В. Мельник

Химический институт имени А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

Melnik_dasa@mail.ru

Образовательные технологии играют большую роль в усвоении любого предмета и химии в том числе. Однако специфика химической области знаний предъявляет особые требования к применению той или иной образовательной технологии [1, 2]. Наиболее интересными образовательными технологиями с позиции онлайн преподавателя химии служат такие цифровые платформы, как онлайн доска Miro и Интернет-платформа LearningApps. Кратко охарактеризуем каждую из них.

Онлайн доска Miro предназначена для создания презентаций учебного материала – различных диаграмм, схем, графиков. Весьма удобна для создания рабочих конспектов для обучающихся, причем многократного использования, не удаляя предыдущую информацию. И еще одним, на наш взгляд, хорошим преимуществом является то, что онлайн доску, после регистрации на данной платформе, бесплатно могут использовать одновременно целые группы обучающихся. Имеет место и платный тариф с более широкими возможностями использования. Интернет-платформа LearningApps удобна тем, что предоставляет готовые различной сложности интерактивные упражнения по любому школьному предмету (и химии в том числе), по абсолютно любой теме. Регистрация не обязательна. Наиболее востребована данная платформа для закрепления изученного и проверки знаний обучающихся. Однако следует помнить, что цифровые образовательные технологии не являются заменой преподавателю, они лишь облегчают процесс обучения.

1. Гильманшина С.И., Каримова Г.Д., Шакирова Р.Н. Авторские цифровые ресурсы как элементы образовательной среды подготовки учителей химии // Современные проблемы науки и образования. – 2022. – №1; URL: <https://science-education.ru/article/view?id=31435> (дата обращения: 12.11.2023).

2. Гильманшина С.И., Раҳманова А.Р., Миннахметова В.А. Разработка и внедрение цифровых видеоматериалов методического сопровождения химического практикума // Современные научно-исследовательские технологии. – 2022. – №4. С. 151-155.

РОЛЬ УЧИТЕЛЯ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ ХИМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В.А. Миннахметова, С.И. Гильманшина

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

vika.vikto96@mail.ru

Анализ социального опыта показывает, что в эпоху цифровизации химического образования роль учителя становится все более значимой. Стремительное развитие и включение современных средств обучения в образовательный процесс превозносит изменения в способы обучения и требует от учителя не только новых навыков, но и инновационных подходов к преподаванию химии. Несомненно, цифровизация химического образования позволяет обогатить совокупность традиционных средств обучения и комбинировать их с современными средствами обучения. Например, использование виртуальных лабораторий [1, 2] позволяет учащимся визуализировать и изучать химизм трудновыполнимых химических реакций в условиях классической лаборатории.

В эпоху цифровизации нетрудно заметить тенденцию смещения представления роли учителя как «об источнике знаний» к роли наставника. Учитель становится проводником, который помогает производить отбор информации на основе анализа и сопоставления с научными фактами. При этом, учитель ориентирует учащихся в правильном использовании онлайн-ресурсов и разных программных обеспечений, которые помогают изучать основы химии. Также стоит отметить и то, что цифровизация помогает учителя персонализировать процесс обучения с помощью создания самостоятельных онлайн-заданий, тестов, которые помогают отследить уровень усвоения знаний, умений и навыков.

Таким образом, роль учителя в эпоху цифровизации химического образования является ключевой. Учитель должен быть готовым и способным эффективно использовать современные технологии обучения химии. Однако, несмотря на все возможности цифровизации, учитель остается важной фигурой, которая помогает учащихся постигать основы химический знаний и формировать полноценную естественно-научную картину мира.

1. Гильманшина С.И., Халимова А.И. Современные средства обучения химии: виртуальные лаборатории // Наука в современном информационном обществе. 2022. С. 46-50.
2. Миннахметова В.А. Использование иммерсивных технологий при подготовке будущих учителей химии / В.А. Миннахметова // VIII Андреевские чтения: современные концепции и технологии творческого саморазвития личности: сборник статей участников Всероссийской научно-практической конференции; Казань: Издательство Казанского университета, 2023. – 329-332 с.

EDUSCRUM ТЕХНОЛОГИЯ В ФОРМИРОВАНИИ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ПО ХИМИИ

B.C. Назарова

*Химический институт имени А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия
lera240619@mail.ru*

Сегодня под метапредметными образовательными результатами понимается уровень овладения межпредметными понятиями [1]. В качестве инновационной технологии формирования метапредметных образовательных результатов при проектном обучении химии в условиях цифровизации [2] мы выделяем технологию обучения EduScrum.

Преимущество данной технологии заключается в том, что учитель определяет только «что?». и «зачем?». необходимо изучать, а обучающиеся в ходе командной работы определяют «как?». достичь результатов в обучении. Это способствует развитию комплекса учебных действий: коммуникативных (командная работа «ученик-команда» и «команда-наставник (учитель)»), регулятивных (планирование деятельности) и познавательных (поиск, анализ и синтез информации). Индивидуальную траекторию сформированности метапредметных образовательных результатов в условиях регулярной командной работы в формате EduScrum оцениваем при помощи индивидуальных комплексных контрольных работ.

Таким образом, метапредметные знания и навыки являются основой для успешной адаптации и самореализации личности в современном мире. Применение EduScrum технологии в обучении позволяет формировать у обучающихся применять межпредметные понятия и умения оперировать ими при решении проблем и задач, возникающих в процессе обучения, а в последующем и в повседневной жизни.

1. Приказ Министерства просвещения РФ от 18 мая 2023 г. №371 «Об утверждении федеральной образовательной программы среднего общего образования», – URL: https://base.garant.ru/407384432/#block_1000 (дата обращения: 17.11.23).
2. Гильманшина С.И., Рахманова А.Р., Миннахметова В.А. Разработка и внедрение цифровых видеоматериалов методического сопровождения химического практикума // Современные научно-исследовательские технологии. – 2022. – №4. С. 151-155.

ПРОГРАММА ИНКЛЮЗИВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ПО ЗДОРОВЬЮ

Б.П. Тарасов

Казанский государственный энергетический университет, Казань, Россия

tarasovbogdanprav@mail.ru

Важнейшим направлением современного общества является достижение социального равенства и возможностей для самореализации для всех граждан. Приобретение человеком определенного уровня образования увеличивает его возможности продвижения по социальной лестнице. Однако программы высшего образования рассчитаны на здоровых студентов, и лицам с инвалидностью и ОВЗ тяжело за ними успевать, что вызывает у них дополнительный стресс, который может повлиять на качество обучения [1]. Данная работа направлена на адаптацию обучения людей, которые не могут самостоятельно передвигаться или привязаны к месту проживания ограничениями по здоровью.

Целью работы является разработка программы инклюзивного образования на основе дистанционного обучения. Рассмотрено направление подготовки – проектирование инженерных систем. Преимуществом данной профессии является то, что разделы этого направления разрабатываются в последней стадии, когда уже все замеры сняты и готовы генеральные планы, следовательно, специалистам не надо выезжать на объект и они могут работать дистанционно. Программа направлена на развитие основных (внимательность, письменные коммуникативные навыки, навыки работы с большим объемом документов, визуализация, логические навыки) и специальных навыков (работа в системах автоматизированного проектирования), необходимых для освоения данной профессии.

Обучение основано на изучении базовых предметов по инженерным сетям: электрические сети, тепловые, вентиляционные, сети кондиционирования. Методика обучения основана на удаленном обучении. Материалы изучаемых дисциплин должны быть адаптированы для всех категорий и увеличены часы на подготовку в пользу самостоятельной работы. Необходимо разработать дисциплины для углубленного изучения специальных предметов с выездом преподавателей на дом (практические занятия с образцами крепежей, инструментов) [2]. К каждой группе помимо преподавателей необходимо прикрепить кураторов и волонтеров, в задачи которых будет входить налаживание социального взаимодействия между одногруппниками (организация онлайн собраний, творческих вечеров и т. д.), преподавателями (очная или онлайн консультация) и внутривузовским сообществом (факультативы, кружки). По окончании программы студент должен выполнить ВКР в рамках реального объекта проектирования. Для этого необходимо наладить взаимодействие между строительными организациями и вузом, и на базе университета создать рабочий проектный отдел.

1. Кузюров Р.Р. Проблемы доступности высшего образования для людей с ограниченными возможностями // Качество жизни, социальные настроения и социальный капитал. – 2018. – С. 125-132.
2. Югай С.В. Пути повышения доступности высшего образования для инвалидов Российской Федерации // Теории и проблемы политических исследований. 2018. – Том 7. – №2А. – С. 146-151.

СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ХИМИИ ДЕТЕЙ МИГРАНТОВ

П.А. Тимина, Д.Л. Дарземанова

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
polina.timina.00@mail.ru*

Актуальность исследования обусловлена необходимостью в условиях цифровизации естественнонаучного образования [1, 2] реализации личностного подхода к обучению детей мигрантов в российском государстве. Поиски решений данной проблемы особенно актуальны в области естественнонаучных предметов и химии в том числе, что традиционно привлекает внимание исследователей. Цель исследования – апробировать и выявить эффективность современных образовательных технологий при обучении иностранных школьников химии. По результатам исследования нами выявлена и опубликована специфика применения для обучения химии детей мигрантов образовательных технологий, таких как цифровых образовательных технологий [3], технологии адаптации практических работ по химии и технологии интеллект-карт [4] и др. Данные технологии были внедрены в образовательный процесс детей мигрантов МБОУ «Школа №111» Советского района г. Казани. Участниками педагогического эксперимента оказались дети, прибывшие из Узбекистана, Киргизии, Казахстана, Таджикистана. Результаты показали эффективность проделанной работы.

1. Гильманшина С.И., Раҳманова А.Р., Миннахметова В.А. Разработка и внедрение цифровых видеоматериалов методического сопровождения химического практикума // Современные научноемкие технологии. – 2022. – №4. С. 151-155.
2. Гильманшина С.И., Каримова Г.Д., Шакирова Р.Н. Авторские цифровые ресурсы как элементы образовательной среды подготовки учителей химии // Современные проблемы науки и образования. – 2022. – №1; URL: <https://science-education.ru/article/view?id=31435> (дата обращения: 12.11.2023).
3. Дарземанова Д.Л., Ташева Н.В., Космодемьянская С.С. Применение QR-кода для формирования навыков техники безопасности и охраны труда во внеурочной деятельности по химии // Вестник ГБУ «Научный центр безопасности жизнедеятельности», – 2020. – №2 (43). – С. 25-33.
4. Гильманшина С.И. Технология адаптации практических работ по химии для обучения детей мигрантов в русскоязычной среде / С.И. Гильманшина, Д.Л. Дарземанова, И.И. Агзамова // Современные научноемкие технологии. 2022. №11. С. 127-132.

ФОРМИРОВАНИЕ НАВЫКОВ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА УРОКАХ ХИМИИ

A.B. Хафизова

*Химический институт им. А. М. Бутлерова КФУ, Казань. Россия
alsu.khafizova.02@mail.ru*

В образовательной среде уже не актуально обеспечивать учащихся готовыми знаниями, а нужно использовать такие методы и приемы работы, которые бы активизировали механизмы самореализации и саморазвития индивида.

Именно применение исследовательской деятельности, а также дальнейшее развитие ее главных составляющих на уроках помогает развитию у обучающихся нестандартного мышления, познавательной активности и наблюдательности. К данным составляющим относятся – исследовательские навыки и умения, которые позволяют обучающимся в полной мере справиться с требованиями учебной программы. Такого рода обучение направлено на активизацию учебного процесса учащихся, придавая ему исследовательский, познавательный аспект [1].

Цель исследовательского обучения заключается в развитии навыков исследования у обучающихся, путем анализа теоретического материала и закреплением данных знаний на практике. Исследовательская деятельность школьника образовательного учреждения в условиях современного учебного процесса в большей степени является одним из наиболее важных и на сегодняшний день актуальных направлений его развития и совершенствования.

В ходе работы были разработаны и применены на практике уроки с элементами исследовательской деятельности, а также разработаны методические рекомендации для учителей химии. Анализ результатов дает утверждать, что использование исследовательской деятельности на уроках химии способствует повышению знаний, обучающихся и формированию у них навыков исследования.

1. Глоба С.А. Проектная и исследовательская работа по химии во внеурочной деятельности школьников [Текст] / С.А. Глоба // Молодой исследователь: вызовы и перспективы. – 2021. – С.26-28.

ФОРМИРОВАНИЕ УЧЕБНОЙ УСПЕШНОСТИ ДЕТЕЙ МИГРАНТОВ ЧЕРЕЗ ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПО ХИМИИ

A.O. Чебыкина, Д.Л. Дарземанова

Химический институт имени А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

chebykina.039@gmail.com, darzemanova.diluara@mail.ru

Учебная успешность является одной из важных составляющих образования. С ее помощью можно определить не только эффективность усвоения учебного материала обучающимся, его способность применять полученные знания в повседневной жизни, но и личностное осознание дальнейших перспектив образования.

Российская Федерация является одним из самых активных участников миграционного процесса, происходящего в мире сегодня. Из этого следует необходимость подготовки учителей для работы с детьми мигрантами. Одним из способов формирования учебной успешности детей мигрантов являются практические работы по химии. В данной исследовании выявлена значимость практических работ по химии. Она заключается в активизации познавательной деятельности обучающихся, дает возможность осуществлять необходимые исследовательские наблюдения за различными химическими объектами и процессами, проводить анализ, сравнивать, делать выводы. Результат исследования – разработка адаптированных практических работ для детей-мигрантов. Внесены такие изменения: техника безопасности оформлена в виде QR кода, при переходе по ссылке можно увидеть плакат или видеофрагмент; все вещества, указанные в практической работе, имеют формулы; предложения стали односложными; разработан глоссарий на русском, узбекском, туркменском и киргизском языках. В адаптированных практических работах удалось раскрыть химическую науку, что в свою очередь поможет детям мигрантам приобрести теоретические знания и практические умения. Далее было проведено апробирование данных практических работ в МБОУ «Средняя общеобразовательная русско-татарская школа №111» г. Казани. И проведено анкетирование до использования адаптированных практических работ и после. Целью являлось определение отношения обучающихся к практическим занятиям по химии. Из полученных результатов можно сделать вывод, что обучающимся стало легче усваивать необходимый материал и их психологическое состояние заметно улучшилось.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА УРОКАХ ХИМИИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ УЧЕБНОЙ МОТИВАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

A.В. Шорсткина, Г.Ф. Мельникова

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
anna07072003@mail.ru*

В условиях модернизации (технологического прогресса) системы образования появляются новые проблемы и задачи, над решением которых предстоит работать учителям. Многие из задач принципиально новые и не могут быть решены на основе прежнего опыта. Одна из таких проблем – это падение интереса к такой важной науке современности, как химия, и, соответственно, к химии как к учебной дисциплине. Так, чтобы решить проблему (подвергнуть)мотивации учеников к изучению химии надо использовать современные методы для вовлеченности учеников [1]. Недавно таким примером являлись виртуальные лаборатории, которые позволяли проделывать различные химические опыты без наличия лаборатории в школе, с прогрессом лаборатории ушли на второй план и начали появляться различные ресурсы, которые помогают учителю мотивировать и заинтересовывать ученика в изучении химии [2].

Для обоснования данных в ходе производственной (педагогической) практики по профилю химия было проведено автоматизированное анкетирование с использованием Google-Forms среди аудитории учащихся, у которых был проведен стандартный урок и учащихся, у которых был проведен урок с использованием цифровых возможностей школы. Уровни обученности и классы были подобраны с одинаковыми условиями и незначительными отклонениями между друг другом.

Проведя анализ мотивации обучающихся до и после внедрения цифровых технологий мы можем сделать вывод, что эффективность использования новых методов обучения и дает возможность корректировать учебный процесс для достижения лучших результатов.

1. Александров А.М. Четвертая промышленная революция и модернизация образования: международный опыт // Стратегические приоритеты. 2017. №1 С. 53–69.
2. Бычкова Е. Самый умный город. Как школы используют современные технологии? // Аргументы и факты. 2017. №4. С. 20.

Секция VII.
РОБОТОТЕХНИКА
И ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО

БЕСКОНТАКТНЫЙ ПОЛИФИЛЯРНЫЙ РАЗЪЁМ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ

В.С. Глушкова

НИУ МАИ, СОШ №12, Королёв, Московская область, Россия

Lera.Glushkova.08.ru

Под бифиляром понимают систему из двух рядом расположенных проводников электрического тока. В полифиляре рядом расположено множество проводников. Бифилярную катушку индуктивности запатентовал Никола Тесла в 1894 году [1]. В 1971 году, с развитием высокочастотной техники, появился бифиляр Купера, в котором токи в проводниках протекают в противоположных направлениях, как в бытовой витой паре [2].

Цель работы заключается в практическом применении полифиляра для бесконтактной передачи электроэнергии. Для достижения цели работы были намечены три задачи. Во-первых, необходимо было создать несколько вариантов полифиляров для практического и теоретического объяснения необычных, на первый взгляд, явлений. Во-вторых, перед публичным обсуждением полученных результатов обязательно нужно было запатентовать созданные учебно-демонстрационные и лабораторные установки с целью правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности [3,4]. Наконец, в-третьих, требовалось обосновать рациональность беспроводной передачи электроэнергии, пусть даже на очень малое расстояние. Главными характеристиками устройства при решении третьей задачи были безопасность и бесконтактность потребителя с источником электропитания. Практическое применение полифилярных катушек предложено для создания бесконтактных разъёмов на космических аппаратах. Это важно для удобной и безопасной работы космонавтов в открытом пространстве.

1. Патент США. US512340A. N. Tesla. Goil for electro magnets. No. 512,340. Patented Jen. 9, 1894, aumento/6. United States. Patent office.
2. Патент Купера 3610971 США 1971. – Электронный ресурс (дата обращения 23.08.2023): <https://patents.google.com/patent/US3610971A/en>
3. Глушкова В.С. Учебный бифиляр. Заявка на патент RU 2023121854 от 22.08.2023.
4. Глушкова В.С. Универсальный переключаемый полифиляр. Заявка на патент RU 2023122261 от 28.08.2023.

Секция VIII.
ХИМИЯ
И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

СИНТЕЗ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ 1,2,3 -ТРИАЗОЛИЛСОДЕРЖАЩИХ А-АМИНОФОСФОНАТОВ НА ОСНОВЕ N-АЦЕТИЛ-D-ГЛЮКОЗАМИНА

Р.Ф. Азнагулов^{a,b}, Л.Р. Хабибулина^{a,b}, Б.Ф. Гарифуллин^{a,b}, А.Д. Волошина^a, Д.Ф. Абрамова^{a,b}, А.Б. Выштакалюк^a, В.Е. Катаев^a

^a Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

^b Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия

aznagulov.ravil@yandex.ru

Среди всего многообразия биологически активных фосфорорганических соединений особый интерес вызывают α -аминофосфоновые кислоты, поскольку являются биоизостерами природных аминокислот и демонстрируют разноплановую биологическую активность [1]. Ранее нами были получены 1,2,3 -триазолилсодержащие α -аминофосфонаты на основе N-ацетил-D-глюкозамина **1a-3a** и **1b-3b**. Этот доклад посвящен синтезу ещё 4 соединений такого же типа **4a-5a** и **4b-5b**, имеющих иное строение спейсера соединяющего углеводный и аминофосфонатный фрагменты.

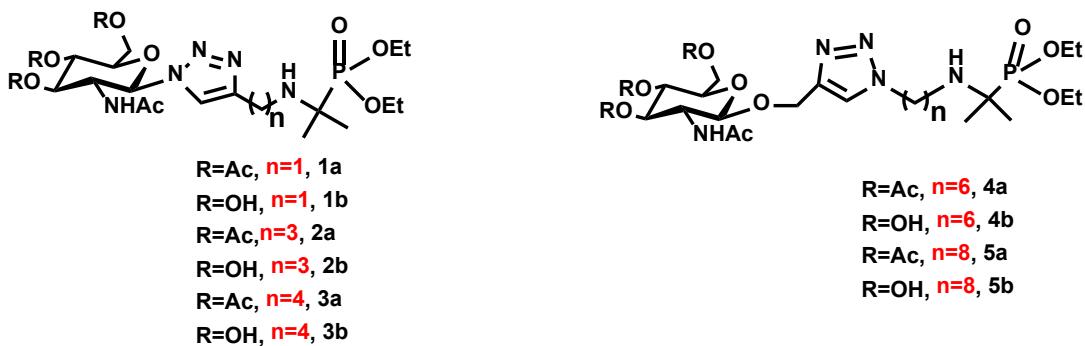


Рис. 1. 1,2,3 – триазолилсодержащие α -аминофосфонаты на основе N-ацетил-D-глюкозамина

Соединения **1-5** проявляют умеренную цитотоксичность в отношении раковых линий клеток A549, M-HeLa, HuTu80, PanC-1, MCF-7 и T89G. При этом соединение **2b** обладает высокой цитотоксичностью к клеточной линии рака молочной железы MCF-7 ($IC_{50}=17\text{мкМ}$) на уровне препарата Тамоксифен.

Также у синтезированных веществ была обнаружена необычная для этого класса соединений антиоксидантная активность. При помощи хемилюминесцентного метода была исследована способность инактивировать свободные радикалы АAPH. Оказалось, что соединение **5b** снижает интенсивность хемилюминесценции практически до нулевых значений (TAR на уровне 96-99%) при концентрациях в 0,5 и 1,0 мМ.

Авторы благодарят ЦКП-САЦ ФИЦ КазНЦ РАН за техническую поддержку проведенных исследований.

1. Todorov, P.T., Wesselinova, D.W., Pavlov, N.D. et al. Cytotoxic activity of new racemic and optically active N-phosphonoalkyl bicyclic β -amino acids against human malignant cell lines. *Amino Acids*, 2012, 43, 1445–1450.

АМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ МЕТАМИЗОЛА НАТРИЯ НА ЭЛЕКТРОДЕ, МОДИФИЦИРОВАННОМ ГЕКСАЦИАНОКОБАЛЬТАТОМ РУТЕНИЯ И ПЛЕНКОЙ ИЗ ПОЛИ-3,4-ЭТИЛЕНДИОКСИФЕНА

А.М. Акбашева, А.В. Гедмина, И.А. Челнокова, Л.Г. Шайдарова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

Химический институт им. А.М. Бутлерова, Казань, Россия

akbashevaalina@yandex.ru

В качестве модификаторов химически модифицированных электродов (ХМЭ) широко используются композитные материалы на основе электропроводящих полимерных пленок (ЭПП), преимуществами которых являются улучшение аналитических и метрологических характеристик благодаря их высокой электропроводности и медиаторным свойствам. Включение в матрицу ЭПП в качестве допантов комплексов платиновых металлов позволяет улучшить стабильность электрохимических характеристик таких пленок.

В настоящей работе изучено электроокисление метамизола натрия, широко используемого в лекарственных средствах как анальгетика, на стеклоуглеродном электроде (СУ), модифицированном пленкой из поли-3,4-этилендиокситофена (ПЭДОТ) с включенным гексацианокобальтатом рутения (ГЦКР) (ГЦКР-ПЭДОТ-СУ) с целью разработки высокочувствительного способа его определения.

Установлено, что окисление метамизола натрия на композитном электроде ГЦКР-ПЭДОТ-СУ на фоне 0.1 М серной кислоты на анодной ветви циклической вольтамперограммы происходит при $E = +0.55$ В по электрокатализическому механизму. Наибольший электрокатализический эффект при окислении исследуемого субстрата регистрируется при электрополимеризации ПЭДОТ в области от -0.9 В до +1.2 В в течение 10 циклов и осаждении ГЦКР от -0.2 В до +1.2 В в течение 5 циклов. Кроме повышения стабильности электрокатализического отклика на композитном электроде ГЦКР-ПЭДОТ-СУ наблюдали увеличение величин каталитических токов, что вероятно связано с медиаторными свойствами внутрисферного кобальта в ГЦКР.

Показана возможность использования разработанного композитного электрода ГЦКР-ПЭДОТ-СУ для амперометрического детектирования метамизола натрия в условиях проточно-инжекционного анализа. Определены гидродинамические (объем инжектируемой пробы и скорость потока жидкости) и электрохимические (накладываемый потенциал) параметры проточной системы. Нижняя граница определяемых содержаний метамизола натрия составляет 5×10^{-8} М.

ОНЕ-ПОТ РЕАКЦИИ ПОЛУЧЕНИЯ ФОСФОНИЕВЫХ СОЛЕЙ А-ЗАМЕЩЕННЫХ АКРИЛАТОВ НА ОСНОВЕ МЕТИЛПРОПИОЛАТА

K.C. Анисимова, M.A. Мамонтов, A.B. Ильин

¹Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

kristinaanisimova08@yandex.ru

Работа посвящена созданию новых многофункциональных четвертичных фосфониевых соединений (ЧФС) на основе α -имидо(гидантоино)акрилатов как новых компонентов противораковых и противоопухолевых препаратов.

Идея заключалась в объединении двух активных фрагментов в структуре ЧФС. Реакции проводили поэтапно без выделения промежуточного продукта. Первым этапом является α -присоединение азотистых гетероциклов к метилпропиолату, катализируемое трифенилfosфином, затем количество трифенилфосфина доводили до эквимолярного. Следующий этап – кватернизация трифенилфосфина с полученным алкеном в присутствии азотной кислоты (Схема 1).

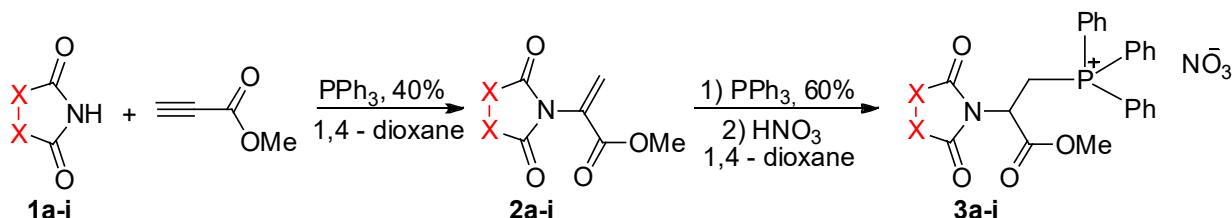


Схема 1

Для полученных соединений изучена антимикробная активность в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий, грибов, гемолитическая активность и токсичность.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ НА ВОССТАНОВЛЕННОМ ОКСИДЕ ГРАФЕНА, В КАЧЕСТВЕ МОДИФИКАТОРОВ ПОВЕРХНОСТИ ПЛАНАРНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

***A.Ф. Асылгараева^a, Д.В. Брусицын^a, А.Н. Рамазанова^a, Ю.И. Журавлева^a, А.В. Пряткова^a,
А.Б. Добрынин^b, А.Ф. Сайфина^b, А.Т. Губайдуллин^b***

^aХимический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

^bИОФХ им. А.Е. Арбузова, ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

20ida02@mail.ru

В литературе имеется большое количество различных методов синтеза наночастиц меди, в частности в коллоидном растворе или электрохимическим путем. Однако интерес представляет также синтез наночастиц меди непосредственно на поверхности углеродных материалов, то есть на углеродных нанотрубках или восстановленном оксиде графена.

В работе синтез наночастиц меди на восстановленном оксиде графена проводился путем химического восстановления оксида графена в присутствии солей меди и последующего высокотемпературного отжига полученного композиционного материала для уменьшения размера частиц и повышения проводимости углеродного материала.

Исследование полученных материалов на основе наночастиц меди в сочетании с восстановленным оксидом графена проводили электрохимическими методами, доказательство размера наночастиц микроскопией, определение кристаллической формы наночастиц меди и подтверждение модификации восстановленного оксида графена порошковой дифрактометрией.

Рентгенодифракционные исследования материалов на основе наночастиц меди и восстановленного оксида графена показали, что данные наночастицы находятся в виде поликристаллических оксидов меди (I) и (II).

По данным вольтамперометрии электрохимическая активность наночастиц меди в сочетании с восстановленным оксидом графена на поверхности планарного печатного электрода проявлялась в виде необратимого пика при потенциале 500 мВ на фоне фосфатного буферного раствора.

Проведенные исследования показали, что разработанный композиционный материал может быть использован при разработке биосенсорных устройств.

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА НОВЫХ ЦВИТТЕР-ИОННЫХ ТРИАЗОЛСОДЕРЖАЩИХ АММОНИЕВЫХ / ИМИДАЗОЛИЕВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ КАЛИКС[4]АРЕНА

**А.Э. Ахатова^a, Э.Д. Султанова^a, И.М. Богданов^a, В.А. Бурилов^a,
Р.И. Гарипова^a, С.Е. Соловьева^b, И.С. Антипин^{a,b}**

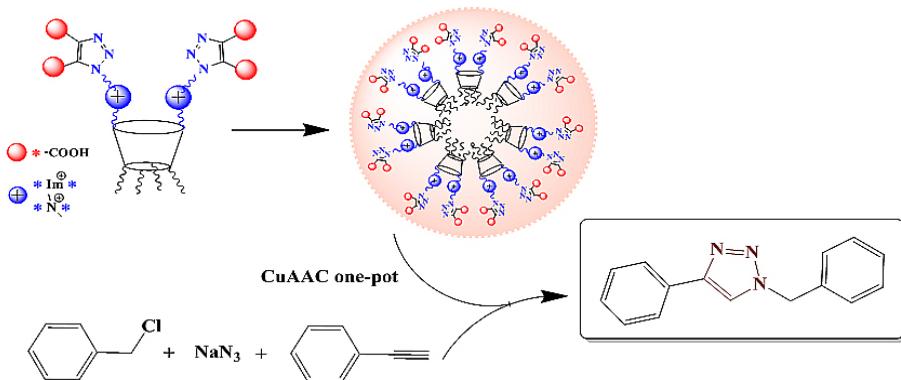
^aХимический институт им. А.М. Бутлерова, Казань, Россия

^bИнститут органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

aliyaakhatova01@gmail.com

Большой интерес в настоящее время вызывают амфи菲尔ные системы, имеющие в составе гидрофобные и гидрофильные фрагменты. Особые свойства этих соединений, такие как способность к спонтанной самоорганизации или повышение совместимости между несовместимыми фазами, позволяют использовать их в мицеллярном катализе, а также для создания различных пленок и мембран с целью модификации полимерных композиций и других материалов. Каликсарены, отличающиеся нетоксичностью, простотой синтеза и модификации нижнего и верхнего ободов различными функциональными группами, широко используется как платформы для создания разнообразных амфи菲尔ных производных с сочетанием свойств комплексообразования «гость-хозяин». Цвитетер-ионные производные особо перспективны для стабилизации каталитически активных наночастиц металлов, образования комплексов с биомолекулами, а также в мицеллярном разделении.

Таким образом, целью данной работы является синтез новых цвитетер-ионных триазолсодержащих дикарбоксильных аммониевых / имидазолиевых производных классического каликс[4]арена, изучение их агрегационных свойств и применение их в качестве органического стабилизатора для Cu(I) в медь(I)-катализируемой реакции азид-алкинового циклоприсоединения (CuAAC).



Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ №21-73-10062.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И КАЧЕСТВА СТАЛИ ФЕХТОВАЛЬНЫХ КЛИНКОВ МЕТОДОМ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

В.С. Бахтиярова¹, С.Р. Романов², Ю.В. Бахтиярова²

¹Училище (техникум) олимпийского резерва №1, Краснознаменск, Россия

²Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

E-mail: vasbakh@mail.ru

Проведено исследование стали фехтовальных клинков с помощью сканирующей автоэмиссионной электронной микроскопии на приборе Merlin ZEISS.

В спортивном фехтования на сегодняшний момент используются два типа стали, в обоих случаях это пружинная (рессорная) сталь. Для начинающих спортсменов тренировочные клинки изготавливают из стали марки 60С2А – это конструкционная легированная сталь с пружинистыми свойствами, соответствует нормам ГОСТ 14959-2016. Для профессионалов высокого уровня Международная федерация фехтования (FIE) требует, чтобы сталь для клинков была типа «мараген» или по-другому мартенситностареющая сталь марки ЭП-637 (03Н18К9М5Т) или ее аналоги.

Были изучены 11 различных образцов стали, как простые, так и клинки из мартенситностареющей стали.

Показано, что данный метод автоэмиссионной электронной микроскопии не применим для определения количества содержания углерода в сталях. Элементный анализ по другим элементам дает хорошие результаты.

По результатам исследования можно утверждать, что сталь в клинках типа «мараген» соответствует заявленному качеству. Однако среди образцов был выявлен один клинок, который состоит из двух разных сортов стали, рукоятка клинка сделана из обычной стали. Основное отличие клинков данного качества было в том, что некоторые образцы не содержали легирующей добавки – хрома.

Клинки для начинающих спортсменов, более дешёвого сегмента имели существенно более значимые расхождения в своих составах. Содержание железа от 91% до 93%. Не во всех образцах присутствует хром. И только один образец из шести соответствовал стали марки 60С2А, однако на срезе (рис.1) хорошо видны каверны, что говорит о нарушение технологии процессов закалки и отпуска стали.

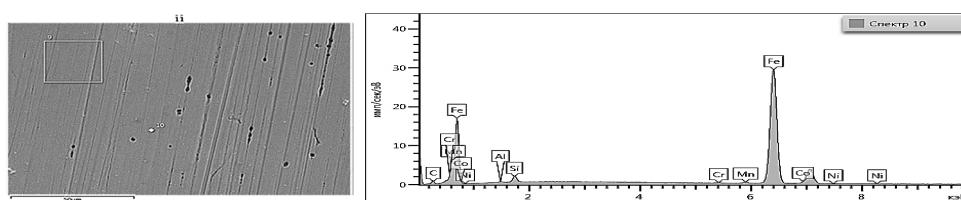


Рис. 1. Срез клинка и его элементный состав

Таким образом, можно сделать вывод, что качество стали фехтовальных клинков недорогого сегмента не всегда соответствует заявленной марке стали. В некоторых образцах обнаружен брак, один из образцов был чрезмерно хрупким. Больше всего расхождений по содержанию алюминия и хрома в сталях у разных производителей.

Работа выполнена при поддержке программы Сириус. Лето: Начни свой проект.

ПИРИДНИЕВЫЕ СОЛИ БИСДИТИОФОСФОНОВЫХ КИСЛОТ

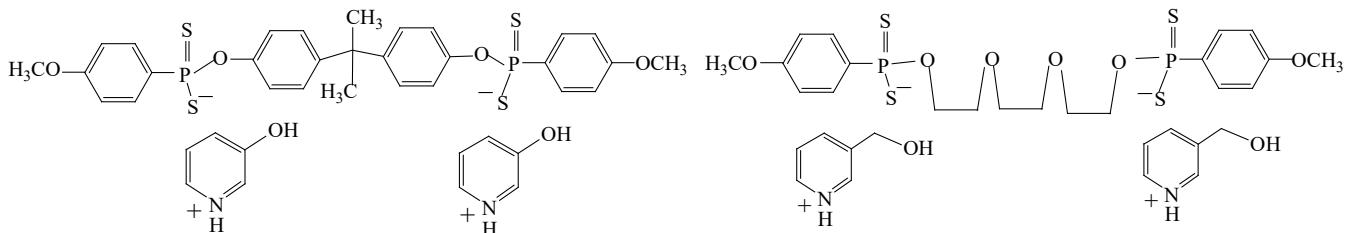
Т.Г. Белов^b, М.П. Гурьянова^a, И.И. Калекулин^a, И.С. Низамов^a, И.Д. Низамов^a, Э.С. Батыева^b

^aКазанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

^bИнститут органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

belofftimur@mail.ru

Пиридиновые алкалоиды в силу своего электронного и пространственного строения имеют существенное значение для метаболических процессов в живых организмах. Никотиновая кислота как витамин PP и никотинамид включены в биологические процессы тканевого дыхания. 3-Гидрокси-пиридин содержитит наряду с пиридиновым атомом азота гидроксильную группу, способную обеспечить более высокую растворимость в водных физиологических средах при создании на его основе антимикробных препаратов. Реакции 3-гидроксипиридина и 3-(гидроксиметил)пиридина с бисдитиофосфоновыми кислотами на основе диэтиленгликоля, триэтиленгликоля и 4,4'-дигидрокси-2,2-дифенилпропана в мольном соотношении 1:2 в этаноле приводят к образованию бисдитиофосфонатов ди-3-гидроксипиридиния.



Гель-диффузионным методом с 1%-ными растворами в диметилсульфоксиде установлено, что бисдитиофосфонаты ди-3-гидроксипиридиния способны подавлять *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* и *Candida albicans*.

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета («Приоритет-2030»).

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЕВЫХ И ИМИДАЗОЛИЕВЫХ СОЛЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ КАТЕХОЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

A.A. Бикмухаметов, П.Л. Падня, И.И. Стойков

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

azamat1.11.1@yandex.ru

Ионные жидкости (ИЖ), вещества ионного строения с температурой плавления ниже 100 °C – открыли новые горизонты в развитии зеленой химии. Простейшие ИЖ первого поколения имели ряд недостатков, в частности высокую гигроскопичность и легкость окислением кислородом воздуха, что значительно ограничивало их применение. Модификация структуры катионов и применение новых видов анионов привели к появлению следующего поколения ИЖ, обладающих улучшенными физико-химическими характеристиками. Однако их высокая токсичность и низкая биоразлагаемость, ввиду повышенной гидрофобности данных веществ, также негативно сказываются на возможности их практического применения. Дальнейшее изучение возможностей модификации ионных жидкостей привело к созданию третьего поколения высокоспециализированных (task-specific) ИЖ, способных, благодаря наличию определенных фрагментов, к решению целевых задач. Стоит отметить, что введение в структуру ИЖ редокс-активных фрагментов приводит к получению веществ с уникальными свойствами, которые нашли свое применение в разных областях науки и промышленности. Одним из наименее изученных редокс-активных фрагментов является катехольная группа, которая, кроме электрохимической активности, также способна к образованию комплексов. В представленной работе был предложен подход к получению ионных жидкостей, содержащих катехольный фрагмент, и впервые был получен ряд четвертичных аммониевых (триэтил- и трибутиламмониевых) и метилимидазолиевых солей с бромид- и бистрифлимида-анионом. Было установлено, что замена бромид-аниона на бистрифлимид-ион приводит к повышению термической стабильности и понижению температуры плавления соединений. Полученные соединения способны селективно распознавать катионы меди (II) в ряду катионами двухвалентных d-металлов, а именно Cu(II), Zn(II), Ni(II) и Co(II).

ДИЗАЙН АМФИФИЛЬНЫХ МЕРОТЕРПЕНОИДОВ, СОДЕРЖАЩИХ ФРАГМЕНТЫ ГЕРАНИОЛА И ФАРНЕЗОЛА, И ИЗУЧЕНИЕ ИХ МЕМБРАНОТРОПНЫХ СВОЙСТВ

Д.В. Бурдюгов, Р.Р. Гамиров, А.А. Ахмедов, Д.Н. Шурпик, И.И. Стойков

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

dmburd3104@gmail.com

Варьирование гидрофильно-липофильного баланса структур кандидатов в лекарства не всегда позволяет решить проблему их низкой способности проникновения через клеточные мембранные. Решить эту задачу можно путём введения в структуру лекарственного препарата фрагментов, обладающих высокой мембранотропной активностью и сродством к клеточной мембране. В качестве подобных мембранотропных фрагментов могут выступать различные амфифильные липидоподобные структуры. Различные классы меротерпеноидов обладают широким спектром биологической активности, что открывает возможности по использованию терпеноидных фрагментов и подобных им структур как для инкапсуляции, так и для функционализации ими лекарственных препаратов [1,2].

В этой работе были получены меротерпеноиды, содержащие легко функционализируемые третичные аминогруппы. Структура полученных соединений была подтверждена методами спектроскопии ЯМР ^1H и ^{13}C , а также ИК-спектроскопии. Методом турбидиметрии показано, что полученные вещества взаимодействуют с модельной фосфолипидной мембраной при $\text{pH} = 7.4$, что открывает возможности для использования подобных фрагментов в качестве мембранных якорей.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (грант №22-73-00187) и за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета («Приоритет-2030»).

1. W. Yang, X. Chen, Y. Li, S. Guo, Z. Wang, X. Yu Nat. Prod. Commun. 2020. V. 15. I. 3. Reg. 1934578X2090355.
2. D.N. Shurpik, A.A. Akhmedov, P.J. Cragg, V.V. Plemenkov, I.I. Stoikov Plants 2020. V. 9. I. 11. Reg. 1582.

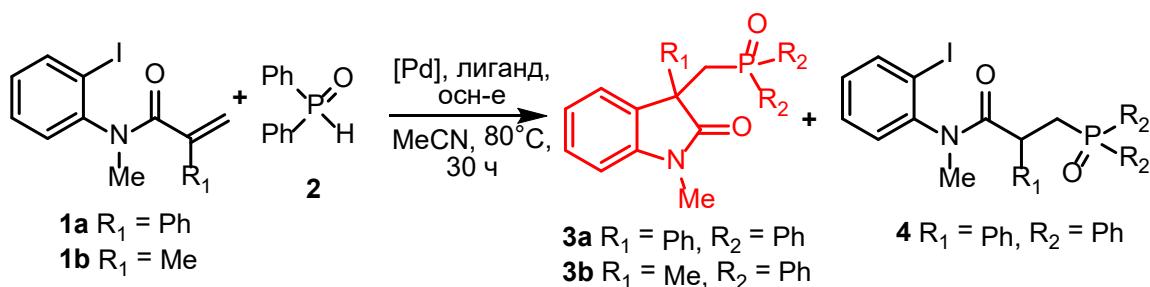
ЦИКЛИЗАЦИЯ АНИЛИДОВ АКРИЛОВЫХ КИСЛОТ В СИНТЕЗЕ ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ ИНДОЛИНОНОВ

С.Ю. Вострухина, А.Н. Резников, Ю.Н. Климошкин

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия
vostruhina-box@mail.ru

В современной органической химии важную роль играет синтез замещенных индолинонов. В настоящей работе представлен метод получения нерацемических оксиндолов путем домино-реакции Хека / фосфиноилирования.

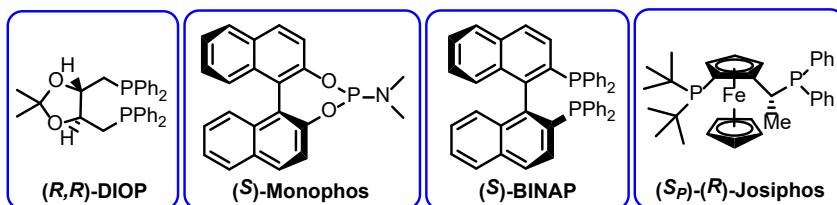
Катализируемая палладием реакция амидов (**1a-b**) и дифенилфосфиноксида (**2**) приводит к фосфиноилметилюксиндолу (**3a-b**). Синтез проводили в ацетонитриле при 80 °C с использованием фосфорорганических лигандов и K₂CO₃ в качестве основания.



В присутствии каталитической системы PdCl₂/(S)-Monophos и PdCl₂/(R,R)-DIOP образуются продукты (**3a-b**). В случае лигандов (S)-BINAP и (S_p)-(R)-Josiphos – амид (**4**).

Таблица 1. Оптимизация условий реакции

№	Катализатор	Лиганд	Основание	Продукт	Выход	ee
1	PdCl ₂	(R,R)-DIOP	K ₂ CO ₃	3a	58%	13%
2	PdCl ₂	(S)-Monophos	K ₂ CO ₃	3a	58%	0%
3	Pd(db _a) ₂	(R,R)-DIOP	K ₂ CO ₃	3a	13%	15%
4	PdCl ₂	(R,R)-DIOP	K ₂ CO ₃	3b	36%	15%
5	PdCl ₂	(S)-BINAP	K ₂ CO ₃	4	62%	-
6	PdCl ₂	(S _p)-(R)-Josiphos	K ₂ CO ₃	4	28%	-



Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ, проект №21-73-20096.

**ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЙ СЕНСОР НА ОСНОВЕ
ЭЛЕКТРОПОЛИМЕРИЗОВАННОГО ИЗ РЕЛИНА АЗУРА С
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОФАМИНА**

Г.И. Галимзянова, М.И. Сорвин, А.В. Порфирьева, Г.А. Евтюгин

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

galimzyanova98@mail.ru

В последнее время в практику медицинских исследований, мониторинга пищевой и экологической безопасности активно внедряются электрохимические сенсорные системы. С их помощью можно определять с высокой чувствительностью биомаркеры различных заболеваний, токсиканты, лекарственные препараты. Достаточно часто в таких устройствах в качестве редокс-активных модифицирующих слоев, чувствительных к присутствию аналита за счет изменения окислительно-восстановительных характеристик слоя, используют покрытия электроактивных полимеров. Одним из актуальных направлений исследований является использование в качестве сред для электрополимеризации глубоких эвтектических растворителей (ГЭР). Подобные растворители нетоксичны, биоразлагаемы, а растворимость в них органических мономеров намного выше, чем в водных средах. Применение печатных углеродных электродов позволяет сократить объем ячейки до 100 мкл, сократить объем реагентов и биологических проб. Печатные электроды обладают низкой стоимостью и совместимы с переносными миниатюрными приборами, что позволяет проводить необходимые анализы во внелабораторных условиях.

Нами впервые разработаны потенциометрические сенсоры на подложке печатного углеродного электрода, модифицированного слоем поли(Азура С) из среды ГЭР релина для селективного определения дофамина. Релин является смесью холин хлорида и мочевины в молярном соотношении 1:2. Релин синтезировали методом ультразвуковой обработки в течение 30 минут. Навеску Азура С добавляли к компонентам релина на стадии получения ГЭР. Сборку чувствительного слоя сенсоров проводили путем электрополимеризации Азура С из релина сочетанием потенциодинамического и потенциостатического режимов: сначала проводили многократное циклирование потенциала (от -1.2 до 1.2 В, 150 мВ/с, 20 циклов), после чего дополнительно поляризовали электрод (180 с, 1.2В). Для стабилизации покрытия поверхность поли(Азура С) обрабатывали 2% раствором глутарового альдегида. Подобная обработка обеспечивала дополнительную кросс-сшивку по аминогруппам и повышала стабильность синтезируемого покрытия. Была проведена оптимизация состава и способа получения поверхностного слоя с целью повышения устойчивости отклика и его чувствительности к анализу. Было установлено влияние длительности этапа поляризации на аналитические характеристики разработанных сенсоров.

В оптимальных условиях разработанный потенциометрический сенсор позволил определять дофамин в диапазоне от 5×10^{-7} до 2×10^{-3} М с наклоном, близким к нернستовскому (51.6 мВ/пС). Сенсор был апробирован на реальном образце лекарственного препарата, содержащего дофамин. В качестве объекта выступил концентрат для приготовления раствора для инфузий «Дофамин» (ООО «Эллара», РФ). Степень открытия дофамина в препарате составила $92 \pm 3\%$.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №23-13-00163).

АМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЧЕВОЙ КИСЛОТЫ, КРЕАТИНИНА И ИНСУЛИНА НА ЭЛЕКТРОДЕ, МОДИФИЦИРОВАННОМ БИНАРНОЙ СИСТЕМОЙ ЗОЛОТО-ПАЛЛАДИЙ, В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ИНЖЕКЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

И.А. Гафиатова, И.А. Челнокова, Л.Г. Шайдарова, Г.К. Будников

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

ilvina1603@mail.ru

При диагностике некоторых заболеваний необходимо проводить контроль таких биохимических показателей, как мочевая кислота (МК), креатинин (Кр) и инсулин, в физиологических жидкостях. Мониторинг уровней МК и Кр проводят для определения активности почек, печени и диагностики почечной недостаточности. Определение инсулина в крови важно для диагностирования различных типов диабета, гипогликемических состояний и подбора оптимальной доз лекарственных средств. Известно, что инсулинерезистентность может снижать почечное выведение МК. Поэтому представляет интерес поиск новых способов совместного определения рассматриваемых биологически активных соединений (БАС) в физиологических жидкостях.

Изучена каталитическая активность частиц золота (Au), палладия (Pd) и бинарной системы Au-Pd, электроосажденных на поверхности планарных углеродных электродов с одним (ПЭ) и двумя рабочими электродами (ДПЭ), при электроокислении МК, Кр и инсулина в статических условиях и условиях последовательного инжекционного (ПосЛИ-) анализа, а также оценена возможность использования модифицированных электродов для селективного совместного определения этих БАС.

На основе полученных экспериментальных данных установлены операционные параметры ПосЛИ-системы, позволяющие проводить определения рассматриваемых органических соединений в широком диапазоне концентраций (от 5×10^{-7} до 5×10^{-3} М для МК и Кр, от 1×10^{-8} до 1×10^{-3} М для инсулина). Следует отметить хорошую сходимость результатов анализа в ПосЛИ-системе ($S_r < 3\%$). Производительность анализа достигает 240 определений/час. Проведение анализа в ПосЛИ-системе по сравнению со статическими условиями снижает нижнюю границу определяемых содержаний на один порядок.

Достигнутая разность потенциалов пиков окисления рассматриваемых БАС, равная 200–300 мВ, позволяет проводить многокомпонентный анализ. Для совместного ПосЛИ-определения МК, Кр и инсулина использовали ПЭ и ДПЭ, модифицированные бинарной системой Au-Pd (Au-Pd-ПЭ и Au-Pd-ДПЭ). Предложенный способ апробировали при анализе синтетической урины.

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета («Приоритет-2030»).

СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫЙ ПОДХОД К ПОЛУЧЕНИЮ НАНОКОНТЕЙНЕРОВ, ДЕКОРИРОВАННЫХ ФОЛИЕВОЙ КИСЛОТОЙ

**З.Р. Гильмулина^a, В.В. Сякаев^a, А.Д. Волошина^a, А.П. Любина^a, А.С. Сапунова^a, Ю.Э. Морозова^a,
И.С. Антипин^b**

^aИОФХ им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

^bХимический институт им. А. М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

zukhra120900@gmail.com

Фолиевая кислота (ФК) будучи кофактором для внутриклеточных ферментов проявляет высокое сродство к определенным белкам, выступающим в качестве рецепторов фолиевой кислоты. Установлено, что в некоторых раковых клетках (например, при опухоли яичников, легких, почек, головного мозга и т.д.) наблюдается сверхэкспрессия рецепторов ФК. В связи с этим современная противоопухолевая терапия рассматривает ФК в качестве лиганда, нацеленного на раковые клетки. В литературе имеются работы, где различные наноконтейнеры (мицеллы, наночастицы, липосомы и т.д.), несущие ФК, представлены в виде перспективных агентов для доставки лекарственных препаратов.

Целью нашей работы было получение наноконтейнеров, нековалентно декорированных ФК. Для этого были использованы амидобетаиновые производные каликсрезорцинов (сульфобетаиновый тетрапентилкаликс[4]резорцин, гидроксисульфобетаиновые тетрапентил- и тетраундецилкаликс[4]резорцины). Благодаря нейтральным зарядам каликсрезорцинов, ФК успешно солюбилизируется в их самоассоциаты с высокой эффективностью (ИГМП ЯМР, 2D NOESY ЯМР). Соассоциаты каликсрезорцинов с ФК стабильны на протяжении 2 месяцев (УФ, ДРС). Показано усиление интернализации соассоциатов каликсрезорцинов с ФК в клетки M-HeLa в сравнении с незагруженными самоассоциатами каликсрезорцинов методами проточной цитометрии и флуоресцентной микроскопии. Полученные данные демонстрируют перспективы супрамолекулярного подхода для создания наноконтейнеров, декорированных фолиевой кислоты, в качестве систем для доставки лекарственных препаратов в раковые клетки.

ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕЛТОГО «СОЛНЕЧНОГО ЗАКАТА» НА ЭЛЕКТРОДЕ, МОДИФИЦИРОВАННОМ НАНОЧАСТИЦАМИ ДИОКСИДОВ ЦЕРИЯ И ОЛОВА

Л.Т. Гимадутдинова, Г.К. Зиятдинова

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

liliya.gimadutdinova@gmail.com

Желтый «солнечный закат» (пищевая добавка Е110) – широко используемый синтетический краситель с яркой окраской и устойчивый к воздействию факторов окружающей среды [1]. Он может оказывать негативное воздействие на здоровье, особенно у детей [2], поэтому содержание красителя в продуктах питания требует контроля. Для этого хорошо зарекомендовали себя вольтамперометрические способы с химически модифицированными электродами. В настоящее время стали развиваться способы определения синтетических красителей на электродах, модифицированных наноматериалами оксидов металлов.

Предложен электрод, модифицированный наночастицами SnO_2 и CeO_2 , диспергированными в гексадецилпиридиний бромиде, для вольтамперометрического определения желтого «солнечного заката». Эффективность предложенного модификатора подтверждена методами сканирующей электронной микроскопии, циклической вольтамперометрии и спектроскопии электрохимического импеданса.

Показано, что электроокисление желтого «солнечного заката» на разработанном электроде протекает необратимо с участием двух электронов и контролируется диффузией. Дифференциально-импульсная вольтамперометрия на фоне универсального буферного раствора pH 2.0 обеспечивает линейность отклика электрода в диапазонах 0.010-1.0 и 1.0-100 мкМ красителя и предел обнаружения 8.0 нМ. Электрод обеспечивает достаточную селективность в присутствии других красителей и мешающих компонентов, характерных для пищевых продуктов. Подход применен в анализе безалкогольных напитков и сопоставлен с хроматографическими данными.

1. Subburaj M., Faseela P.M. Synthetic Food Colours // Scholars' Press. – 2016. – 80 p.
2. Rovina K., Prabakaran P.P., Siddiquee Sh., Md Shaarani Sh. Methods for the analysis of Sunset Yellow FCF (E110) in food and beverage products— a review // TrAC. – 2016. – V. 85. – P. 47-56.

СВЕРХРАЗВЕТВЛЕННЫЕ ПОЛИОЛЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ КОБАЛЬТА МЕТОДОМ ПОЛИОЛЬНОГО СИНТЕЗА

A.C. Горовая, A.E. Бурматова, A.A. Ханнанов, M.P. Кутырева

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

gorovayaarina5@gmail.com

Современные разработки в области нанотехнологий подчеркивают значимость метода полиольного синтеза как высокоэффективного и простого подхода для получения металлических наночастиц и нанокомпозитов на их основе. Преимущества данного подхода заключаются в высокой управляемости процесса и возможности получения частиц с контролируемыми формами и размерами варьированием соотношения ν_M/ν_{OH} . В рамках исследования предложен новый подход к синтезу композитов на основе наночастиц кобальта в организующей и восстановливающей среде сверхразветвленного полиэфирополиола третьей генерации (G_3OH). Методами ИК-Фурье и УФ-Вид спектроскопии, РФА, ТГ-ДСК, NTA (Nanoparticle tracking analysis) изучены условия формирования металлической нанофазы, состав и морфология нанокомпозитов, синтезированных при различных соотношениях $\nu_{Co(II)}/\nu_{OH\ polyol}$: CoNp-1 (1:500), CoNp-2 (1:250), CoNp-3 (1:150), CoNp-4 (1:100). Синтез нанофазы кобальта в матрице полиола достигается при температуре 230 °C. По данным УФ-Вид спектроскопии бифункциональная (восстановительная/стабилизирующая) активность полиола G_3OH сохраняется до соотношения

$\nu_{Co(II)}/\nu_{OH\ polyol} = 1:150$. При повышении концентрации соли Co(II) в синтезе в электронном спектре нанокомпозита CoNp-4 помимо полос плазмонного резонанса наночастиц кобальта присутствует группа полос в области 600-700 нм, относящихся к d-d переходам в ионе Co(II) в тетраэдрическом окружении. Методом ИК спектроскопии диффузного отражения установлено, что в полиольный синтез в системе [Co(II)- G_3OH] начинается при 100 °C и сопровождается окислением периферических OH-групп полиола G_3OH с образованием карбоксильных групп. По данные NTA синтезированные нанокомпозиты представляют собой коллоидно-устойчивые системы, содержащие монодисперсные частицы CoNp. Увеличение содержания ионов Co(II) в синтезе приводит к увеличению гидродинамического диаметра частиц в ряду: 74 нм (CoNp-1) – 79 нм (CoNp-2) – 103 нм (CoNp-3). По данным ПЭМ CoNp-1 и CoNp-2 представляют собой сферические металлополимерные композитные наночастицы с диаметром 32±20 нм (рис. 1). Повышение концентрации ионов Co(II) в полиольном синтезе приводит к изменению состава металлической нанофазы: CoO для CoNp-1 и CoNp-2; Co⁰/CoO для CoNp-3. Повышение «нагрузки» кобальта в нанокомпозите приводит к значительному уменьшению диаметра частиц CoNp-3 до диаметра 4±2 нм. Показано, что синтезированные наноматериалы являются синтетическими модуляторами протеиназной активности фермента реннин *in vitro* и обладают высокой гемосовместимостью. Коэффициент гемолиза не превышает НС ≤ 20% при C_{CoNp} ≤ 1 мг/мл).

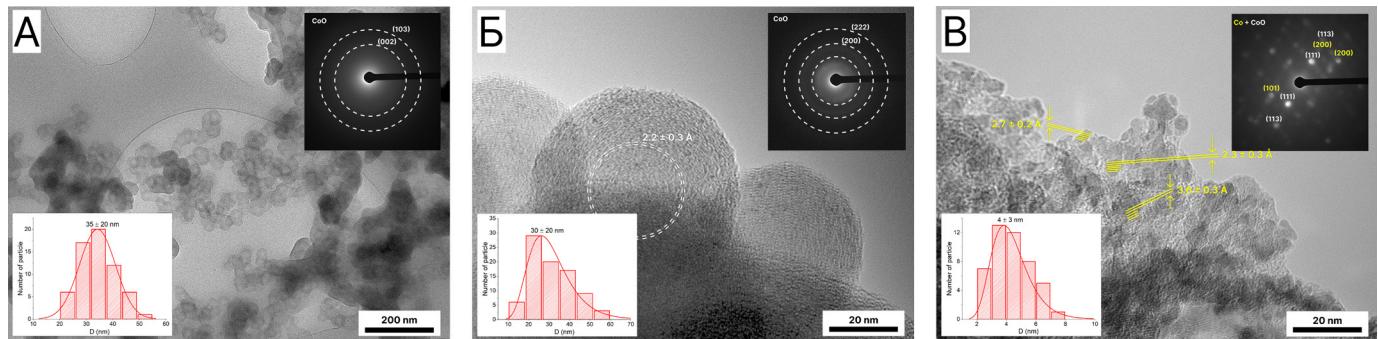


Рис.1. ПЭМ-изображения, распределение наночастиц по размеру и электронная дифракция CoNP-1 (А), CoNP-2 (Б), CoNP-3 (В).

Исследование выполнено за счет гранта РНФ №22-73-10036.

СИНТЕЗ НОВЫХ ФОСФОРИЛИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЕВЫХ СОЛЕЙ

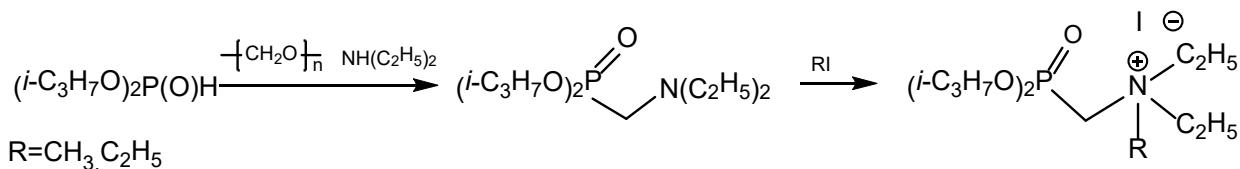
И.И. Дамиров, Р.Р. Давлетшин

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

damirov.ilgar@mail.ru

Одной из глобальных проблем общественного здравоохранения является, усиливающаяся с каждым годом, устойчивость патогенов к противомикробным препаратам. Известных способом решения данной проблемы является создание эффективных противомикробных средств. В современной медицинской практике наибольшее распространение получили антимикробные лекарственные препараты, содержащие в своем составе четырехкоординированный атомы азота или фосфора. Например, такие лекарственные средства как бензалкония хлорид, мирамистин, цетилпиридinium бромид, являются давно зарекомендовавшими себя антимикробными препаратами широкого спектра действия [1].

Нами была разработана двухстадийная методика синтеза фосфорилированных четвертичных аммониевых солей, содержащих изопропоксильные заместители у атома фосфора.



Первую стадию реакции проводили в течение четырех часов в ацетонитриле, с использованием в качестве катализатора п-толуолсульфокислоты. Вторая стадия заключалась во взаимодействии полученного α -аминофосфоната с алкилиодидами без растворителя при комнатной температуре. Все соединения выделены и охарактеризованы физическими методами исследования: ИК и ЯМР спектроскопией, а также рентгеноструктурным анализом (рис.1.)

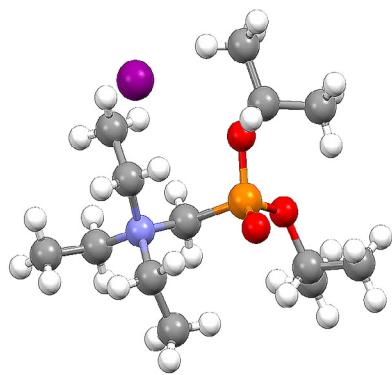


Рис.1. Молекулярная структура йодида диизопропоксифосфорилметан (триэтиламмония)

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета («Приоритет-2030»).

1. Bureš F. *Topics in Current Chemistry*, 2019, 377, 1-21.

КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ГЕКСАРЕНИЕВЫХ КЛАСТЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ И ВОССТАНОВЛЕННОГО ОКСИДА ГРАФЕНА КАК МОДИФИКАТОРЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДАТЧИКОВ

***П.В. Дворникова^a, Д.В. Брусницын^a, А.Н. Рамазанова^a, С.А. Семенова^a, Э.П. Медянцева^a,
М.А. Зиганишин^a, Ю.Г. Елистратова^b, А.Р. Мустафина^b***

^aХимический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

^bИОФХ им. А.Е. Арбузова, ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

p_dvornikova12@mail.ru

Повышение электропроводности подложки чаще всего связано с использованием модификаторов на основе углеродных материалов. Нанесение кластерных комплексов переходных металлов на поверхность планарных электродов позволяет не только увеличить удельную площадь поверхности, но и создать условия для получения меток в составе иммunoсенсоров.

Разработаны композитные материалы на основе гексарениевых кластерных комплексов и восстановленного оксида графена, обладающие электрохимической активностью. Для исследования композитные материалы наносили на поверхность планарных электродов методом капельного испарения и снимали вольтамперные кривые на фоне буферных растворов в режиме дифференциальной импульсной вольтамперометрии. Установлено, что гексарениевые кластерные комплексы на вольтамперной кривой дают сигнал при потенциале 550 мВ, нанесение на поверхность электрода восстановленного оксида графена приводит к значительному увеличению тока в пике для гексарениевых кластерных комплексов.

Изучение композитных материалов проведено спектроскопией электрохимического импеданса, что позволило провести скрининг и выбрать материалы с наименьшим значением сопротивления переноса электрона. Определение параметров шероховатости композитных материалов на поверхности электрода проведено атомно-силовой микроскопией.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что гексарениевые кластерные комплексы дают стабильный электрохимический сигнал, который усиливается в присутствии восстановленного оксида графена, поэтому композитные материалы в перспективе могут быть использованы для разработки датчиков.

**ПОРЦИОННО-ИНЖЕКЦИОННОЕ АМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ЛАКТАТА И МОЧЕВОЙ КИСЛОТЫ В СЛЮНЕ НА ЭЛЕКТРОДЕ,
МОДИФИЦИРОВАННОМ БИНАРНОЙ СИСТЕМОЙ ЗОЛОТО-КОБАЛЬТ**

Ю.П. Добрынина, И.А. Челнокова, Л.Г. Шайдарова, Г.К. Будников

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

juliad14.99@gmail.com

Лактат и мочевая кислота (МК) являются важными биологически активными соединениями. Оценка уровня данных соединений в биологических жидкостях имеет большое значение для диагностики различных заболеваний. Например, отклонение от нормы уровня лактата – соли молочной кислоты – может быть причиной ряда заболеваний, таких как кардиогенный или бактериально-токсический шок, дыхательная недостаточность, диабет, гипоксия. При аномальном содержании МК в организме человека развивается нарушение работы почек и сердечно-сосудистой системы, а также подагра и диабет. Поэтому необходимо контролировать содержание лактата и МК в биологических жидкостях человека.

В настоящей работе изучено электроокисление лактата и МК на планарном электроде (ПЭ), модифицированном бинарной системой Au-Co (Au-Co-ПЭ) для разработки селективного способа определения рассматриваемых органических соединений в условиях порционно-инжекционного анализа. На основании экспериментальных результатов, полученных при варьировании гидродинамических параметров, таких как налагаемый потенциал (E), объем инжектируемой пробы (V) и скорость инжекции (u), были установлены рабочие условия регистрации аналитических сигналов в условиях потока: $V = 500$ мкл и $u = 30$ мл/мин, E 1.20 и 0.40 В для лактата и МК соответственно. Разность потенциалов пиков составила 800 мВ, что позволяет проводить двухкомпонентный анализ. Диапазон определяемых концентраций составляет от 5×10^{-5} до 5×10^{-2} М для лактата и от 5×10^{-7} до 5×10^{-2} М для МК.

Разработан способ совместного порционно-инжекционного амперометрического метода определения лактата и МК в слюне. Для совместного определения лактата и МК использовали двойной планарный электрод (ДПЭ), модифицированный системой Au-Co (Au-Co-ДПЭ).

Предложенный способ селективного определения лактата и МК методом порционно-инжекционного анализа на Au-Co-ДПЭ можно предложить для диагностики заболеваний. Он характеризуется простотой и высокой чувствительностью, воспроизводимостью, производительностью и экспрессностью метода анализа.

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета («Приоритет-2030»).

КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩИЕ И ЭКСТРАКЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АЛКИЛ[N-АЛКИЛ-N,N-ДИАЛКИЛАММОНИО]МЕТИЛ]ФОСФОНАТОВ

Д.Р. Долгова, Н.В. Давлетшина, А. Назарова, Р.Р. Давлетшин

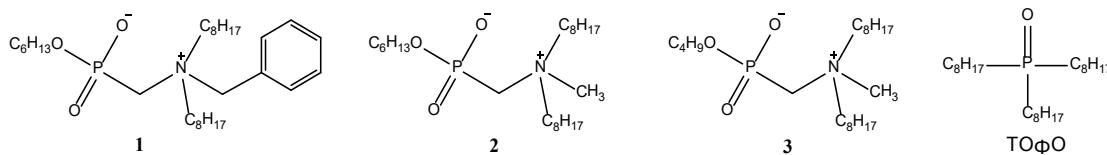
Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

galeevadilyaraa@gmail.com

Алкил[(N-алкил-N,N-диоктиламмонио)метил]фосфонаты (fosфорилированные бетаины) представляют собой цвиттер-ионные соединения, включающие отрицательно заряженную фосфонатную группу и положительно заряженный четвертичный атом азота. Подобные структуры с одной стороны, являются производными α -аминофосфоновых кислот, с другой стороны – фосфорилированными аналогами солей четвертичного аммония, что делает их интересными объектами для изучения.

Нами было показано, что фосфорилированные бетаины проявляют селективность к ионам редкоземельных металлов в процессах мембранный экстракции, изучена структура их комплексов методами рентгеноструктурного анализа и ИК-спектроскопии.

В настоящей работе нами исследован мембранный-транспорт полифункциональных органических субстратов через импрегнированные жидкие мембранны липофильными фосфорилированными бетаинами структуры:



Эффективность переноса субстратов представлена на рис.1. в виде коэффициента усиления потока ε , который представляет собой отношение потока субстрата, индуцированного переносчиком, к потоку холостого опыта $-j_i/j_o$.

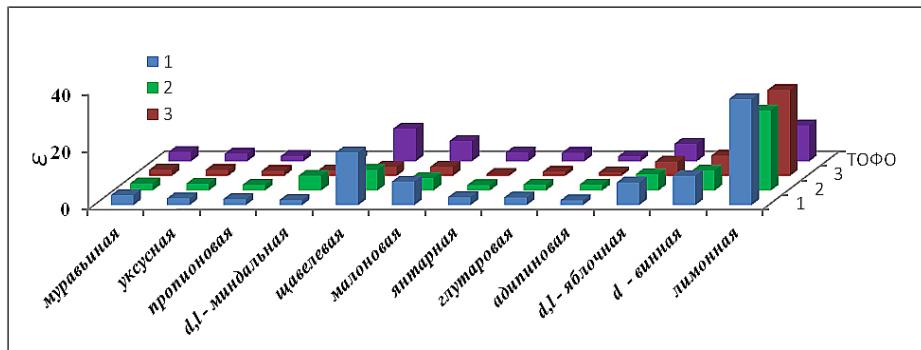


Рис.1. Коэффициенты усиления потока (ε) для ряда органических кислот

Для интерпретации полученных результатов были изучены ИК-спектры комплексов фосфорилированных бетаинов и органических субстратов, а также проведены квантовохимические расчеты, что позволило установить основные центры координации участников мембранного процесса, сделать предположения о структуре переносимых комплексов и факторах, влияющих на трансмембранный перенос полифункциональных субстратов.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №22-23-00335, <https://rscf.ru/project/22-23-00335/>.

СИНТЕЗ ПОЛИГАЛАКТУРОНАТОВ НАТРИЯ ЩЕЛОЧНЫМ ГИДРОЛИЗОМ ПЕКТИНОВЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ

А.П. Дюдин, А.В. Немтарев, В.Ф. Миронов

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

antondyudya@mail.ru

Пектиновые полисахариды широко применяются в пищевой промышленности при изготовлении кондитерских изделий. Высокометоксилированные пектины при несоблюдении условий хранения и использования могут подвергаться гидролизу с образованием метанола, который оказывается в готовом продукте. Известно, что низкоэтерифицированный пектин в присутствии ионов поливалентных металлов не уступает высокоэтерифицированному по способности формировать студни.

В данной работе обсуждаются экспериментальные данные по особенностям щелочного гидролиза пектиновых полисахаридов из промышленно-значимых сырьевых источников – цитрусовых и яблочных выжимок, свекловичного жома. В работе использованы коммерческие цитрусовый (Herbstreight&Fox) и яблочный (Andre Pectin) пектины. Свекловичный пектин получен кислотной экстракцией из свекловичного жома. Характеристики (молекулярный вес (M_η), степень этерификации (СЭ) и уронидная составляющая (УС)) использованных пектинов представлены в таблице.

Пектин	M_η , кДа	СЭ, %	УС, %
цитрусовый	29.7±0.5	60	73±1
яблочный	27.8±0.04	73	84±1
свекловичный	14.7±0.2	67	62±1

По данным спектроскопии ЯМР используемые пектины представляют собой рамногалактуронаны, содержащие фрагменты арабинанов (свекловичный, цитрусовый) и галактанов (цитрусовый, яблочный и свекловичный) в боковых цепях. В щелочных условиях из пектинов были получены полигалактуронаты натрия. Полученные данные свидетельствуют, что в изученных экспериментальных условиях происходит полное деметилирование карбоксильных групп уронидных фрагментов под действием водной щелочи, а также макромолекула теряет большую часть нейтральных сахаров. Полигалактуронат натрия, полученный из цитрусового пектина представляет собой практически чистый гомогалактуронан (содержание галакуроновой кислоты 95%).

Исследование выполнено за счет средств субсидии, выделенной КФУ для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности (проект FZSM-2022-0020).

СТЕРЕОСЕЛЕКТИВНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ 1-О-ПРОПАРГИЛ-ГЛИКОПИРАНОЗИДОВ В РЕАКЦИИ ФИШЕРОВСКОГО ТИПА

И.А. Ерашов^a, Л.Р. Идрисова^a, А.В. Немтарев^{a,b}, В.Ф. Миронов^{a,b}

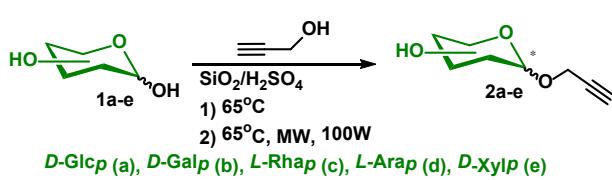
^a Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

^b ИОФХ им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

ilaya-007@yandex.ru

Пропаргилгликозиды представляют группу удобных прекурсоров для реакций Си-катализируемого азид-алкинового циклоприсоединения. Введение данных фрагментов в структуру природных соединений позволяет не только улучшать показатели ADME, но и повышать селективность воздействия на конкретные биомицелии. Поскольку различные стереоизомеры могут иметь различную аффинность к биомицелиям, необходимо разрабатывать селективные подходы к синтезу подобных соединений. В литературе описаны методы синтеза пропаргилгликозидов с применением серной кислоты, иммобилизированной на силикагеле, а также модификации метода с использованием ультразвука [1]. Данные методы не всегда позволяют получать воспроизводимые результаты.

В настоящей работе представлены экспериментальные данные по синтезу пропаргилгликозидов на основе распространенных моносахаров с использованием серной кислоты, иммобилизированной на силикагеле [2]. Рассмотрены термические и микроволновые условия проведения реакций. Показано, что в условиях микроволнового содействия происходит сокращение времени реакций в 50 раз.



Соединение	α/β	Время реакции	ω, %
2a	3:2	4 ч.	35
	7:3	9.5 ч.	65
2b	3:7	32 ч.	69
2c	7:13	30 ч.	71
2d	11:9	10 мин*	38
	3:2	9 ч	59
2e	3:2	19 ч.	50

* В условиях микроволнового содействия

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках субсидии, выделенной КФУ (FZSM-2023-0018) и ФИЦ КазНЦ РАН на выполнение государственного задания.

1. Shaikh, N. Ultrasonic assisted Fischer glycosylation: generating diversity for glycochemistry / N. Shaikh, L. Russo, L. Cipolla, F. Nicotra // Mol. Divers. – 2010. – V. 15. – №2. – P. 341-345.
2. Roy, B. Sulfuric acid immobilized on silica: an excellent catalyst for Fischer type glycosylation / B. Roy, B. Mukhopadhyay // Tetrahedron Lett. 2007. V. 48. №22. P. 3783-3787.

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ БИОРАЗЛОЖЕНИЯ ПОЛИМЕРА ПО ИЗМЕНИЮ ВЕЛИЧИНЫ РАЗРУШАЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

B.M. Ефимов

*Казанский (Поволжский) федеральный университет, Казань, Россия,
formik@mail.ru*

Антропогенное загрязнение, низкий процент переработки отходов производства и потребления – вот основные экологические вызовы, с которыми сталкивается современная наука и технология.

Цель настоящей работы: разработать способ оценки степени биоразложения полимера по изменению величины разрушающего напряжения до и после воздействия на образец природных факторов среды.

В качестве объектов исследования были взяты полимерные пакеты (26 образцов) с маркировкой «эко» или «биоразлагаемые» различных торговых сетей России и Европы. В качестве параметров связанных с биодеградацией пластиков были выбраны: изменение толщины пакетов, изменение массы образцов и изменение величины разрушающего напряжения для пакетов до и после пребывания их в условиях, соответствующих природным (образцы находились под слоем почвы в течение 6 месяцев).

Для оценки степени биоразложения по изменению механической прочности как функции степени разрушения ансамблей химических связей, была самостоятельно спроектирована и сконструирована разрывная машина оригинальной конструкции, работающая в диапазоне напряжений необходимых для данных испытаний. В работе также было проанализировано изменение максимальной относительной деформации ϵ до и после пребывания образцов в почве.

Экспериментально установлено: пакеты с пометкой биоразлагаемый на данном этапе развития технологии не имеют экологического преимущества перед обычными пакетами, не имеющими подобной маркировки. Таким образом, были выявлены многочисленные факты сознательного или неосознанного введения в заблуждение массового потребителя относительно экобезопасности полимерных материалов. Исследование позволило сформулировать обновленные правила поведения потребителя, способствующие уменьшению количества пластиковых отходов в окружающей среде.

СИНТЕЗ БЕНЗО[*D*][1,2]ОКСАФОСФОЛ-2-ОКСИДОВ НА ОСНОВЕ РЕАКЦИЙ ПРОИЗВОДНЫХ Р(III) С ФЕНОЛАМИ И КАРБОНИЛЬНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

М.А. Зaborский^a, Д.А. Татаринов^{a,б}, В.Ф. Миронов^{a,б}

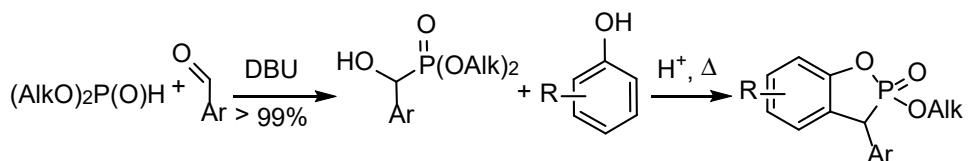
^a*Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия*

^б*ИОФХ им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия*

makazab35@gmail.com

Бензофосфолены являются пятичленными фосфорсодержащими гетероциклами, проявляющими высокую биологическую активность. Некоторые их производные обладают противовоспалительной, противоопухолевой, противовирусной активностью. Кроме того, они могут выступать в роли антиоксидантов [1, 2].

В данной работе представлен синтез бензо[*d*][1,2]оксафосфол-2-оксидов на основе реакций производных Р(III) с фенолами и карбонильными соединениями. Данный подход включает последовательность реакций Абрамова производных Р(III) с карбонильными соединениями с последующей реакцией Фриделя-Крафтса образующегося гидроксифосфоната с фенолом, сопровождающейся образованием связи С-С и переэтерификацией с замещением алcoxильной группы при фосфоре на феноксидную и замыканием цикла.



1. Klenc J. J. Heterocycl. Chem. 2009. №November (46). C. 1259–1265.
2. Nozaki E. Biochim. Biophys. Acta – Mol. Cell Biol. Lipids. 2011. №4 (1811). C. 271–277.

ПОЛУЧЕНИЕ *N*-БЕНЗИЛАМИДОВ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРООКИСЛИТЕЛЬНОГО СОЧЕТАНИЯ АМИНОКИСЛОТ И АРОМАТИЧЕСКИХ СУБСТРАТОВ

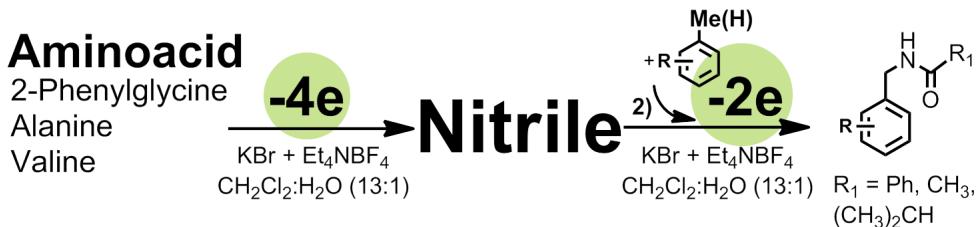
A.Д. Злыгостев^a, А.И. Кононов^b, С.О. Стрекалова^b, Ю.Г. Будникова^b

^a*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия*

^b*ИОФХ им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия*

andrey.windsor29@yandex.ru

N-бензиламиды являются ценными структурными фрагментами и широко используются в качестве прекурсоров для создания различных классов агрохимикатов и фармпрепаратов [1]. Таким образом, поиск новых подходов к получению производных амидов, в том числе *N*-бензиламидов, остается актуальной задачей для современной химии. Одной из альтернатив является использование природных соединений, например, аминокислот, как источника амидных или аминных фрагментов. Существующие методы окислительного сочетания аминокислот с ароматическими субстратами, как правило, приводят к потере связи C-N [2,3].



В данной работе был предложен подход к сочетанию аминокислот с рядом ароматических субстратов с образованием *N*-бензиламидов. Данный метод позволяет проводить реакцию амидирования без использования избытка окислителей и металлокатализаторов, а сам процесс протекает при комнатной температуре [4].

1. Kar, S., et al. Chem. Rev., 2021, 122(3), 3637.
2. Mai DN, Baxter RD. Org. Lett. 2016, 18, 3738.
3. Wang, Z. et al. J. Org. Chem., 2018, 83(19), 12247.
4. Strekalova S., Kononov A., Budnikova Y. Tetrahedron Lett., 2022, 102, 153917.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СИНТЕЗИРОВАННОГО 2-ЭТИЛГЕКСАНОАТА ХРОМА (III) В ГОМОГЕННОЙ ОЛИГОМЕРИЗАЦИИ ЭТИЛЕНА

A.C. Иванов^{a,b}, A.B. Сухов^{a,b}, A.M. Кучкаев^{a,b}, Д.Г. Яхваров^{a,b}

^a Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

^b Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
minandreybit@mail.ru

Линейные α -олефины (ЛАО) являются важными продуктами нефтехимической промышленности, широко используемыми для производства полиэтилена и его сополимеров, синтетических смазочных материалов, поверхностно-активных веществ и т.д. Потребление ЛАО растет со среднегодовым темпом 5% [1]. За последние несколько лет возрос спрос на гексен-1 и октен-1 в качестве сомономеров для производства особо прочных сортов полиэтилена. Следовательно, олигомеризация этилена, селективно приводящая к гексену-1 или октену-1 является важной промышленной задачей [2].

В данной работе представлен новый электрохимический метод синтеза 2-этилгексаноата хрома (III) (схема 1) в качестве пре-катализатора гомогенной олигомеризации этилена, приводящей к гексену-1 с селективностью 96-99% и активностью до $32 \cdot 10^3$ моль_{C₂H₄} · моль_{Cr³⁺}⁻¹ · ч⁻¹. Было показано влияние состава фонового электролита на каталитические свойства 2-этилгексаноата хрома (III) (рис. 1).

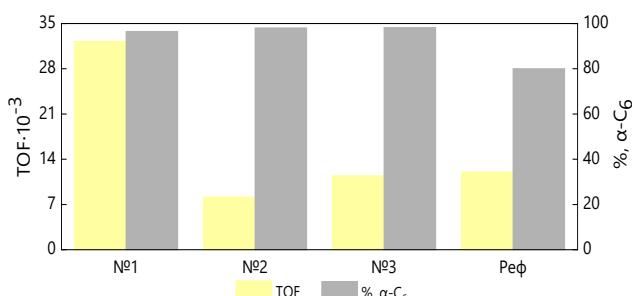
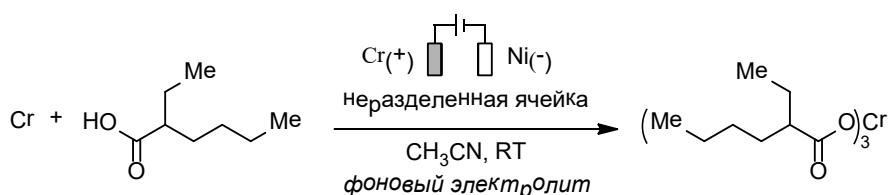


Рис. 1. Результаты каталитических тестов



Образец	Фоновый электролит
№1	Et ₃ N-HCl (0.1 M)
№2	LiCl (0.01 M)
№3	Bu ₄ NBr (0.1 M)

Схема 1. Электрохимический синтез 2-этилгексаноата хрома (III)

Работа выполнена в рамках программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030»

1. Bekmukhamedov G. E. et al. Polyhedron. – 2022. – Т. 223. – С. 115978.
2. Alferov K. A. et.al. Applied Catalysis A: General. – 2017. – Т. 542. – С. 71-124.

ПРОТОЧНО-ИНЖЕКЦИОННОЕ АМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕФТРИАКСОНА, ЦЕФОТАКСИМА И ЦЕФОПЕРАЗОНА НА ЭЛЕКТРОДЕ, МОДИФИЦИРОВАННОМ БИНАРНОЙ СИСТЕМОЙ МЕДЬ-ОКСИД РУТЕНИЯ

М.А. Ильина, И.А. Челнокова, Л.Г. Шайдарова, Г.К. Будников

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

Marina_ilina16@mail.com

Антибиотики цефалоспоринового ряда, к которым относят цефтриаксон, цефотаксим и цефоперазон, занимают ведущее место при лечении различных инфекций. Экспрессное и точное количественное определение цефалоспоринов необходимо для выявления фальсифицированных лекарственных средств, а также для регулирования введенных оптимальных доз препаратов при лечении различных инфекционных заболеваний. Среди существующих методов анализа электрохимические методы с использованием неферментных сенсоров со стабильным и чувствительным откликом считаются отличным аналитическим инструментом для определения различных органических соединений.

Вольтамперометрическое определение рассматриваемых цефалоспоринов на немодифицированном электроде возможно лишь в узком интервале концентраций. В настоящей работе изучена электрокаталитическая активность бинарной системы на основе смешанновалентных оксидов рутения и меди (**Cu-RuO_x**), электроосажденных на стеклоуглеродный электрод (**СУ**), при вольтамперометрическом определении и амперометрическом детектировании цефотаксима, цефтриаксона и цефоперазона в проточно-инжекционной системе. Максимумы токов окисления цефотаксима, цефтриаксона и цефоперазона на электроде Cu-RuO_x-СУ наблюдаются при потенциалах $E_{\text{п}} 0.90 \text{ В}, 1.00 \text{ В} \text{ и } 1.05 \text{ В}$ соответственно и линейно зависят от их концентраций.

Разработан способ амперометрического детектирования цефалоспоринов на электроде Cu-RuO_x-СУ в проточно-инжекционной системе при оптимизированных гидродинамических и электрохимических параметрах. Правильность разработанной методики была оценена методом введено-найдено. Линейная градуировочная зависимость аналитического сигнала от концентрации цефотаксима, цефтриаксона и цефоперазона получена в интервале концентраций $1 \times 10^{-6} \div 5 \times 10^{-3} \text{ М}$. Предложенный способ проточно-инжекционного амперометрического определения цефалоспоринов апробирован при анализе лекарственных средств.

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета («Приоритет-2030»).

СИНТЕЗ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА Д-П-А ХРОМОФОРОВ С ГЕТАРИЛМЕТИЛЕНМАЛОНОНИТРИЛЬНЫМИ АКЦЕПТОРАМИ

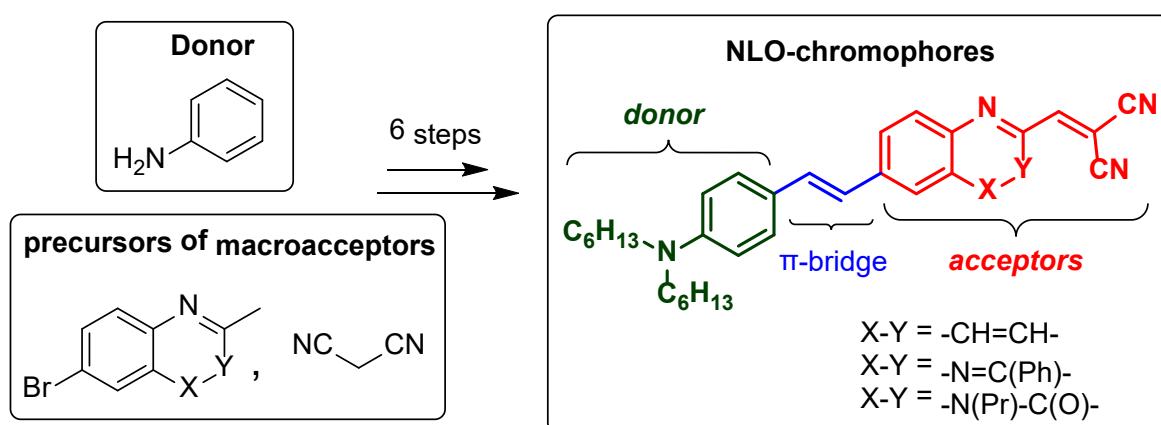
Л.Н. Исламова¹, Д.Н. Петров^{1,2}, А.А. Шустиков¹

¹Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

²Институт физики КФУ, Казань, Россия

nailislll1989@mail.ru

Соединения, содержащие гетероциклические фрагменты в составе сопряженной π -системы, благодаря своим фото-физическими свойствам привлекательны для создания различных оптических устройств. В данной работе мы представляем синтез и комплексное исследование новых нелинейно-оптических (НЛО) хромофоров. Хромофоры синтезированы на основе анилина, амфиметилбромбензоазинов (азин = хинолин, хиноксалин, хиноксалин-2-он) и малононитрила в 6 стадий. Формирование винилинового π -мостика происходит в результате реакции Хека [1].



В докладе обсуждаются фото-физические свойства красителей, для которых характерен в электронных спектрах интенсивный максимум поглощения в видимой области и значительный сольватохромный сдвиг при переходе от хлороформа к диоксану, а также НЛО свойства композиционных полимерных материалов, допированных рассматриваемыми хромофорами.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ №23-73-01131.

1. L.N. Islamova, G.M. Fazleeva, S.M. Sharipova, A.A. Shustikov, E.G. Tanyshева, A.A. Kalinin, *Synthetic Commun.*, 2022, 52, 554–563.

НОВЫЕ ПРЕКУРСОРЫ АЗИД-АЛКИНОВОГО ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЯ НА ОСНОВЕ НЕЗАМЕЩЕННЫХ ПО НИЖНЕМУ ОБОДУ (ТИА)КАЛИКС[4]АРЕНОВ

З.Э. Исхакова¹, Е.Г. Макаров¹, В.А. Бурилов¹, С.Е. Соловьев^{1,2}, И.С. Антипин^{1,2}

¹Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

²Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

ZEIskhakova@kpfu.ru

Каликсарены являются отличной платформой для создания новых функциональных супрамолекулярных систем. Наличие в их структуре нескольких активных реакционных центров (арильного каркаса и фенольных гидроксильных групп), открывает возможность легкой их модификации. Введение азидных и алкинильных групп в (тиа)каликс[4]арены, позволяет применять данные макроциклы в медь (I) катализируемой реакции азид-алкинового циклоприсоединения, а сохранение свободных гидроксильных групп на нижнем ободе позволяет получать различные функциональные материалы на их основе.

В данной работе продемонстрирована новая подробная методика получения ди- и тетраазид, а так же тетраалкинил замещенных (тиа)каликс[4]аренов со свободными гидроксильными группами. Стратегия получения азидпроизводных подразумевает проведение реакций: защиты нижнего обода бензоильными фрагментами, нитрования, удаления защитных групп, восстановления и диазотирования. Методика синтеза тетраалкинил замещенных (тиа)каликс[4]аренов заключается в предварительном введении йода на верхний обод с последующим проведением кросс-сочетания с триметилсилилацетиленом. На заключительной стадии удаление защитной триметилсилильной группы проводится посредством взаимодействия с анионами F⁻ или OCН₃⁻.

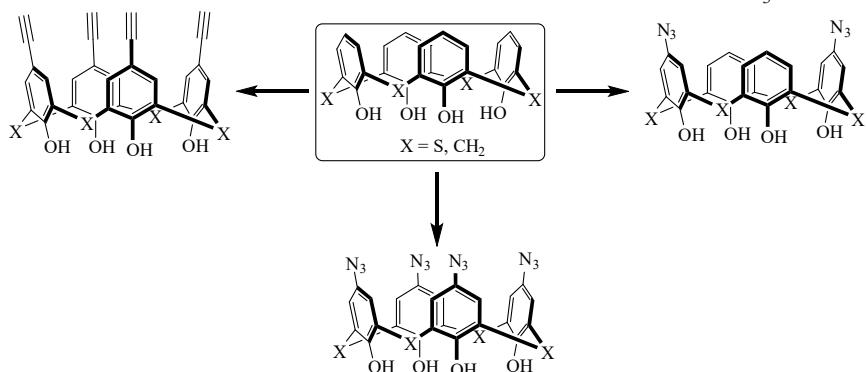


Рис. 1. Синтез азидсодержащих и алкинилсодержащих (тиа)каликс[4]аренов

ФИТОХИМИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ И АНТИОКСИДАНТНАЯ ЕМКОСТЬ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ РАСТЕНИЙ ТРИБЫ МЯТНЫЕ

А.Д. Калмыкова, Г.К. Зиятдинова

*Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия
alena.kalmykova.pnb.2000@mail.ru*

Фитохимическое профилирование и оценка антиоксидантных свойств растительного сырья и продуктов на его основе является важной задачей в фитотерапии и биотехнологии. В качестве объектов анализа представляют интерес эфирные масла растений трибы Мятные семейства Яснотковые, получившие широкое применение в арома– и фитотерапии, а также пищевой промышленности.

Рассмотрены коммерческие эфирные масла шалфея, тимьяна и майорана. Методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием установлен фитохимический профиль эфирных масел. Основными компонентами всех образцов являются терпены, основные представители которых варьируются в зависимости от вида растительного сырья. Все исследуемые эфирные масла содержат фенольные антиоксиданты. Так, наибольшее количество монотерпеновых фенолов (тимол и карвакрол) характерно для эфирного масла тимьяна ($61.5\pm0.4\%$ карвакрола и $1.50\pm0.06\%$ тимола). Эфирное масло майорана содержит главным образом карвакрол ($0.18\text{--}0.20\%$), а также следовые количества тимола. В эфирном масле шалфея идентифицированы лишь следовые количества тимола. Помимо них эфирные масла тимьяна и майорана содержат $0.080\pm0.004\%$ эвгенола и $0.22\text{--}0.23\%$ анетола соответственно.

Показана возможность применения хроноамперометрии для оценки антиоксидантной емкости эфирных масел по окислению их компонентов на стеклоуглеродном электроде, модифициированном карбоксилированными многостенными углеродными нанотрубками, при потенциалах 0.80 и 1.4 В. Время электролиза составило 75 с. Полученные токи окисления в пересчете на 1 мл эфирного масла использовали для выражения антиоксидантной емкости. Результаты коррелируют со стандартными обобщенными антиоксидантными показателями (общим содержанием фенольных антиоксидантов по методам Фолина-Чокальтеу и кулонометрического титрования, антиоксидантной емкостью по реакции с 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом, интегральной антиоксидантной емкостью).

ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО ИНЖЕКЦИОННОЕ АМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНИЛЭФРИНА НА ЭЛЕКТРОДЕ, МОДИФИЦИРОВАННОМ ОКСИДАМИ МЕДИ И ИРИДИЯ

Д.А. Кириленко, Д.А. Коряковцева, И.А. Челнокова, Л.Г. Шайдарова, Г.К. Будников

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

dasha.kirilenko.370633@mail.ru

Одним из активных компонентов комплексных средств от простуды и ОРВИ является фенилэфрин (ФЭ). Он уменьшает объем слизистой оболочки носа, действует на рецепторы кожи, внутренних органов и других тканей, сокращая кровеносные сосуды и повышая кровяное давление.

Определение проводят методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с детектированием в УФ области и спектрофотометрически. Электрохимические методы анализа также находят применение в решении данной задачи, поскольку имеют ряд преимуществ, среди которых простота выполнения анализа и относительно недорогое оборудование. Использование вольтамперометрии с химически модифицированными электродами (ХМЭ) позволяет повысить чувствительность, селективность и сходимость результатов анализа.

В настоящей работе разработан способ получения ХМЭ на основе оксидов меди и иридия, а также применение данного электрода для вольтамперометрического определения ФЭ.

ФЭ является электрохимически активным соединением. Каталитический эффект электроосажденных оксидов меди и иридия проявляется в увеличении тока и смещении потенциала окисления органического соединения по сравнению с немодифицированным стеклоуглеродным электродом (СУ). Высота сигнала линейно связана с концентрацией ФЭ в растворе.

Использование ХМЭ по сравнению с немодифицированным СУ позволяет повысить чувствительность определения и снизить нижнюю границу определяемых содержаний на 2 порядка. Правильность методик оценена методом введенено-найдено. Относительное стандартное отклонение (S_r) не превышает 5% во всем диапазоне исследуемых концентраций.

Для повышения производительности применяют различные варианты проточных методов анализа. Разработанный ХМЭ был использован для амперометрического определения ФЭ в условиях последовательного инжекционного анализа (ПослИА). Определены оптимальные условия регистрации аналитического сигнала.

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета («Приоритет-2030»).

**ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ ФТОРПОЛИМЕРА
И ПОЛИАНИЛИНА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕТРАКАИНА И ОКСИМЕТАЗОЛИНА
В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТАХ**

A.P. Комогорова, В.А. Шимбарева, А.С. Ельникова, А.В. Паршина

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

novichikhina.alla@yandex.ru

Тетракайн относится к группе аминоэфирных анестетиков, входит в состав спреев, применяемых в стоматологии для местной анестезии. Оксиметазолин является действующим веществом назальных спреев. Повышенная эффективность препаратов на основе обоих действующих веществ обуславливает актуальность разработки способов их совместного определения. Для организации потенциометрических сенсоров, характеризующихся перекрестной чувствительностью к ионам тетракайна, оксиметазолина и неорганическим катионам в водных растворах, использованы перфторированные сульфокатионообменные мембранны МФ-4СК, модифицированные полианилином. Композиционные материалы были получены методом *in situ* окислительной полимеризации полианилина в порах мембранны (образцы предоставлены Лабораторией ионики функциональных материалов ИОНХ РАН). Образцы отличались различной последовательностью обработки растворами окислителя и мономера для реализации синтеза, а также применением к ним гидротермальной обработки. Таким образом варьировали концентрацию допанта и его распределение в мемbrane [1]. Мультисенсорная система на основе мембранны МФ-4СК, обработанной в контакте с водой при 120°C, и композиционных мембран, полученных последовательной обработкой 0.00625 M раствором $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ (10 ч), 0.005 M раствором анилина гидрохlorida (10 мин) и 0.00625 M раствором $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ (10 ч), одна из которых была затем подвергнута гидротермальной обработке, использована для совместного определения катионов тетракайна, оксиметазолина и натрия в модельных растворах и растворах препарата с относительной погрешностью 3-19% при относительном стандартном отклонении 0.8-15%.

1. Parshina A., Yel'nikova A., Kolganova T., Titova T., Yurova P., Stenina I., Bobreshova O., Yaroslavtsev A. // *Membranes*, 2023, **13(3)**, 311.

ГЕНЕРИРОВАНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГИДРОКСИЛЬНЫХ РАДИКАЛОВ МЕТОДОМ ЭПР-ЭЛЕКТРОХИМИИ

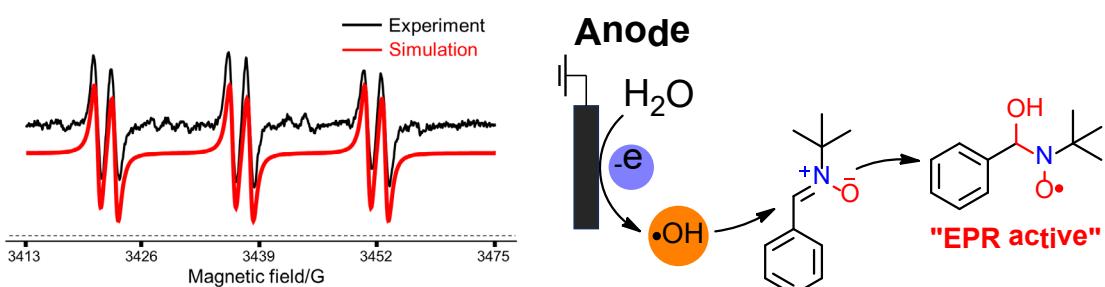
A.I. Кононов^{a,b}, С.О. Стрекалова^a, Ю.Г. Будникова^a

^aИОФХ им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

^bКазанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия

kononovsnz97@gmail.com

Гидроксильные радикалы ($\cdot\text{OH}$) относятся к активным формам кислорода, а их реакционная способность обусловлена значительным окислительным потенциалом [1,2]. Данный тип высокореакционных частиц широко используется в инициировании различного рода реакций, путем окислительного воздействия на субстраты. Задача заключается в стабильном генерировании $\cdot\text{OH}$ и их количественной оценки. Наиболее перспективными походами для решения данной задачи являются методы электросинтеза и ЭПР-спектроскопии.



Была проведена серия ЭПР-экспериментов генерирования гидроксильных радикалов в условиях анодного окисления ароматических субстратов в водно-ацетонитрильной смеси в присутствии спиновой ловушки фенил-трет-бутил-нитрона (PBN). Генерирование $\cdot\text{OH}$ фиксировали путем образования спин-аддукта PBN-OH \cdot . Было установлено, что стадия образования активной формы кислорода $\cdot\text{OH}$ является ключевой в реакциях электрохимического амидирования ароматических субстратов [3].

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ 22-13-00017.

1. Pei, S., et al. *Environ. Sci. Technol.*, **2020**, 54(20), 13333.
2. Barroso-Martínez, J. S. et al. *J. Am. Chem. Soc.*, **2022**, 144(41), 18896.
3. Strekalova, S., Kononov, A., Morozov, V., Babaeva, O., Gavrilova, E., Budnikova, Y. *Adv. Synth. Catal.*, **2023**, 365(19), 3375.

ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕРОТОНИНА НА ЭЛЕКТРОДЕ, МОДИФИЦИРОВАННОМ ЧАСТИЦАМИ ПАЛЛАДИЯ

Д.Ю. Хайрулина, А.В. Корнева, Ю.А. Лексина, И.А. Челнокова, Л.Г. Шайдарова, Г.К. Будников

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

khairullinadarina@gmail.com

Серотонин (5-гидрокситриптамин, 5-ГТ) – нейромедиатор, синтезирующийся в центральной и периферической нервной системе, является регулятором аппетита, сна и настроения, и он связан с различными психоневрологическими расстройствами, такими как депрессия, тревога и расстройства пищевого поведения. Чрезмерная выработка 5-ГТ может способствовать развитию карциномидных опухолей, а пониженный уровень 5-ГТ наблюдается при депрессии и болезни Альцгеймера. Поэтому 5-ГТ может служить маркером депрессивного состояния.

В работе изучена возможность вольтамперометрического определения 5-ГТ на стеклоуглеродном электроде (СУ), модифицированном частицами палладия.

В кислой среде на немодифицированном стеклоуглеродном электроде на анодной ветви циклической вольтаперограммы окисления 5-ГТ наблюдается широкий пик, который сильно растянут по оси потенциалов. На вольтамперограмме окисления 5-ГТ на электроде, модифицированном частицами палладия, на анодной ветви наблюдается узкий пик при $E = 0.70$ В, высота которого зависит от концентрации рассматриваемого соединения. Линейная зависимость анодного тока от концентрации 5-ГТ наблюдается в интервале $5 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-3}$ моль/л. По значению углового коэффициента $\lg I / \lg v = 0.70$ установили, что электрохимический процесс осложнен адсорбцией. По сравнению с немодифицированным СУ на модифицированным электроде наблюдается увеличение тока окисления 5-ГТ в 15 раз.

Полученные данные использовали для разработки способа вольтамперометрического определения 5-ГТ, который апробирован при анализе лекарственных средств. Сопутствующие компоненты в объектах не мешают определению 5-ГТ.

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета.

**ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОДА, МОДИФИЦИРОВАННОГО
СМЕШАННОВАЛЕНТНЫМИ ОКСИДАМИ ИРИДИЯ,
В ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОМ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ ИНЖЕКЦИОННОМ
АМПЕРОМЕТРИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ТЕОФИЛЛИНА**

Д.А. Коряковцева, И.А. Челнокова, Л.Г. Шайдарова, Г.К. Будников

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

koryakovtzeva_darya@mail.ru

Алкалоиды пуринового ряда широко используются в производстве лекарственных препаратов, так как обладают выраженным физиологическим действием и биологической активностью.

Лекарственные препараты на основе теофиллина (ТФ) находят применение как антиастматические средства. ТФ снижает чувствительность дыхательных путей к гистамину, аденоzinу, метахолину и аллергенам. Он также увеличивает выброс адреналина и норадреналина надпочечниками; повышает частоту и силу сердечных сокращений; стимулирует секрецию желудочного сока. Однако передозировка ТФ может привести к вредным для здоровья человека последствиям, поэтому разработка простых и высокопроизводительных методов его определения остается актуальной задачей.

Одним из наиболее простых и эффективных методов для её решения является применение вольтамперометрического метода анализа. Для расширения диапазона определяемых концентраций и повышения точности определения применяют химически модифицированные электроды (ХМЭ).

В настоящей работе разработан способ получения ХМЭ на основе смешанновалентных оксидов иридия, а также применение разработанного электрода для вольтамперометрического и амперометрического последовательного инжекционного определения ТФ.

ТФ электрохимически активен, на немодифицированном стеклоуглеродном электроде окисляется при $E = 1,30$ В. Смешанновалентные оксиды иридия, иммобилизованные на поверхность СУ проявляют каталитическую активность по отношению к рассматриваемому соединению, что проявляется в увеличении тока и смещении потенциала окисления ТФ по сравнению с немодифицированным стеклоуглеродным электродом (СУ). Высота сигнала линейно связана с концентрацией ТФ в растворе.

Использование ХМЭ по сравнению с немодифицированным СУ позволяет повысить чувствительность определения и снизить нижнюю границу определяемых содержаний на 2 порядка. Правильность методик оценена методом введенено-найдено. Относительное стандартное отклонение (S_r) не превышает 5% во всем диапазоне исследуемых концентраций.

Полученный ХМЭ был использован для разработки последовательного инжекционного амперометрического способа определения ТФ в лекарственных препаратах.

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета («Приоритет-2030»).

РАЗРАБОТКА МЕТОДА СИНТЕЗА НОВЫХ ХИРАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ РЯДА 1,5-ДИАЗАЦИКЛООКТАНА И 1,5-ДИАЗАБИЦИКЛО[3.3.1]НОНАНА

Д.Р. Кузнецов^а, И.М. Нуриев^а, Д.С. Сульдина^а, Д.П. Герасимова^б, О.А. Лодочникова^б,
А.Р. Курбангалиева^а

^a Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

^b Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

DaRKuznecov@kpfu.ru

Гетероциклы ряда 1,5-диазациклооктана и 1,5-диазабицикло[3.3.1]нонана вызывают большой интерес исследователей в качестве лигандов и эффективных строительных блоков в органическом синтезе. В литературе также имеются сведения о возможностях их применения в промышленности, медицине и катализе. Ранее нами был разработан удобный метод синтеза оптически активных 2,6-дизамещенных производных 1,5-диазациклооктана, основанный на реакции алкилирования продуктов взаимодействия акролеина с R-(–)-2-фенилглициниолом и последующем катализитическом гидрогенолизе полученных гетероциклов [1].

В данной работе с помощью разработанного метода синтезированы новые представители ряда 1,5-диазациклооктана в стереоизомерно чистом виде и изучены структурно родственные продукты реакций на основе S-фенилглициниола, содержащие алкильные заместители во 2 и 6 положениях восьмичленного цикла. Отдельный блок работы посвящен раскрытию синтетического потенциала хиральных гетероциклов ряда 1,5-диазациклооктана в реакциях N-функционализации. Разработан метод синтеза новых оптически активных производных ряда 1,5-диазабицикло[3.3.1]нонана. Получены первые металлокомплексные соединения на основе хирального (2S,6S)-2,6-диэтил-1,5-диазациклооктана. Строение всех синтезированных соединений доказано комплексом физических методов исследования.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета («Приоритет–2030»).

1. D.R. Chulakova, A.R. Pradipta, O.A. Lodochnikova, D.R. Kuznetsov, K.S. Bulygina, I.S. Smirnov, K.S. Usachev, L.Z. Latypova, A.R. Kurbangalieva, K. Tanaka. *Chem. Asian J.*, 2019, **14**, 4048.

СИНТЕЗ Р(III)-ПРОИЗВОДНЫХ ГИДРОКСИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

А.А. Куприянова, Г.А. Ивкова, В.Ф. Миронов

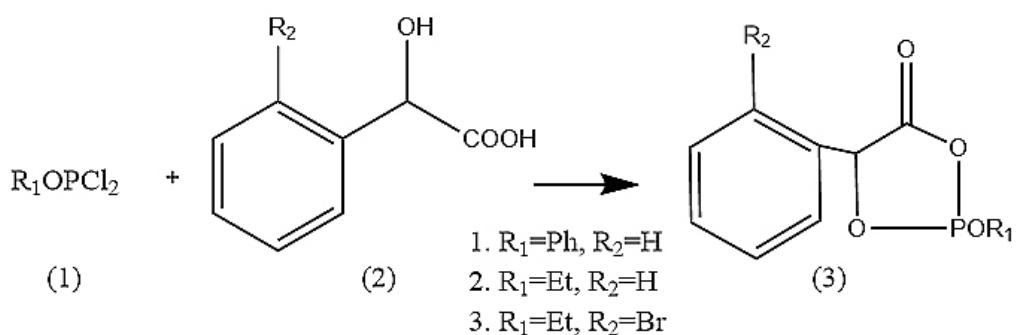
Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

delyakupriyanova@gmail.com

Трехвалентные производные фосфора являются ключевыми в синтезе самых разнообразных фосфорорганических соединений. На их основе можно проводить мягкое фосфорилирование сложных биологических объектов, получать гетероциклические соединения, реализовывать каскадный процесс. В то же время работа со столь активными соединениями требует определенных навыков и химического мастерства.

Цель работы: разработка новых методов синтеза Р(III)производных гидроксикарбоновых кислот на основе реакций производных арил(алкил)дихлорфосфита с миндальной кислотой.

Нами был синтезирован (3) из дихлор(фенокси)fosфата и миндальной кислоты.



Обсуждается строение основного продукта, стереохимия процесса и причина образования ми-
норных продуктов. Прохождение реакций контролировалось методом ЯМР ^{31}P . Трехвалентные про-
изводные фосфора выделено в чистом виде и охарактеризовано привлечением ЯМР ^{31}P , ЯМР ^1H , ^{13}C
и ^{13}C - $\{-^1\text{H}\}$ ИК-спектроскопии.

Работа выполнена за счет средств субсидии, предоставленной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности №FZSM-2023-0020.

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МОДИФИКАТОРЫ НА ОСНОВЕ ОКТАЭДРИЧЕСКИХ
КЛАСТЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ МОЛИБДЕНА ДЛЯ СОЗДАНИЯ
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ БИОСЕНСОРНЫХ УСТРОЙСТВ**

***И.С. Кусачева^a, Д.В. Брусицын^a, А.Н. Рамазанова^a, Э.П. Медянцева^a,
Ю.Г. Елистратова^b, А.Р. Мустафина^b***

^aХимический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

^bИОФХ им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

irina2002lol@gmail.com

В настоящее время кластерные комплексы молибдена используются в качестве катализаторов во многих промышленных процессах (например, при производстве удобрений, полимеров, фармацевтических препаратов), то есть являются необходимыми для нашей повседневной жизни. Также кластерные комплексы молибдена могут служить важным элементом в составе биологических катализаторов некоторых ферментов, участвующих в многих биохимических реакциях. Однако в литературе отсутствуют данные использования кластерных комплексов молибдена в качестве модификаторов для создания электрохимических биосенсоров.

Целью данной работы является исследование электрохимического поведения кластерных комплексов молибдена (лиганд – изоникотиновая кислота) методами вольтамперометрии.

В качестве подложки для кластерных комплексов молибдена использовали планарные графитовые электроды конструкции 3 в 1, изготовленные по печатной технологии.

При изучении в режиме циклической вольтамперометрии кластерных комплексов молибдена установлено, что на вольтамперной кривой на фоне фосфатного буферного раствора pH 7.0 наблюдаются псевдообратимая пара пиков при анодном потенциале 710 мВ и катодном потенциале 645 мВ.

Для исследования кластерных комплексов молибдена также использовали спектроскопию электрохимического импеданса, что позволило выявить модификаторы, обладающие наименьшими значениями сопротивления переноса электрона

Кластерные комплексы молибдена (лиганд – изоникотиновая кислота) могут использованы в качестве метки при разработке электрохимических иммunoсенсоров.

КОНТРОЛИРУЕМЫЙ СИНТЕЗ ПРИВИТЫХ СОПОЛИМЕРОВ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ И N-ВИНИЛИМИДАЗОЛА

A.V. Сорокин^{a,b}, М.С. Лавлинская^{a,b}

^a Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия

^b Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

andrew.v.sorokin@gmail.com

Радикальная полимеризация с переносом атома (ATRP) – одна из техник контролируемой полимеризации, позволяющая получать полимеры с узким молекулярно-массовым распределением и низким значением индекса полидисперсности. Перспективным является ее применение для получения привитых сополимеров на основе полисахаридов: введение определенного количества центров, способных вступать в полимеризацию, позволяет регулировать частоту прививки и свойства образующихся макромолекул. Целью работы являлся синтез привитых сополимеров натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) с N-венилимидаэзолом (ВИ) с различной частотой прививки в условиях ATRP.

На первом этапе были получены макроинициаторы (МИ) путем взаимодействия КМЦ (молекулярная масса 90 кДа, степень замещения 0.7) с α-бромизобутирилбромидом. Содержание брома, мас.%, в полученных образцах составило 7.3±0.3; 13.7±1.2 и 24.8±1.7, что в пересчете на степень замещения ацильными фрагментами составляет 0.1; 0.3 и 0.7, соответственно.

Прививка N-венилимидаэзола при его постоянной концентрации к МИ в растворе безводного ДМФА с использованием бромида меди(I), бипиридила, аскорбиновой и соляной кислот. Привитые цепи (ПВИ), выделенные кислотным гидролизом, характеризуются узким молекулярно-массовым распределением, молекулярные массы (ММ) лежат в интервале 6–16 кДа, значения индекса полидисперсности не превышает 1.52. Показано, что с увеличением числа потенциальных центров прививки ММ привитых цепей ПВИ уменьшаются, но с увеличением степени ацилирования МИ не наблюдается увеличения частоты прививки и количества звеньев ПВИ в полимере.

Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук, номер гранта МК-2517.2022.1.3.

**$[(\text{FCS})_3\text{-P}]_x\text{-}[\text{CU}]_y$ МУЛЬТИФЕРРОЦЕНОВЫЕ КОПЛЕКСЫ КАК КАТАЛИЗАТОР
ЭЛЕКТРОВОССТАНОВЛЕНИЯ CO_2**

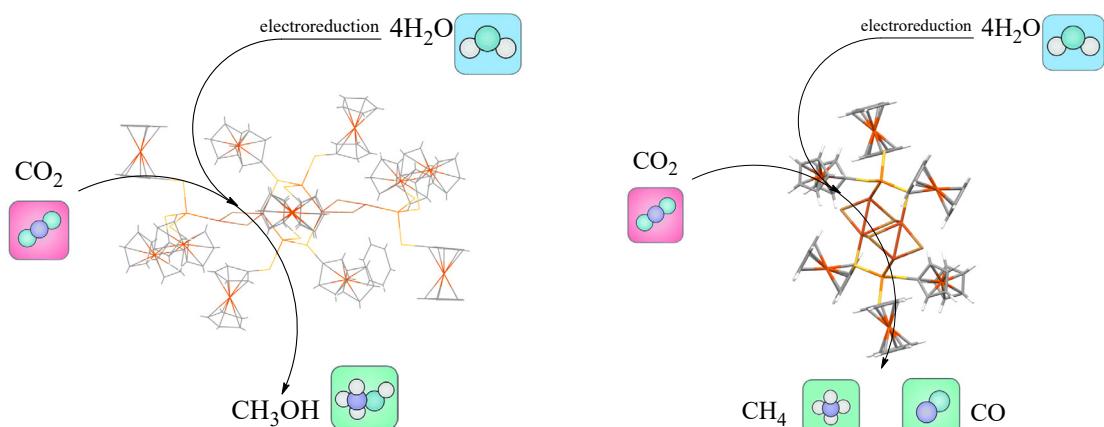
A.A. Лазарева^{a,b}, М.Н. Хризанфоров^{a,b}, Р.П. Шекуров^a, И.А. Безкишко^a, В.А. Милюков^a

^aИОФХ им А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

^bХимический институт им А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

aal.lazareva11@mail.ru

В рамках исследуемой работы был проведён первичный скрининг окислительно-восстановительных свойств полученных электроактивных комплексов и изучены их электрокаталитические свойства методами циклической и дифференциальной вольтамперометрии. Первоначальные испытания были проведены на конструкциях, показавших каталитическое увеличение тока на ЦВА, после чего были проведены подготовительные испытания в системе ДМФА-вода- $\text{K}_2\text{CO}_3\text{-}\text{Bu}_4\text{NBF}_4$ в отдельных ячейках Н-типа (со способностью выдерживать давление до 5 бар).



Выявлены явные лидеры – структуры $[(\text{FcS})_3\text{-P}]_4\text{Cu}_4$ (установлена кристаллографическая структура), в процессе электровосстановления происходит селективное образование метанола.

Комплексное соотношение Cu:L = 1:2 (кристаллическая структура установлена) в зависимости от давления углекислого газа позволяет получать CO или CH_4 с высокой селективностью.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ №22-73-10203.

КИНЕТИКА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ И СТЕКЛООБРАЗУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ТЕРМИЧЕСКИ НЕУСТОЙЧИВЫХ АНТИБИОТИКОВ ПО ДАННЫМ МЕТОДА СВЕРХБЫСТРОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ КАЛОРИМЕТРИИ

С.Е. Лапук, А.В. Герасимов

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

lapuksemen@gmail.com

Использование аморфных форм лекарственных препаратов является одним из способов улучшения их биодоступности. При этом выбор оптимальных условий получения подобных систем и оценка их стабильности, особенно для термически неустойчивых соединений, остается одной из актуальных проблем современной фармацевтики. В настоящей работе с помощью метода сверхбыстрой сканирующей калориметрии были изучены кинетическая устойчивость и стеклообразующая способность термически неустойчивых антибиотиков хинолонового ряда. Определенные критические скорости охлаждения расплавов оксолиновой кислоты, пипемидовой кислоты и спарфлоксацина составили 10 000 К/с, 40 К/с, 80 К/с соответственно. Было установлено, что в соответствии со значениями кинетической хрупкости, эти антибиотики относятся к «сильным» стеклообразующим веществам. С помощью методов неизотермической и изотермической кинетики было показано, что модель кристаллизации Накамуры может быть использована для описания процесса кристаллизации аморфных форм термически неустойчивых антибиотиков хинолонового ряда.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №22-23-00312, <https://rscf.ru/project/22-23-00312/>.

ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОФАМИНА НА ЭЛЕКТРОДЕ, МОДИФИЦИРОВАННОМ НАФИОНОВОЙ ПЛЕНКОЙ СО СМЕШАННЫМ ГЕКСАЦИАНОФЕРРАТОМ (III) ЦИНКА-КАЛИЯ

**Ю.А. Лексина, Д.Ю. Хайруллина, Д.А. Зайнуллина, И.А. Челнокова,
Л.Г. Шайдарова, Г.К. Будников**

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

leksina_yulia@mail.ru

Дофамин (ДА) является нейротрансмиттером, участвующим в функции эндокринной системы человека. Уровень содержания ДА в организме напрямую воздействует на физическое и эмоциональное состояние человека. Дефицит и избыток данного нейромедиатора в организме может привести к различным заболеваниям. Проблема поиска наиболее чувствительного, селективного и экспрессного метода определения ДА в организме является актуальной задачей.

Среди электрохимических методов часто для определения концентрации ДА используют метод вольтамперометрии с химически модифицированными электродами (ХМЭ). Применение ХМЭ с катализическими свойствами позволяет значительно расширить аналитические возможности метода: повысить чувствительность, селективность и воспроизводимость определения.

В настоящей работе изучена возможность использования стеклоуглеродного электрода (СУ), модифицированного частицами цинка, гексацианоферратом (III) калия (ГЦФ К), смешанным гексацианоферратом (III) цинка-калия (ГЦФ Zn-K), нафионавой пленкой (НФ) и композитами на их основе, для вольтамперометрического определения ДА.

На анодной ветви циклических вольтамперограмм окисления ДА, полученных на электродах с осадком цинка, ГЦФ К, ГЦФ Zn-K и композитом на основе пленки НФ и рассматриваемых ГЦФ наблюдается пик, высота которого зависит от концентрации ДА. Были сопоставлены величины токов пиков, регистрируемых при электроокислении ДА на исследуемых ХМЭ. Наибольшая высота тока наблюдается при окислении ДА на СУ, покрытом пленкой НФ с ГЦФ Zn-K. Ток окисления катехоламина на этом ХМЭ увеличивается в 7 раз по сравнению с немодифицированным СУ, а потенциал пика его окисления уменьшается на 250 мВ. При этом зависимость величины максимума тока от концентрации ДА линейна в интервале $5.0 \times 10^{-8} - 5.0 \times 10^{-3}$ моль/л.

Величина тока и потенциала окисления ДА на композитном электроде на основе пленки НФ и ГЦФ Zn-K от содержания НФ в капле раствора полимера, наносимой на поверхность электрода. Максимальный ток фиксируется при содержании НФ, равном 2.0%.

Полученные результаты использованы для разработки способа вольтамперометрического определения ДА. Композитный электрод применяли для анализа лекарственных средств.

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета.

ПОРОШКОВОЕ ЭПОКСИДНОЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЕ СВЯЗУЮЩЕЕ И ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕПЛАСТИКА НА ЕГО ОСНОВЕ

Г.М. Мадиярова, Э.И. Хамматов, О.Л. Хамидуллин, Л.М. Амирова

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ,
Казань, Россия*

GMMadiyarova@kai.ru

Благодаря широкому применению порошковых технологий в различных областях промышленности, задача создания электропроводящих порошковых композиций на основе эпоксидных смол, обладающих необходимыми свойствами, является актуальной. Порошковое электропроводящее связующее на основе эпоксидной композиции позволяет достигать высокую тепло- и электропроводность, а также высокие механические свойства получаемого углепластика.

Для получения углепластика с повышенной тепло- и электропроводностью было получено порошковое связующее на основе эпоксидной смолы, стехиометрического количества твердого отвердителя и электропроводящего наполнителя. Измельченная до порошка смесь экструдировалась при температуре в двухшнековом смесителе. После смешения компонентов, полученное связующее измельчалось до частиц размером не более 100 мкм. Для получения углепластика порошковое связующее послойно наносилось в электростатическом поле на углеткань и оплавлялось при температуре 90°C после каждого слоя. Далее собирается вакуумный мешок, создается вакуум в технологическом пакете и начинаются ступенчатый подъем температуры до 200°C путем пропускания электрического тока через углепластик. За счет повышенных электропроводящих характеристик связующего достигается равномерный прогрев композитной заготовки по всему объему.

Прочность на растяжение полученных образцов определялась по ГОСТ Р 56785-2015, а прочность на изгиб по ГОСТ Р 56810-2015. Теплостойкость была определена по температуре стекловления отверженных образцов методом динамического механического анализа на приборе DMA Q800 (TA Instruments) при скорости нагрева 5 К/мин. Теплопроводность определена по ГОСТ 57830-2017, а электропроводность по ГОСТ 20214-74. В результате был получен углепластик с пористостью не более 0,1% и объемной долей волокна 53±2%.

**СИНТЕЗ АРИЛАЗИДНЫХ/АЛКИНИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ (ТИА)
КАЛИКС[4]АРЕНОВ И ПОЛУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТРИАЗОЛОВ
И МУЛЬТИКАЛИКСАРЕНОВ НА ИХ ОСНОВЕ**

***Е.Г. Макаров¹, З.Э. Исхакова¹, Д.А. Миронова¹, И.М. Билюкова¹, В.А. Бурилов¹, С.Е. Соловьева^{1,2},
И.С. Антипин^{1,2}***

¹Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

²Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

EgGMakarov@kpfu.ru

На сегодняшний день реакция азид-алкинового циклоприсоединения является актуальным направлением исследования современной органической химии. Получение макроциклических прекурсоров «клик-химии» на основе (тиа)каликс[4]аренов со свободными гидроксильными группами перспективно ввиду того, что открывает возможность введения функциональных фрагментов в их структуру в мягких условиях, стереоселективно и с хорошими выходами. Таким образом, можно подстраивать макроциклический каркас комплементарно определенным субстратам, а наличие свободного нижнего обода позволяет получать функциональные материалы за счет взаимодействия с металлами, ионной или ковалентной сшивки.

В результате данной работы была разработана методика (рис. 1) получения моно- **1**, ди- **5,6** и тетраазид **8,9** производных (тиа)каликс[4]аренов со свободными гидроксильными группами. Так же была сформулирована стратегия синтеза тетраалкинил содержащих макроциклов **11,12**. На основе макроцикла **1** с использованием реакции азид-алкинового циклоприсоединения была продемонстрирована возможность получения биспроизводных каликс[4]аренов, соединенных этиленгликоловыми линкерами различной длины **2-4**; на основе азидов **5** и **8** были получены водорастворимые каликсарен-арилтриазолы **7,10**, содержащие разное количество амино-групп, способные эффективно связывать молекулы ДНК тимуса теленка и проявлять цитоксические свойства относительно аденоакриномы молочной железы, при этом сохраняя инертность к нормальным клеточным линиям человека.

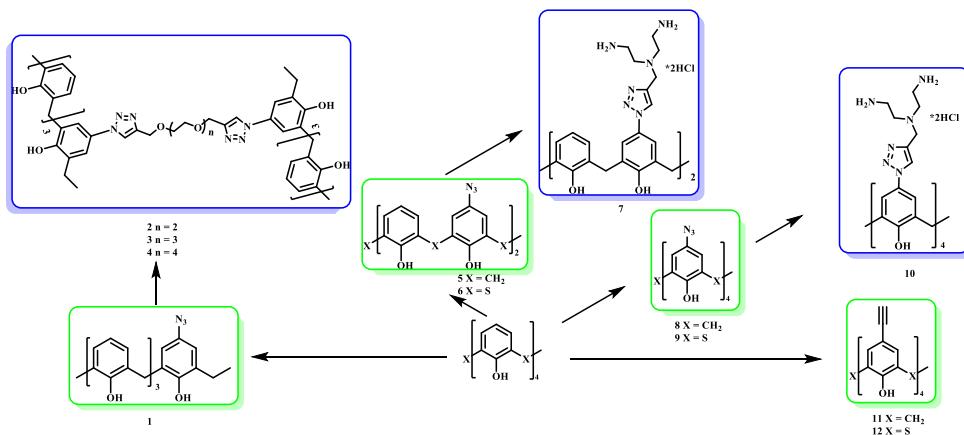


Рис. 1. Синтез прекурсоров «клик-химии» и их производных на платформе (тиа)каликс[4]аренов

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ 21-73-10062.

СИНТЕЗ ЙОДИДОВ ДИИЗОПРОПОКСИФОСФОРИЛ-Р-БРОМФЕНИЛМЕТАН(ДИМЕТИЛАЛКИЛАММОНИЯ)

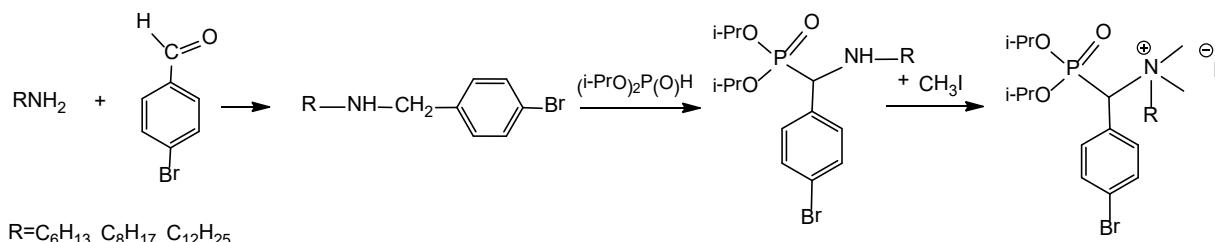
К.А. Малиновская, Р.Р. Давлетшин

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

Kmalinovskaya23@yandex.ru

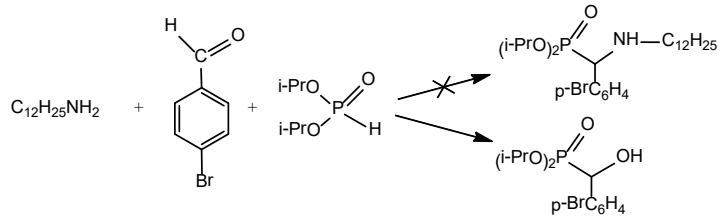
В настоящее время в качестве антимикробных препаратов широко используются синтетические четвертичные аммониевые соли (ЧАС) и их производные: бензалкония хлорид, мирамистин, цетилпиридinium бромид и др. Ранее нами было показано, что фосфорилированные производные ЧАС – соли алcoxифосфорилметан(диметилалкиламмония) проявляют антибактериальное действие к ряду патогенных бактерий и грибов и, следовательно, являются весьма интересными объектами для изучения [1].

В настоящей работе нами разработана методика синтеза новых фосфорилированных производных ЧАС по следующей схеме:



В качестве алкиламинов нами были использованы высшие их производные (C₆H₁₃–C₁₂H₂₅), поскольку введение длинноцепочечных липофильных заместителей к атому азота, согласно литературным данным [2], способствует увеличению антимикробной активности у молекул ЧАС, что может быть использовано для создания новых антимикробных структур. Йодиды дизопроксифосфорил-Р-бромфенилметан(диметилалкиламмония) были синтезированы в три стадии. Взаимодействием алкиламинов с Р-бромбензальдегидом в среде бензола были получены соответствующие имины, которые реагировали с дизопропилфосфитом. Последняя стадия включала реакцию между аминофосфонатом и двукратным избытком метилйодида. Все полученные соединения представляют собой жидкие соли. Продукты выделены, очищены и охарактеризованы физическими методами исследования.

Нами были предприняты попытки получения вышеописанных соединений однореакторным методом синтеза по реакции Кабачника-Филдса.



Однако, как было установлено по спектрам ЯМР ^1H единственным образующимся продуктом синтеза оказался гидроксифосфонат (реакция Абрамова)

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета («Приоритет-2030»)

1. Пат. 2770537 РФ Р.Р. Давлетшин, А.М. Гайнеев, И.В. Галкина, Н.В. Давлетшина, М.П. Шулаева, О.К. Поздеев. – №2021127127; заявл. 15.09.2021; опубл. 18.04.2022, бюл. №11.

2. S. Salajkova, M. Benkova, J. Marek, R. Sleha, L. Prchal, D. Malinak, R. Dolezal, K. Sepcic, N. Gundc-Cimerman, K. Kuca, O. Soukup // Molecules Journal. – 2020. – V. 25. – Art. 2254.

ВИЦИНАЛЬНОЕ БИСПРИСОЕДИНЕНИЕ ПРОИЗВОДНЫХ ИМИДОВ И ГИДАНТОИНОВ К МЕТИЛПРОПИОЛАТУ В УСЛОВИЯХ КАТАЛИЗА ТРЕТИЧНЫМИ ФОСФИНАМИ

M.A. Mamontov, K.S. Anisimova, A.B. Ilyin

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия
matontovmihail373@gmail.com

Сообщается о высокоэффективном α - и вицинальном бисприсоединении циклических имидов и производных гидантоина к метилпропиолату с высокими выходами и β -присоединении данных имидов и производных гидантоинов к α -имидаакрилатам и α -гидантоиноакрилатам с количественными выходами в условиях катализа третичными фосфинами.

Такой метод синтеза представляет собой простой подход к получению биологически активных α -имидаакрилатов и α -гидантоиноакрилатов, а также вицинальных бисимидов и бисгидантоинов в мягких условиях с высокой атомной экономией и селективностью. (Схема 1). Кроме того для некоторых соединений, полученных в результате бисприсоединения имидов и производных гидантоина были получены данные о противоопухолевой активности и гемотоксичности.

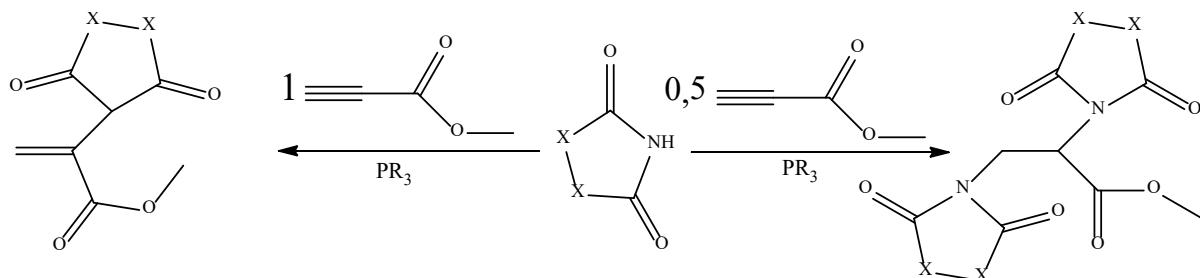


Схема 1.

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета.

СИНТЕЗ И ХАРАКТЕРИСТИКА СВОЙСТВ НАНОНОСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ДОСТАВКИ ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРОВ И АНТИДОТОВ

**Э.Э. Мансурова^{а,c}, Н.Ю. Чудинов^{а,c}, А.П. Любина^с, Р.Р. Фазлеева^с,
М.М. Шулаева^с, И.Р. Низамеев^б, М.К. Кадиров^с, А.Д. Волошина^с,
А.Ю. Зиганишина^с, В.Э. Семенов^с, И.С. Антипин^а**

^аХимический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

^бКНИТУ-КАИ им. А. Н. Туполева, Казань, Россия

^сИнститут органической и физической химии им. А.Е. Арбузова, Казань, Россия

elinamans17012@gmail.com

Разработка методов синтеза наноносителей на основе различных биосовместимых платформ является одним из актуальных направлений современной медицинской химии. С целью повышения эффективности лечения различных заболеваний создают многофункциональные системы с самопроизвольным образованием, которые должны избирательно распознавать пораженные клетки, адресно доставлять лекарственные средства и высвобождать их под действием среды клеток [1].

В данной работе представлено два новых наноносителя для доставки лекарств, полученных методом микроэмulsionной полимеризации. Первый наноноситель основане производного урацила предназначен для доставки фотосенсибилизатора к раковым клеткам для проведения фотодинамической терапии (Схема 1А). В работе продемонстрировано влияние восстановительной среды раковых клеток на частицы и рассчитаны квантовые выходы синглетного кислорода при облучении фотосенсибилизатора. Второй образец представляет собой полимерные наночастицы, состоящие из гистидирезорцин[4]арена, связанного между собой боронатными связями (Схема 1Б). Было продемонстрировано, что наноноситель связывает ацетилхолин (Ach) и может действовать подобно ацетилхолинэстеразе (AChE), гидролизуя ACh. Уксусная кислота, образующаяся в процессе гидролиза, действует на боронатные связи, разрушая наноноситель. Выявлено, что данные наноносители могут быть использованы для доставки антидота при отравлениях фосфорорганическими соединениями.

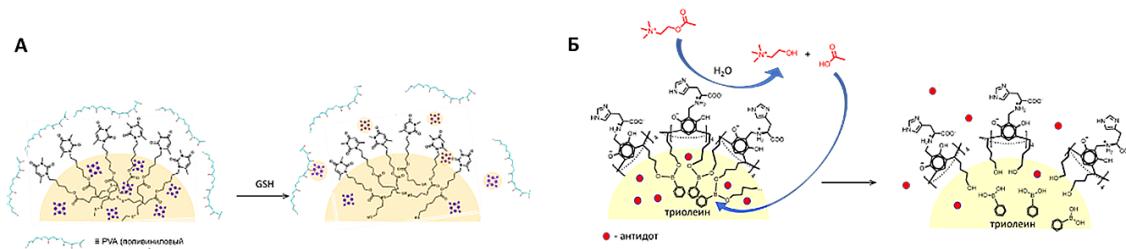


Схема 1.

1. Kenchegowda M., Rahamathulla M., Hani U., Begum M. Y., Guruswamy S., Ali M. Osman R., Gowrav M. P., Alshehri S., Ghoneim M. M., Alshlowi A., Gowda D. V. *Molecules*, **2022**, 27, 146.

СОРБЦИОННЫЕ И СЕЛЕКТИВНЫЕ СВОЙСТВА НЕПОДВИЖНОЙ ФАЗЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ И ПРОИЗВОДНОГО В-ЦИКЛОДЕКСТРИНА В УСЛОВИЯХ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

М.С. Маряскина, Ю.Г. Кураева

Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева,
Самара, Самарская область

dragon0king@yandex.ru

Циклодекстринсодержащие неподвижные фазы в настоящее время являются наиболее часто используемыми в хиральной газовой хроматографии. Однако, несмотря на широкий спектр их применения, изучение термодинамических аспектов сорбции и комплексообразования все еще представляется актуальной задачей.

Целью исследования являлось изучение сорбционных и селективных свойств неподвижной фазы «полиэтиленгликоль-400 – 2-гидроксипропил- β -циклодекстрин» (далее ПЭГ – НР- β -ЦД) методом обращенной газо-жидкостной хроматографии. Исследуемая фаза содержала 20% масс. макроциклического компонента и 80% масс. полимера. Изучена сорбция 23 органических соединений в температурном интервале 80-140 °C, на основе температурных зависимостей константы распределения сорбата между неподвижной и подвижной фазами рассчитаны термодинамические характеристики сорбции.

Установлено, что исследуемая фаза не обладает структурной селективностью по отношению к изомерам ксиола, но в тоже время обнаружена ярко выраженная энантиоселективность по отношению к малополярным оптическим изомерам терпеновых соединений, например, камфена и α -пинена.

Показано, что на механизм удерживания существенно влияет природа молекул сорбатов и их структура. Анализ термодинамических характеристик сорбции показал, что в данной системе проявляется так называемый гидрофобный эффект, в результате которого неполярные и малополярные молекулы терпенов предпочитают из полярного растворителя переходить в гидрофобную полость макроцикла, что обуславливает высокую энантиоселективность.

ONE-POT СИНТЕЗ 2-(2-ГИДРОКСИАРИЛ)-2,2,4-ТРИМЕТИЛХРОМАНОВ ИЗ 2-ГИДРОКСИАРИЛЭТАНОНОВ

Э.А. Микуленкова^{a,b}, Д.А. Татаринов^{a,b}, И.А. Литвинов^a, В.Ф. Миронов^{a,b}

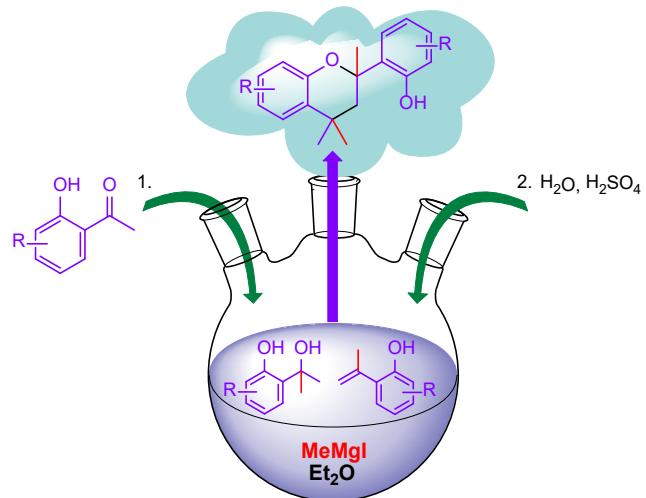
^aИОФХ им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

^bХимический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

elinamikulenkovagg@gmail.com

Хромановое ядро присутствует в молекулах многих природных соединений, включая витамин Е и флавоноиды, обладающие широким спектром биологической активности. Многие синтетические и полусинтетические флавоноиды обладают противоопухолевой, противовирусной, включая анти-вич, антибактериальной и противогрибковой а также противопаразитарной активностью. Значительное число используемых терапевтических агентов включают структурный фрагмент хромана. Таким образом, разработка методов синтеза хроманов является актуальной и практически важной задачей.

В данной работе представлен простой one-pot синтез 2-(2-гидроксиарил)-2,2,4- trimetilхроманов с близкими к количественным выходами, основанный на взаимодействии 2-гидроксиарилэтанонов с метилмагнийиодидом с последующей обработкой разбавленной серной кислотой. Строение одного из них, 2-(2,4,4-триметилхроман-2-ил)фенола, доказано методом рентгеноструктурного анализа.



Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №22-23-01134, <https://rscf.ru/project/22-23-01134/>.

СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И РЕАКЦИЯ АЦИЛИРОВАНИЯ 2-АРИЛГИДРАЗОНОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ТИАЗОЛО[3,2-*a*]ПИРИМИДИНА

Д.О. Мингажетдинова^a, А.С. Агарков^{a,b}, А.А. Нефедова^b, Э.Р. Габитова^a, И.А. Литвинов^b, С.Е. Соловьев^{a,b}, И.С. Антипин^{a,b}

^aКазанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

^bИнститут органической и физической химии им. А.Е. Арбузова, ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

doming01@mail.ru

Соединения, имеющие в своем составе тиазолопиримидиновый каркас и содержащие арилгидразоновый заместитель, являются перспективными структурными фрагментами в разработке новых лекарственных препаратов, обладающих противомикробными, противовоспалительными, антибактериальными и цитотоксичными свойствами [1]. Данная работа посвящена синтезу, изучению строения и реакции ацилирования 2-арилгидразонов производных тиазоло[3,2-*a*]пириимида (Рис.1).

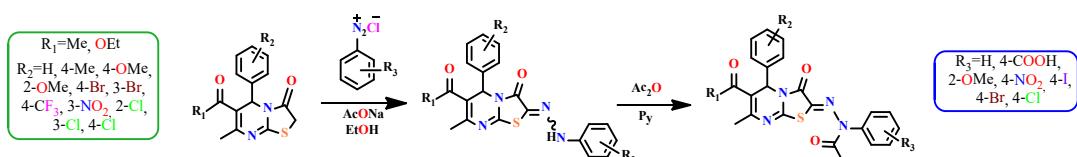


Рисунок 1. Схема синтеза 2-арилгидразонов тиазоло[3,2-*a*]пириимида [2]

Для полученных арилгидразоновых производных тиазоло[3,2-*a*]пириимида характерно существование в виде двух геометрических изомеров (*E*- и *Z*-). Методом РСА установлено, что в кристаллической фазе целевой арилгидразон находится как в *Z*-, так и в *E*-конфигурации относительно C=N связи (Рис. 2а).

Анализ структуры полученных соединений в кристаллической фазе показал возможность образования водородно- и халькогенно-связанных димеров и галогененно-связанных гомохиральных цепочек (Рис. 2б) [2-4]. Реакция взаимодействия с уксусным ангидридом в пиридине приводила к N-ацетилированному производному, структура которого также подтверждена методом РСА (Рис. 2в).

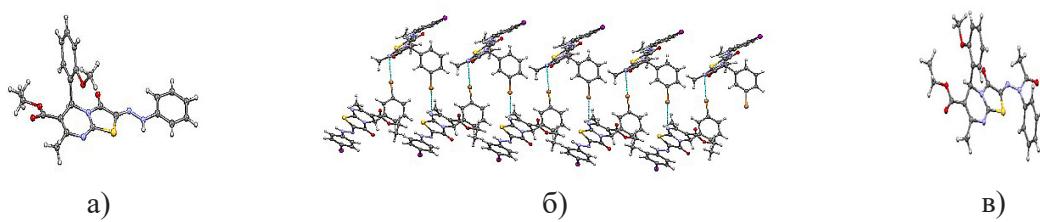


Рис. 2. а) Геометрия и б) гомохиральные цепочки, в) геометрия ацетилированного производного арилгидразонов тиазоло[3,2-*a*]пириимида в кристаллической фазе

- Chen, L. et al. ChemMedChem. 2017, 12, 1022-1032.
- Agarkov, A.S. et al. In Doklady Chemistry. 2022, 503, 45-50.
- Agarkov, A.S. et al. IJMS, 2023, 24, 2084.
- Agarkov, A.S. et al. Molecules, 2022, 27(22), 7747.

ОСОБЕННОСТИ ЦИКЛИЗАЦИИ ДИПЕТИДОВ L-АЛАНИЛ-L-ЛЕЙЦИН И L-ЛЕЙЦИЛ-L-АЛАНИН В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕНИЙ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ

Э.Р. Миргазиева, Р.А. Ларионов, М.А. Зиганишин

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
mirgazieva02@mail.ru

В настоящее время олигопептиды активно изучаются благодаря их способности к образованию низкотоксичных и биосовместимых материалов. Одним из методов получения такихnanoструктур является термическая обработка линейных дипептидов. Однако следует отметить, что в ходе нагрева возможно протекание химических реакций с образованием других соединений с иными свойствами. Интерес к изучению таких реакций обусловлен тем фактом, что продуктами могут быть циклические дипептиды, представляющие интерес для медицины, пищевой промышленности и различных технологий. Таким образом, изучение термических свойств дипептидов позволит разработать новые, экономически выгодные методы синтеза производных дикетопиеразинов, обладающих важными прикладными свойствами.

В настоящей работе впервые были изучены реакции циклизации дипептидов L-аланил-L-лейцин и L-лейцил-L-аланин в твердой фазе при нагревании. Были определены критические температуры начала реакций. В рамках неизотермической кинетики был проведен расчет кинетических параметров данных реакций, включая энергию активации, множитель Аррениуса, определены кинетические модели, описывающие эти реакции.

Структуры продуктов твердофазных реакций были доказаны рядом физических и физико-химических методов: ИК– и ЯМР– спектроскопии, МАЛДИ-масс-спектрометрии и кругового диахроизма.

Различия способности к самосборке линейных и циклических дипептидов были показаны методом АСМ.

Работа выполнена за счет средств субсидии, предоставленной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности, №FZSM-2023-0020.

ONE-POT СИНТЕЗ ИЗОТИУРОНИЕВЫХ СОЛЕЙ НА ОСНОВЕ ТИОМОЧЕВИНЫ И БРОМКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ В СРЕДЕ РАЗЛИЧНЫХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ

А.Д. Моряшева, С.Р. Романов, И.В. Галкина

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

nastik-2014@mail.ru

Изотиурониевые соли имеют широкий спектр применения. Их используют в машино- и приборостроении, в медицине, а также в катализе.

Был предложен новый подход one-pot синтеза солей изотиурония, обладающих противобактериальными и антимикотическими свойствами (схема 1).

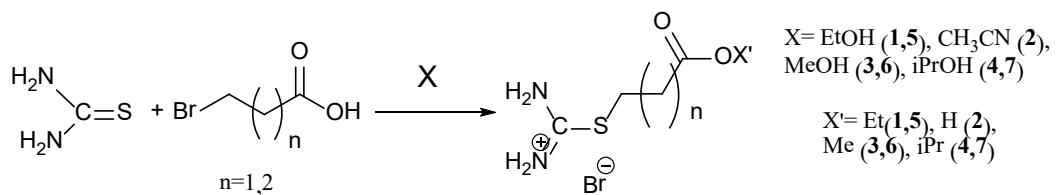


Схема 1.

Все изотиурониевые соли были охарактеризованы комплексом спектральных методов (рис. 1).

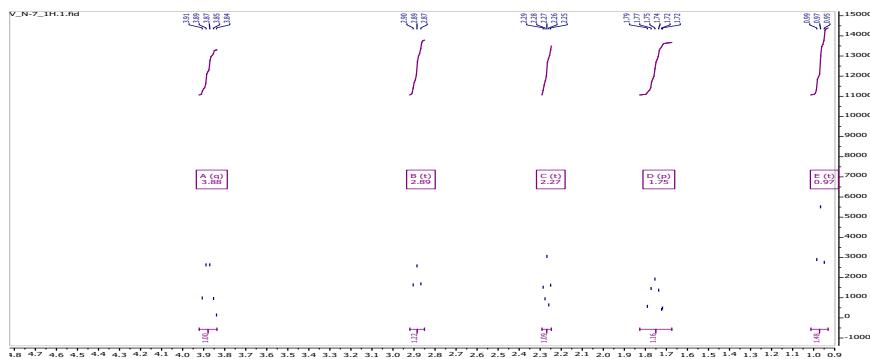


Рис. 1. ЯМР ^1H спектр соединения 1 (D_2O , 400 МГц)

Также для полученных соединений были проведены микробиологические исследования (таблица 1).

Таблица 1. Биологическая активность соединений 2-4

Соединение	Величина зоны задержки роста, d (мм)				
	E.coli	B.cereus	Ps. aeruginosa	S.aureus	Candida albicans
1	9	10	9	9	12
3	8	10	8	10	11
4	8	9	7	9	10
Хлоргексидин, 1%	11	8	9	17	15

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №22-26-00096).

СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА ТРИАЗОЛИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ НА ОСНОВЕ ПРОПАРГИЛОВЫХ ЭФИРОВ ТИАЗОЛО[3,2-*a*]ПИРИМИДИНОВОГО РЯДА

*A.P. Муртазин^a, А.С. Агарков^{a,b}, Э.Р. Габитова^{a,b}, А.А. Нефедова^b, А.С. Овсянников^b,
И.А. Литвинов^b, А.Д. Волошина^b, С.Е. Соловьев^b, И.С. Антипин^a*

^aКазанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

^bИнститут органической и физической химии им. А.Е. Арбузова, ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

almir.murtazin@list.ru

На сегодняшний день одной из самых важных задач химии является разработка лекарств с противораковой активностью. Обнаружено, что благодаря высокой биологической и фармакологической активности, гетероциклические соединения на основе 2-арилметилидентиазоло[3,2-*a*]пириимидинов представляют собой молекулы с высоким потенциалом в качестве противоопухолевых препаратов [1]. Также известно, что гетероциклы на основе 1,2,3-триазола широко используются для создания каркасов, обладающих анти-ВИЧ, противораковой и антибактериальной активностью [2]. Поэтому данная работа посвящена синтезу триазолильных производных на основе тиазоло[3,2-*a*]пириимидина и изучению их биологической активности, структуры и супрамолекулярной организации в кристаллической фазе.

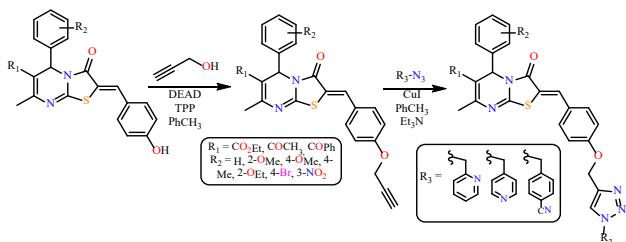


Рис. 1. Получение триазолильных производных на основе 2-(4-гидроксибензилиден)тиазоло[3,2-*a*]пириимидинов

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной ФИЦ КазНЦ РАН для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности.

1. Agarkov A.S. et al. Synthesis, Self-Assembly in Crystalline Phase and Anti-Tumor Activity of 2-(2-/4-Hydroxybenzylidene)thiazolo[3,2-*a*]pyrimidines // *Molecules* **2022**, *27*(22), 7747
2. Dheer D., Singh V., Shankar R. Medicinal attributes of 1,2,3-triazoles: Current developments // *Bioorganic Chemistry* **2017**, *71*, 30-54.

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ИСХОДНОЙ СОЛИ АЛЮМИНИЯ НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ОСАЖДАЕМОГО ГИДРОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Д.Д. Мухаметзянов, А.В. Борецкая, А.А. Ламберов

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

david.mldb@gmail.com

Гидроксиды алюминия (ГОА) активно применяются в качестве исходного сырья при синтезе катализаторов, носителей катализаторов и адсорбентов нефтехимических и нефтеперерабатывающих процессов, как антиприреновые добавки, а также в фармацевтической отрасли. Столь широкое использование обусловлено существованием ГОА в различных кристаллических модификациях. Наиболее распространены гиббсит, бемит (псевдобемит) и байерит. Одним из промышленных способов получения ГОА является его осаждение из солей алюминия (сульфатов, нитратов, алюмината натрия). Однако, на сегодняшний день мощность производства отечественного ГОА данным способом недостаточна для внутреннего рынка. При этом, в России отсутствует версия переосаждения ГОА из нитрата алюминия. Поэтому в данной работе была проведена серия экспериментов по влиянию концентрации соли нитрата алюминия на фазовый состав и выход гидроксида алюминия. Нитрат алюминия осаждали водным раствором аммиака. Маточный раствор выдерживали в течение 60 и 120 мин. Концентрация соли алюминия в дистиллированной воде составляла 10,4, 20,8 и 30,2 г/л. Полученный осадок фильтровали, промывали дистиллированной водой и сушили при 130 °C. По данным рентгеновской порошковой дифрактометрии, продукты осаждения представляли собой псевдобемит и рентгеноаморфный гидроксид алюминия. Установлено, что независимо от концентрации исходной соли, содержание псевдобемита через 60 мин составляло 80-82 мас.%. Увеличение времени процесса до 120 мин способствовало росту доли псевдобемита до 86 мас.%. Выход от теоретического составлял ~76-90%.

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета («Приоритет-2030»).

**СИНТЕЗ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ФОСФОНИЕВЫХ СОЛЕЙ,
ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ РЕАКЦИИ ТРИС(3-ФТОРФЕНИЛ)ФОСФИНА
С АКРИЛОВОЙ КИСЛОТОЙ И ЕЕ ПРОИЗВОДНЫМИ**

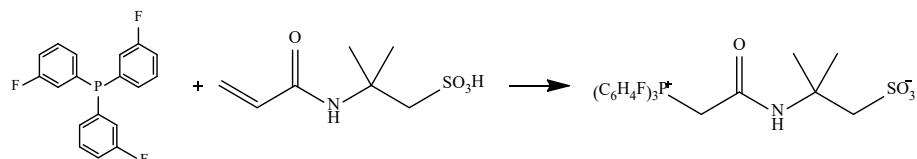
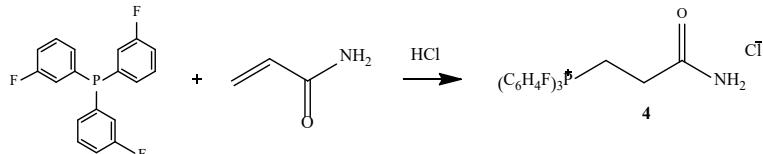
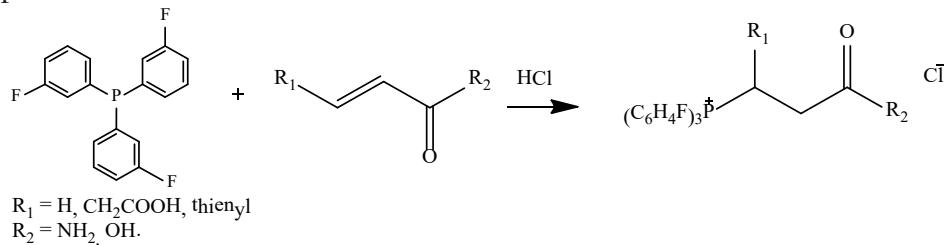
A.B. Нафикова, С.Р. Романов, И.В. Галкина, Ю.В. Бахтиярова

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

nafikova.2001@bk.ru

Четвертичные фосфониевые соли обладают широким спектром применения. Одним из них является использование их в качестве антисептических препаратов, ввиду наличия у них антимикробной активности.

Синтезированные ранее в нашей научной группе карбоксилатные и сульфонатные фосфабетаины на основе трифенилфосфина и 3-(дифенилфосфино)пропионовой кислоты не проявили антимикробной активности. Нами было принято решение о синтезе подобных структур на основе три(3-фторфенил)фосфина.



Полученные соли проявили антимикробную активность, что позволило нам судить о благоприятном влиянии введения атома фтора в структуру третичного фосфина.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №22-26-00096).

ТЕРМОДИНАМИКА ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ ТОЛБУТАМИДА

И.И. Низамов

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

ilyinizamov@stud.kpfu.ru

Термодинамические характеристики лекарственных препаратов играют важную роль в их производстве и оптимизации процессов очистки и хранения. Для быстрой оценки термодинамических параметров часто используются аддитивные схемы, дающие, однако, значительные ошибки в случае структурно сложных объектов. В свою очередь, экспериментальное определение таких величин усложняется различными факторами, например, низкой летучестью.

Одним лекарственных препаратов группы сульфамидов, термодинамика фазовых переходов которого практически не изучена, является толбутамид – блокатор калиевых каналов, широко используемый при лечении сахарного диабета второго типа. Целью настоящей работы было изучение термодинамических характеристик фазовых переходов толбутамида.

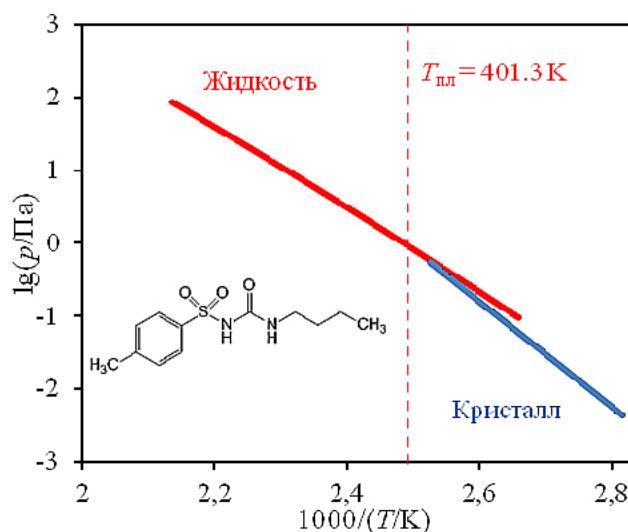


Рис. 1. Давления паров над жидкостью и кристаллом толбутамида.

В данной работе с использованием метода термогравиметрии-сверхбыстрой сканирующей калориметрии [1] были впервые измерены давления пара над жидким и кристаллическим толбутамидом, теплоёмкости конденсированных фаз и энталпии фазовых переходов; методами квантовой химии и статистической термодинамики была вычислена теплоёмкость идеального газа.

Из полученных данных при помощи уравнения Кларка-Глю [2] и закона Кирхгофа были определены термодинамические функции фазовых переходов: плавления, испарения и сублимации – в широком диапазоне температур от 298 до 470 К [3]. Сравнение полученных величин с расчётными схемами выявило весомое несоответствие, главным образом обусловленное наличием сульфамидного фрагмента $-\text{SO}_2\text{-NH-CO-NH-}$. Полученные экспериментальные величины могут быть использованы для оценки свойств структурно близких молекул, прогнозирования растворимости и оптимизации процессов очистки и получения требуемых полиморфных модификаций толбутамида.

1. Buzyurov, A.V., Nagrimanov, R.N., Zaitsau, D.H., Mukhametzyanov, T.A., Solomonov, B.N., Abdelaziz, A., Schick, C., 2021. Application of the Flash DSC 1 and 2+ for vapor pressure determination above solids and liquids. *Thermochimica Acta* 706, 179067.
2. larke, E., Glew, D., 1966. Evaluation of thermodynamic functions from equilibrium constants. *Transactions of the Faraday Society* 62, 539-547.
3. Bolmatenkov, D.N., Nizamov, I.I., Sokolov, A.A., Yagofarov, M.I., Solomonov, B.N., 2023. The phase transition thermodynamics of tolbutamide. *Journal of Chemical & Engineering Data*, submitted.

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПЛЕКСОВ НИКЕЛЯ, СОДЕРЖАЩИХ СВЯЗЬ NI-C, В РЕАКЦИИ ГОМОГЕННОЙ ОЛИГОМЕРИЗАЦИИ ЭТИЛЕНА

М.М. Никитин^a, А.С. Иванов^{a,b}, А.В. Сухов^{a,b}, Д.Г. Яхваров^{a,b}

^a Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

^b Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
mikhail.nikitin.2004@mail.ru

Линейные альфа-олефины (ЛАО) являются востребованным сырьем для синтеза широкого перечня продуктов органического синтеза, так, они применяются для производства моющих средств, смазочных материалов, полимеров и других продуктов общей и тонкой химии. В связи с таким широким спектром использования ЛАО в промышленности существует тенденция к увеличению их ежегодного потребления, что в свою очередь обуславливает актуальность синтеза соответствующих высокоселективных и активных катализаторов. В последнее время большое внимание уделяется Ni-комплексам несущих би-, три- и полидентантные лиганды на основе иминов, пиридина, имидазола, пиррола, пиразола и 1,10-фенантролина (phen), которые показывают высокую селективность по целевому продукту и расположению двойной связи.

В данной работе синтезированы Ni-комpleksы на основе производных 1,10-фенантролина и исследованы их каталитические свойства в присутствии различных активаторов с разной Льюисовой кислотной силой в реакции гомогенной олигомеризации этилена. Установлено, что образование связи Ni-C приводит к многократному увеличению активности катализатора, а увеличение стерических затруднений вблизи металлического центра приводит к увеличению селективности по бутенам до 96% (рис. 1).

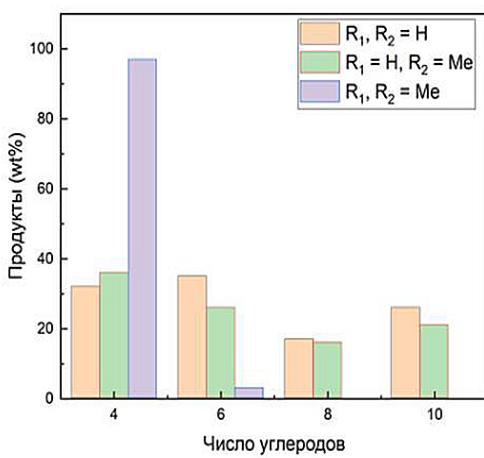


Рис. 1. Диаграмма распределения продуктов

1. Bekmukhamedov G. E. et al. Catalytic performance of nickel(II) complexes bearing 1,10-phenanthroline based ligands in homogeneous ethylene oligomerization //Polyhedron. – 2022. – Т. 223. – С. 115978.

ФИБРИЛЛООБРАЗОВАНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО СЫВОРОТОЧНОГО АЛЬБУМИНА В ПРИСУТСТВИИ ЛИГАНДОВ С РАЗЛИЧНОЙ АФФИННОСТЬЮ

A.A. Никифорова, Д.Р. Хайбрахманова, И.А. Седов

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

alnikiforova22@gmail.com

Ряд нейродегенеративных и неневропатических заболеваний связаны с накоплением нерастворимых амилоидных фибрилл в различных органах человека. Учитывая неизлечимость и неизбежность летального исхода данных заболеваний в настоящее время, разработка эффективных методов лечения и предотвращения амилоидозов оказывается крайне актуальной. Одним из возможных подходов к созданию антиамилоидных препаратов является поиск ингибиторов образования амилоидных фибрилл [1].

В настоящей работе анализируется влияние ряда лигандов на процесс фибриллообразования человеческого сывороточного альбумином (ЧСА) в денатурирующих условиях. Исследуемые лиганды представляют собой лекарственные препараты с разными значениями констант связывания с альбумином: варфарин, ибuproфен, изониазид, напроксен, ранитидин, флурбипрофен, а также анионы глюкуроновой и лактобионовой кислот. Определенные по данным дифференциальной сканирующей калориметрии значения доли денатурированной формы альбумина в присутствии лиганда при температуре инкубирования коррелируют с начальной скоростью образования фибрилл и их выходом после окончания процесса. Показано, что стабилизация нативной структуры белка лигандами с высокими константами связывания является общим способом ингибирования фибриллообразования.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда и Кабинета Министров Республики Татарстан в рамках научного проекта №23-23-10084.

1. Bachurin S.O., Bovina E.V., Ustyugov A.A. Drugs in Clinical Trials for Alzheimer's Disease: The Major Trends // Medicinal Research Reviews – 2017. – Vol. 37. – P. 1186–225

СЕЛЕКТИВНОЕ ГИДРИРОВАНИЕ СМЕСЕЙ ГЕКСИН-1/ГЕКСЕН-1 И ГЕПТИН-1/ГЕПТЕН-1 НА МЕЗОПОРИСТОМ СИЛИКАГЕЛЕ, ДОПИРОВАННОМ ЦЕРИЕМ И МОДИФИЦИРОВАННОМ СЕРЕБРОМ

B.C. Носова, А.А. Токранов, Е.О. Токранова, Р.В. Шафигулин, А.В. Буланова

Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева,
Самара, Россия
fileona@mail.ru

Ацетиленовые углеводороды, содержащиеся в нефтяных фракциях, снижают качество продуктов нефтепереработки, в частности, топлив. Для удаления примесей ацетиленовых углеводородов в промышленности используют фракционную перегонку, требующую больших энергетических и материальных затрат. В работе синтезирован катализатор на основе мезопористого силикагеля, допированного церием и модифицированного серебром (Ce-Ag/MC). Исследование кинетики гидрирования смесей гексина-1/гексена-1 и гептина-1/гептена-1 проводили в интервале температур 140-160°C через 5, 10 и 20 минут от начала реакции.

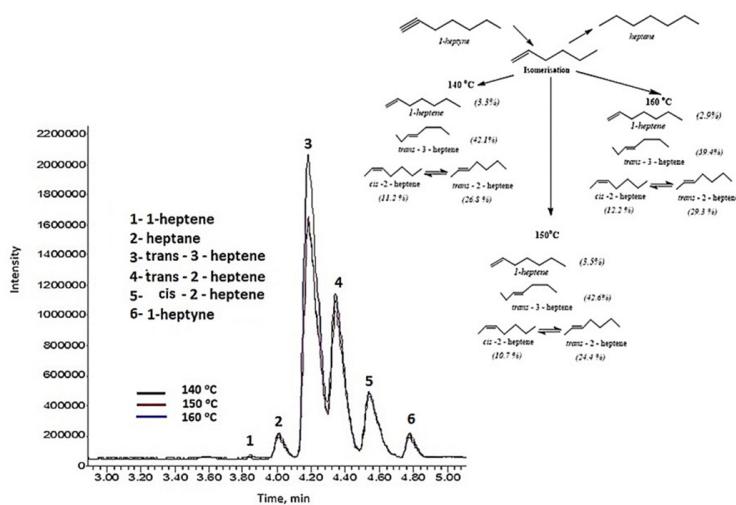


Рис.1. Анализ продуктов гидрирования смеси через 20 мин от начала реакции при различных температурах на катализаторе Ce-Ag/MC.

Анализ продуктов реакции гидрирования смеси через 20 мин от начала реакции на газовом хроматографе Agilent с масс-селективным детектором показал, что при гидрировании смеси гептин-1/гептен-1 продуктами являются гептан, 1-гептен и его изомеры – цис-2-гептен, транс-2-гептен, цис-3-гептен и транс-3-гептен(рис.1). Для Ce-Ag/MC при увеличении температуры реакции общая селективность по алкенам возрастает, однако среди продуктов увеличивается количество геометрических изомеров. На катализаторе Ce-Ag/MC среди алkenov в продуктах реакции образуется меньше 5% гептена-1 и преобладает транс-3 гептен. Это может быть связано с тем, что при более высоких температурах гептин-1 расходуется быстрее в реакции гидрирования, и начинает происходить образование геометрических изомеров гептена, что подтверждается литературными данными.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ТЕХНИК В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ОРГАНИЧЕСКИХ И МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

*Т.М. Нурев^{1,2}, А.П. Самороднова^{1,2}, М.Н. Хризанфоров^{1,2}, А.М. Шакиров¹, Э.М. Гибадуллина¹,
Е.А. Чугунова¹, А.Р. Бурилов¹, С.З. Вацадзе³, В.А. Милюков¹, О.Г. Синяшин¹, И.В. Алабугин^{1,4}*

¹*ИОФХ им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия*

²*Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия*

³*Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, Москва, Россия*

⁴*Университет штата Флорида, Факультет химии и биохимии, Таллахасси, Флорида, США*

t.nurov@yandex.ru

Полудифференциальные техники позволяют более полно понять электрохимическое поведение соединений, улучшая соотношение сигнал/шум и позволяя идентифицировать перекрывающиеся пики. Они также могут быть использованы для деконволюции сложных электрохимических сигналов, что приводит к более точной интерпретации данных.

В качестве примера, полудифференциальная форма циклической вольтамперометрии (ПДЦВА) была использована для анализа трисферроценильного комплекса железа. В полудифференциальном виде наблюдалось разделение пиков каждого ферроценового фрагмента.

Полудифференциальные техники могут быть использованы в сочетании с другими электрохимическими методами, такими как циклическая вольтамперометрия и хроноамперометрия, для получения комплексного понимания электрохимических свойств органических и металлоорганических соединений.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ №22-73-10203.

**КОМПОЗИТНЫЙ ЭЛЕКТРОД С ОСАДКОМ ПЛАТИНЫ, ИММОБИЛИЗОВАННОЙ
НА ИОНООБМЕННОЙ ПЛЕНКЕ ИЗ ПОЛИВИНИЛПИРРОЛИДОНА ДЛЯ
СЕЛЕКТИВНОГО ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ДОМПЕРИДОНА И ПАРАЦЕТАМОЛА**

С.А. Овсянникова, А.А. Поздняк, А.В. Гедмина, Л.Г. Шайдарова

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

sofyaovsnv2002@yandex.ru

С каждым годом увеличивается производство и использование фармацевтических препаратов, что приводит к образованию и накоплению фармацевтических отходов, которые впоследствии попадают в окружающую среду и, в первую очередь, в водные объекты. Совместное использование парацетамола (ПЦ) и домперидона (ДП) распространено в медицинской практике из-за их синергетического эффекта.

Окисление на немодифицированном стеклоуглеродном электроде происходит при близких значениях потенциала, что делает невозможным использование немодифицированного электрода для селективного вольтамперометрического определения обоих субстратов.

Показано, что композит на основе осадка платины, включенной в анионообменную пленку из поливинилпирролидона (ПВПр) (Pt-ПВПр), иммобилизованный на стеклоуглеродном электроде (СУ) проявляет электрокатализическую активность при окислении ПЦ и ДП при разных потенциалах (разность потенциалов окисления ПЦ и ДП составляет 300мВ). Установлено, что величина каталического эффекта при окислении ПЦ и ДП зависит от условий электрохимического осаждения композита: потенциала и времени потенциостатического осаждения, а также от значения pH фонового раствора.

Разработан селективный способ высокочувствительного вольтамперометрического определения парацетамола и домперидона на композитном электроде Pt-ПВПр-СУ. Нижняя граница определяемых содержаний для обоих субстратов составляет 5×10^{-7} М. Правильность предлагаемого способа оценена методом «введено-найдено» в модельном растворе.

АДСОРБИОННЫЕ СВОЙСТВА МЕЗОПОРИСТОГО СИЛИКАГЕЛЯ, ДОПИРОВАННОГО ТЕРБИЕМ И МОДИФИЦИРОВАННОГО ПЕРЕХОДНЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Д.В. Овчинникова, А.А. Токранов, Е.О. Токранова, Р.В. Шафигулин, А.В. Буланова

Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева,
Самара, Россия
fleona@mail.ru

В настоящее время вследствие техногенных аварий, промышленных выбросов и несанкционированных свалок в окружающую среду поступает смесь ароматических углеводородов, токсичных для живых организмов. Это так называемые летучие органические вещества (далее ЛОВ), являющиеся смесью бензола-толуола-ксилола. Мировое потребление ЛОВ оценивается в несколько миллиардов тонн. МАИР (международное агентство по изучению рака) включило бензол в ряд канцерогенов 1 группы. Бензол способен проникать сквозь кожу, а хроническое отравление им может привести к лейкемии и анемии. В связи с этим целью работы являлось изучение адсорбционных свойств, синтезированных мезопористых силикагелей, допированных тербием, модифицированных серебром и никелем.

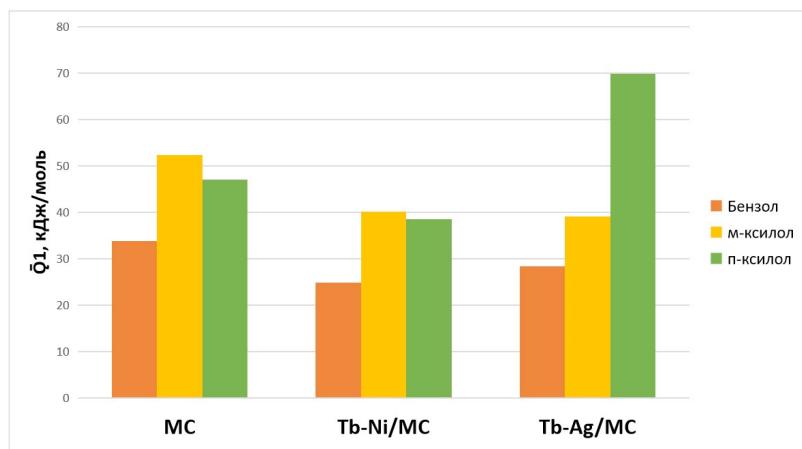


Рис.1. Теплоты адсорбции исследуемых адсорбатов на MC, Tb-Ni/ MC и Tb-Ag/ MC

Адсорбционные свойства полученных материалов изучали методом обращенной газовой хроматографии на хроматографе ЛХМ-80 с пламенно-ионизационным детектором; газ-носитель – гелий. Установлено, что наличие металлов в составе мезопористого силикагеля (MC), ведет к уменьшению теплот адсорбции, что может быть связано со структурными свойствами образцов Tb-Ni/ MC и Tb-Ag/ MC – меньшая удельная площадь поверхности, меньший объем пор. Большими теплотами адсорбции п-ксилола характеризуется Tb-Ag/ MC, можно предположить, что на нем будет происходить более эффективное разделение смеси ксилолов.

СИНТЕЗ РЯДА ФОСФОНИЕВЫХ СОЛЕЙ НА ОСНОВЕ ЭТИЛОВОГО ЭФИРА МОНОБРОМУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ

A.B. Паденко, С.Р. Романов, Ю.В. Бахтиярова

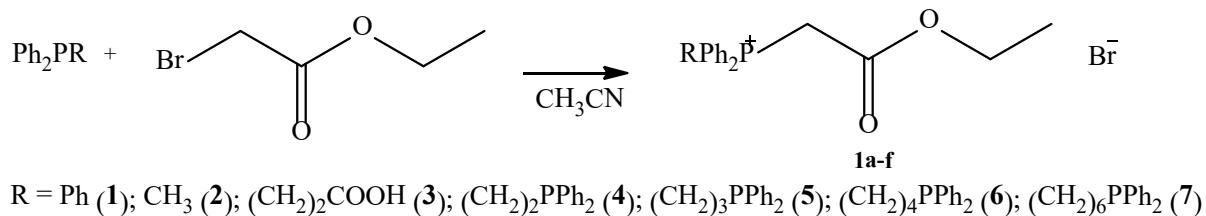
Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

alyonushka.2017@mail.ru

Уже давно известно об антимикробных свойствах некоторых четвертичных солей фосфония. Было выявлено, что фосфониевые соли, привитые на сополимеры стирола и дивинилбензола, проявляют антибактериальную активность в отношении *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* и *Pseudomonas aeruginosa* [1]. Поэтому важно продолжать расширять список известных фосфониевых солей для более подробного их изучения и дальнейшего применения в различных областях жизни человека.

Ранее в Падуанском университете проводили исследования синтеза фосфониевых солей на основе бисфосфинов и метилового эфира монобромуксусной кислоты, но в ходе работы у них были получены только бромид монофосфония [2].

В ходе нашей работы нам удалось синтезировать ряд различных фосфониевых солей на основе этилбромацетат и в реакциях с бисфосфинами избежать образования бромида монофосфония.



Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №22-26-00096).

1. Adriana Popa, C.M. Davidescu, R. Trif, Gh. Ilia, Smaranda Iliescu, Gh. Dehelean / Study of quaternary ‘onium’ salts grafted on polymers: antibacterial activity of quaternary phosphonium salts grafted on ‘gel-type’ styrene–divinylbenzene copolymers // Reactive and Functional Polymers, Vol. 55, I. 2, 2003, P. 151–158.

2. Silvia Mazzega Sbovata, Augusto Tassan, Giacomo Facchin / Synthesis and coordination of the bi-functionalized ylides $\text{Ph}_2\text{P}(\text{CH}_2)_n(\text{Ph})_2\text{PCHCOOMe}$ ($n=1, 2$) and ketenylidene $\text{Ph}_2\text{P}(\text{CH}_2)_2(\text{Ph})_2\text{PCCO}$ to Pd and Pt complexes // Inorganica Chimica Acta, Vol. 361, I. 11, 2008, P. 3177–3183.

МЕРОТЕРПЕНОИДЫ НА ОСНОВЕ S-ПЕРИЛЛИЛОВОГО СПИРТА: СИНТЕЗ И СУПРАМОЛЕКУЛЯРНАЯ САМОСБОРКА С ПИЛЛАР[5]АРЕНОМ

Ю.В. Панина, А.А. Ахмедов, Р.Р. Гамиров, Д.Н. Шурпик, И.И. Стойков

Химический институт им. А. М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

panintim@rambler.ru

Из-за малой растворимости в воде многих лекарств актуальным является поиск способов повышения их биодоступности, таких как: создание твердых дисперсий, эмульсий, пролекарств и наночастиц [1]. Для повышения эффективности доставки лекарств могут быть применены нанокапсулы на основе комплексов включения, что значительно улучшает физико-химические и фармакологические свойства лекарств. Большой потенциал имеют супрамолекулярные контейнеры на основе макроциклов, в частности пиллар[5]аренов [2]. Использование терпеновых фрагментов в создании супрамолекулярных контейнеров позволяет снизить токсичность и повысить биодоступность нанокапсул [3].

В данной работе были синтезированы производные монотерпенового *S*-периллилового спирта, содержащие пиридиниевый и имидазолиевый фрагменты, а также изучена их способность к нековалентному взаимодействию с пиллар[5]ареном и образованию супрамолекулярных самоассоциатов.

Методами спектрофотометрического титрования и спектроскопии ЯМР ^1H и двумерной спектроскопии ЯМР $^1\text{H}-^1\text{H}$ NOESY было подтверждено образование комплекса «гость-хозяин» состава 2:1. Было установлено, что две молекулы меротерпеноида встраиваются в полость пиллар[5]арена пиридиниевыми фрагментами. Методом доплеровского микроэлектрофореза установлено, что полученный комплекс «гость-хозяин» образует устойчивые ассоциаты в водных растворах со значениями ζ -потенциалов $-57 - -30$ мВ, а гидродинамический диаметр ассоциатов составляет 191–345 нм. Полученные результаты открывают новые возможности для разработки систем адресной доставки лекарственных препаратов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (грант №22-73-00187) и за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета («Приоритет-2030»).

1. D.J. Hauss *Adv. Drug Deliv. Rev.* 2007. V. 59. I. 7. P. 667–676.
2. D.N. Shurpik, A.A. Nazarova, L.I. Makhmutova, V.N. Kizhnyaev, I.I. Stoikov *Russ. Chem. Bull.* 2020. V. 69. I. 1. P. 97–104.
3. A. Akhmedov, R. Gamirov, Y. Panina, E. Sokolova, Y. Leonteva, E. Tarasova, R. Potekhina, I.M. Fitsev, D. Shurpik, I. Stoikov *Org. & Biomol. Chem.* 2023. V. 21 P. 4863–4873.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРАМФЕНИКОЛА И ДИКЛОФЕНАКА МЕТОДАМИ ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ИММУНОАНАЛИЗА И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ИНЖЕКЦИОННОГО АНАЛИЗА

Е.В. Перескокова, Я. Цибо, Р.М. Бейлинсон, Э.П. Медянцева

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

p.v.elizaveta@mail.ru

Предложены поляризационный флуоресцентный иммуноанализ (ПФИА) и последовательный инжекционный иммуноанализ (ПослиА) для чувствительного и селективного определения лекарственных препаратов разных классов: антибиотика – хлорамфеникола и противовоспалительного лекарственного препарата – диклофенака. Данные вещества используются в ветеринарии для лечения крупного рогатого скота и, следовательно, могут содержаться в молочной продукции. Поскольку данные препараты обладают широким спектром побочных действий, то их содержание в пищевых продуктах следует строго контролировать.

В основе ПФИА лежит конкурентное связывание искомого вещества и тройсера (аналита, меченого флуоресцентной меткой) с ограниченным числом центров связывания специфических антител (Ат).

В качестве метки при разработке методики ПФИА использовали зеленый флуоресцентный комплекс тербия (III) и флуоресцеин, которые оказались чувствительными для определения хлорамфеникола и диклофенака, соответственно.

По результатам значений величины поляризации флуоресценции оптимальное разведение тройсера составило 1:10 и 1: 2×10⁻⁴, а концентрация Ат – 4×10⁻² и 5×10⁻⁴ мг/мл и для определения хлорамфеникола и диклофенака, соответственно. Линейный диапазон градуировочной зависимости поляризации флуоресценции от концентрации аналита для разработанных методик наблюдался в области концентраций 1×10⁻⁷ – 1×10⁻¹¹ и 1×10⁻⁵ – 1×10⁻⁹ М для хлорамфеникола и диклофенака, соответственно.

Разработанный вариант ПослиА для определения хлорамфеникола при использовании тирозиназных иммunoсенсоров позволил получить линейный диапазон зависимости тока от содержания аналита в области концентраций от 10⁻⁶ до 10⁻¹¹ М и 10⁻⁶ до 10⁻¹² М в случае модификации электродов углеродными нанотрубками иnanoалмазами, соответственно.

Оценена возможность использования разработанных методов в анализе пищевых продуктов. В качестве матричных компонентов использовали молоко, в котором при предварительном исследовании данные препараты не были обнаружены.

СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И ЦИТОТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ НОВЫХ 2,3-ДИГИДРОТИАЗОЛО[3,2-*A*]ПИРИМИДИН-2-КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

**А.Ю. Петрова^a, А.С. Агарков^{a,b}, А.А. Кожихов^b, А.А. Нефедова^b, А.С. Овсянников^b,
И.А. Литвинов^b, А.Д. Волошина^b, С.Е. Соловьева^{a,b}, И.С. Антипин^{a,b}**

^aКазанский (Поволжский) федеральный университет, Казань, Россия

^bИнститут органической и физической химии им. А.Е. Арбузова, ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

alesya.petrova02@gmail.com

Производные тиазолопиримидинового ряда являются перспективными с точки зрения развития новых синтетических подходов для создания ранее не известных гетероциклических соединений с потенциальной биологической активностью. К подобным структурам относятся производные 2,3-дизамещенных 2,3-дигидротиазоло[3,2-*a*]пиримидина, о методах получения которых в литературе известно мало. Поэтому был применен один из эффективных альтернативных методов активации – микроволновое облучение, что позволило провести реакцию метанолиза 2-арилметилидентиазоло[3,2-*a*]пиримидина с образованием целевых производных с практическими количественными выходами, а также значительно сократить время реакций [1,2]. Из литературы известно, что гетероциклические структуры, имеющие в своем составе карбоксильный фрагмент, обладают антимикробной, противомалярийной и противотуберкулезной активностью [3], поэтому целью данного исследования стало получение карбоновых кислот на основе 2-метил-6-этил 3,5-диарил-2,3-дигидротиазоло[3,2-*a*]пиримидин-2,6-дикарбоксилатов (Рис.1). Данная работа посвящена селективному получению новых 2,3-дигидротиазоло[3,2-*a*]пиримидин-2-карбоновых кислот реакцией 2-арилметилиденовых производных тиазоло[3,2-*a*]пиримидина с метиловым спиртом в присутствии пиридиния в условиях микроволновой активации.

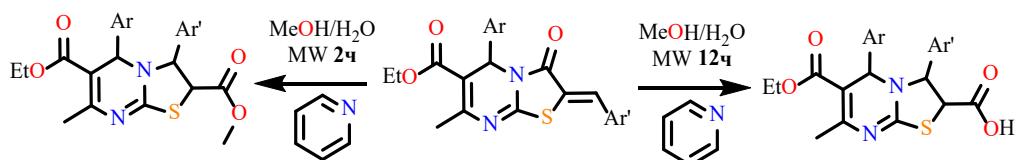


Рис. 1. Получение 2,3-дигидротиазоло[3,2-*a*]пиримидин-2-карбоновых кислот

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной ФИЦ КазНЦ РАН для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности.

1. Агарков А.С.; Кожихов А.А. и др. Докл. АН. 2022, 505, 50-57.
2. Fairoosa J.; Saranya S.; Radhika S. et al. ChemistrySelect. 2020, 5(17), 5180-5197.
3. Rehab H.A.E.-A.; Riham F.G.; Ghaneya S.H. et al. Bioorg. Chem. 2020, 94, 103411.

ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАЦЕТАМОЛА И ДОМПЕРИДОНА НА КОМПОЗИТНЫХ ЭЛЕКТРОДАХ С ОСАДКОМ ЗОЛОТА, ВКЛЮЧЕННОГО В ПОЛИМЕРНЫЕ ПЛЕНКИ ИЗ ПОЛИВИНИЛПИРРОЛИДОНА И ПОЛИВИНИЛПИРИДИНА

A.A. Поздняк, А.В. Гедмина, С.О. Новикова, Л.Г. Шайдарова

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

anya_pozdnyak@mail.ru

Первостепенное значение для фармацевтической промышленности имеет разработка методов контроля качества лекарственных средств. Совместное применение парацетамола (ПЦ) и домперидона (ДП) при терапевтическом лечении требует особого внимания, поскольку передозировка домперидоном может привести к накоплению парацетамола в организме.

Целью работы является разработка селективного вольтамперометрического способа определения при совместном определении ПЦ и ДП на стеклоуглеродном (СУ) электроде с иммобилизованной полимерной анионообменной пленкой из поливинилпирролидона (ПВПр) и поливинилпиридины(ПВП) с включенным осадком золота (Au-ПВПр-СУ и Au-ПВП-СУ соответственно).

Близость потенциалов окисления определяемых субстратов делает невозможным их совместное определение на немодифицированном СУ электроде. Установлено, что композиты Au-ПВПр и Au-ПВП проявляют каталитическую активность при окислении ПЦ и ДП с разницей в потенциалах окисления ПЦ и ДП, равной 400 мВ. Зафиксировано многократное увеличение каталитической активности частиц золота при включении в полимерные матрицы, что связано с увеличением дисперсности осадка металла. Согласно данным, полученным методом АСМ в режиме топографии и фазового контраста, на поверхности композитного электрода диаметр отдельных частиц составляет около 100 нм, высота 10–20 нм, в то время как без ПВПр преимущественно присутствуют крупные агломераты золота диаметром 500 – 700 нм и высотой 150 – 270 нм. Установлены условия получения композита Au-ПВПр и Au-ПВП при которых регистрируется максимальный каталитический эффект при окислении ПЦ и ДП. Установлено, что больший электрокатализический эффект наблюдается на электроде Au-ПВПр-СУ.

Разработана методика селективного вольтамперометрического определения ПЦ и ДП при совместном присутствии на электродах Au-ПВПр-СУ и Au-ПВП-СУ. Нижняя граница предела обнаружения 0.5 мкМ для обоих субстратов.

Правильность предлагаемых способов оценена методом «введено-найдено» в модельном растворе и на фоне образцов урины.

**АДАПТАЦИЯ ПОДХОДОВ «ЗЕЛЕНОГО СИНТЕЗА» ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ
МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ, СОДЕРЖАЩИХ
НАНОЧАСТИЦЫ СЕРЕБРА В СРЕДЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ
СВЕРХРАЗВЕТВЛЕННЫХ ПОЛИЭФИРОВ**

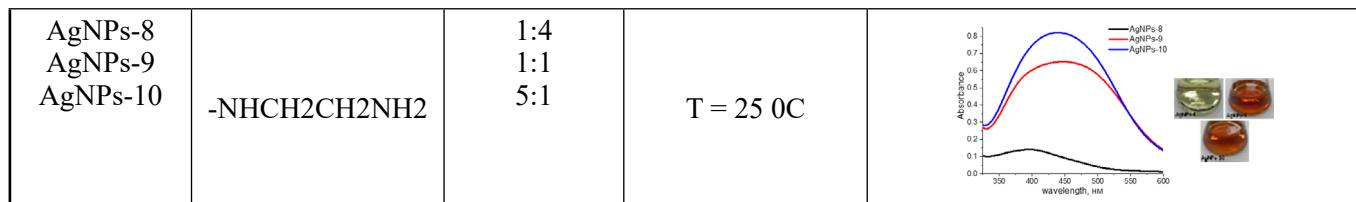
В.А. Притков, А.М. Осипова, А.А. Ханнанов, И.В. Кузнецов, М.П. Кутырева

Химический институт им. А. М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

vaaprytkov@gmail.com

Нанокомпозиты серебра представляют интерес как плазмон-активные наносистемы для создания SERS-диагностических систем и эффективных антибактериальных агентов. Для минимизации влияния примесей на функциональную Ag содержащих нанокомпозитов особую значимость приобретает создание способов одностадийного и двухкомпонентного синтеза в среде синтетических полимеров аналогичных подходам «зеленой химии» для получения наночастиц. Для этих целей перспективно использование биоподобных сверхразветвленных полимеров в качестве восстановливающего/стабилизирующего агента и составного модуля нанофазы одновременно. В рамках работы предложен способ одностадийного синтеза композитов на основе наночастиц серебра и функциональных производных сверхразветвленных полизифиров второй генерации **G2R**, где **R** – терминалные фрагменты $3[(2\text{-аминоэтил})\text{амино}]\text{пропионата}$ – **G2-EDA** (содержание аминогрупп $14.7 \pm 0.2\%$ масс) и фрагменты моноэфира малеиновой кислоты – **G2-estMA** (содержание карбоксильных групп $19.7 \pm 0.1\%$ масс). Функциональные производные **G2R** выступали в качестве восстановителей и стабилизаторов металлической нанофазы. Синтез проводился в стандартных условиях для **G2-EDA** и в условиях термо- и фотоинициирования для **G2-estMA**. По данным электронной спектроскопии установлено, что в условиях термоинициирования для **G2-estMA** увеличение температуры синтеза приводит к росту скорости реакции восстановления ($T_{\text{опт}} = 90^\circ\text{C}$), увеличение начальной концентрации AgNO_3 приводит к батохромному сдвигу максимума ППР и увеличению размеров частиц. В условиях фотоинициирования для **G2-estMA** варьирование мольного отношения в синтезе позволяет управлять морфологией синтезируемых наночастиц серебра. Для **G2-EDA** увеличение концентрации AgNO_3 в синтезе приводит к увеличению размеров наночастиц серебра и увеличению полидисперсности.

ОБРАЗЕЦ	R	vAg+ / vR	Условия синтеза	Данные электронной спектроскопии
AgNPs-1 AgNPs-2	-OC(O) CHCHCOOH	1:50 1:12	$T = 60 - 100\text{ }^{\circ}\text{C}$	
AgNPs-3 AgNPs-4 AgNPs-5 AgNPs-6 AgNPs-7		1:70 1:50 1:28 1:12 1:4	$\lambda = 254\text{ nm}$ $\lambda = 365\text{ nm}$ $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	



Таким образом, разработаны новые подходы «синтетической зеленой химии» для синтеза коллоидно устойчивых нанокомпозитные материалы на основе наночастиц серебра, обладающих выраженной плазмонной активностью и потенциалом для биомедицины, фармакологии и терапии.

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета («Приоритет-2030»).

ДЕНДРОНЫ НА ОСНОВЕ ИМИДАЗОЛДИКАРБОНОВОЙ КИЛОТЫ И СУААС ДЕНДРИМЕРЫ НА ИХ ОСНОВЕ

E.A. Пушкирева^a, Д.Д. Радаев^a, В.А. Бурилов^a, С.Е. Соловьева^b, И.С. Антипин^{a,b}

^aКазанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

^bИОФХ им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН, Казань, Россия

pushkareva.elizaveta@mail.ru

mailto:RCCT2007@isc-ras.ru

Химия дендримеров активно развивается в последние десятилетия. Подобные гиперразветвленные структуры могут быть использованы как катализаторы в реакциях кросс–сочетания, в адресной доставке лекарственных средств, а также во многих других областях.

Дендроны, полученные на основе имидазолдикарбоновой кислоты, имеют сложное строение и содержат гидрофильные группы, позволяющие соединению легко растворяться в воде. Для создания дендримера был применен конвергентный метод: в качестве ядра использовались макроциклические и немакроциклические структуры, которые содержат ацетиленовые фрагменты. Наличие азидной группы в молекуле дендрона позволяет получить дендримеры первой генерации по реакции азид–алкинового циклоприсоединения (рис. 1) и в дальнейшем разработать данный подход и для синтеза высших генераций.

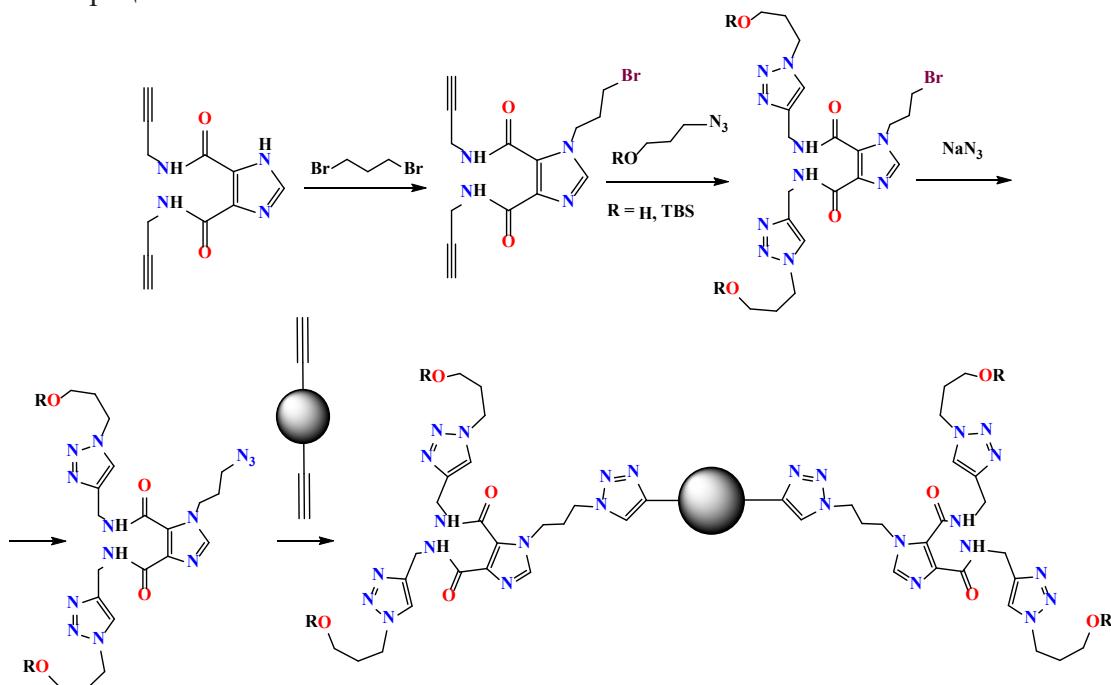


Рис. 1. Схема синтеза дендримера

ПОЛИ(АМИДОАМИННЫЕ) ДЕНДРИМЕРЫ НА ПЛАТФОРМЕ *П-ТРЕТ-* БУТИЛТИАКАЛИКС[4]АРЕНА: СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ АССОЦИАЦИИ С РЯДОМ БИОМОЛЕКУЛ

Д.А. Пысин, И.Э. Шиабиев, О.А. Мостовая, П.Л. Падня, И.И. Стойков

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

pysin_dima@mail.ru

Разработка систем для распознавания, связывания и доставки биологически значимых субстратов является одним из важнейших направлений современной науки. В качестве основы для таких систем часто используются высокомолекулярные полимерные структуры – линейные и гиперразветвленные полимеры, а также более симметричные – дендримеры. Одними из наиболее изученных дендримеров являются поли(амидоаминных) (ПАМАМ) дендримеры, которые имеют ряд недостатков, такие как токсичность и сложность синтеза высоких генераций [1]. Синтез ПАМАМ дендримеров на платформе тиакаликс[4]арена является перспективным подходом для нивелирования этих недостатков. Так, ПАМАМ дендримеры низших генераций с ядром тиакаликс[4]арена по размерам будут сопоставимы с аналогичными дендримерами с этилендиаминовым ядром более высоких генераций. Таким образом, данная модификация структуры дендримера позволит отказаться от токсичных классических ПАМАМ дендримеров высоких генераций в пользу макроциклических дендримеров более малых генераций, при этом не потеряв необходимую эффективность связывания молекул-гостей.

В данной работе представлен высокопроизводительный метод синтеза поли(амидоаминных) дендримеров первой, второй и третьей генерации на платформе тиакаликс[4]арена. С высокими выходами получены новые дендримеры, содержащие макроциклическое ядро в трёх конфигурациях (конус, частичный конус и *1,3-альтернат*). Комплексом спектральных методов было изучено взаимодействие синтезированных макроциклов с рядом биомолекул – модельной ДНК из молок лосося и катехоламинами (дофамин, *L*-адреналин и *L*-норадреналин).

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ №21-73-20067

1. Sadekar, S. Transepithelial transport and toxicity of PAMAM dendrimers: Implications for oral drug delivery / S. Sadekar, H. Ghandehari // Adv. Drug Deliv. Rev. – 2012. – V. 64. – №6. – P. 571-588.

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ АНИОНА ИМИДАЗОЛИЕВОЙ ИОННОЙ ЖИДКОСТИ НА УДЕРЖИВАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ В УСЛОВИЯХ ОФ ВЭЖХ

В.М. Разницына^a, Р.В. Шафигуллин^a, В.А. Куркин^b, А.В. Буланова^a

^a Самарский университет, Самара, Россия

^b СамГМУ Минздрава России, Самара, Россия

v_raznitsyna@mail.ru

Флавоноиды широко распространены в растениях и являются действующими веществами многих фитопрепаратов. Обращенно-фазовая ВЭЖХ (ОФ ВЭЖХ) является одним из основных методов качественного и количественного определения этих соединений в лекарственном растительном сырье. Для увеличения эффективности разделения смеси флавоноидов в подвижную фазу добавляют модифицирующие добавки. В качестве таких добавок применяют, в том числе ионные жидкости (ИЖ).

В работе изучено влияние природы аниона имидазолиевых ИЖ (1-гексил-3-метилимидазолий бромида ($[C_6MIM][Br]$) и тетрафторбората ($[C_6MIM][BF_4]$)) на удерживание некоторых флавоноидов методом ОФ ВЭЖХ. Анализ проводили на колонке Prontosil 120-5, C18 из водно-ацетонитрильных растворов (вода/ацетонитрил – 75/25 об.%, 0,1% ТФУ).

Установлено, что природа имидазолиевой ИЖ не влияет на порядок выхода исследуемых флавоноидов. Добавление ИЖ в элюент приводит к уменьшению удерживания анализаторов. При этом наименьшее время анализа для всех соединений наблюдается в системах с добавлением ИЖ, содержащей тетрафторборатный анион (рис. 1). Вероятно, это связано с большим хаотропным эффектом тетрафторборатного аниона, деструктурирующего водно-ацетонитрильный раствор.

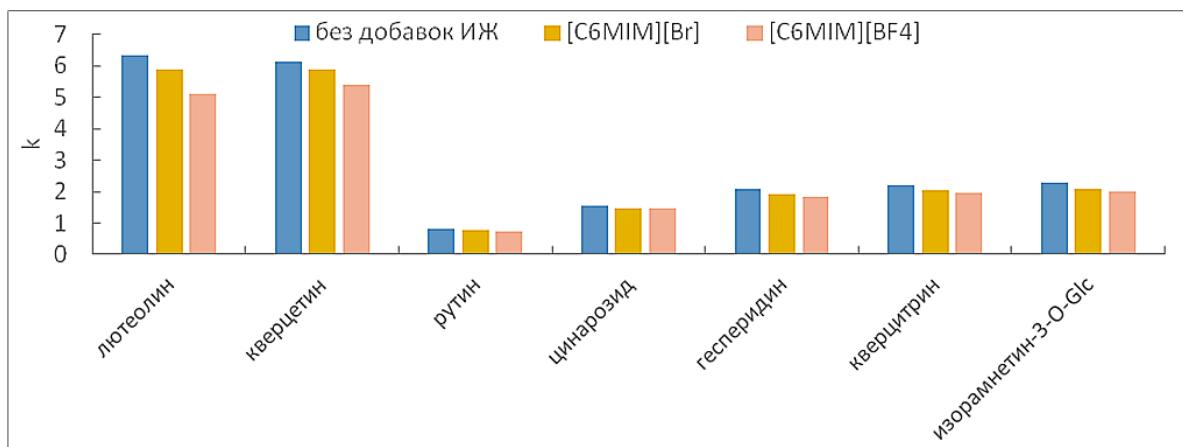


Рис. 1. Сравнительная диаграмма по факторам удерживания исследуемых флавоноидов в различных системах при 35°C.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №23-23-00397, <https://rsrf.ru/project/23-23-00397/>.

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ АГРЕГАТОВ НА ОСНОВЕ ФОСФОЛИПИДОВ И ЛЮМИНОФОРОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

O.O. Ретюнская^a, Б.С. Ахмадеев^{a,b}, С.Н. Подъячев^b, А.Р. Мустафина^b

^a*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия*

^b*ИОФХ им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия*

oretyun@gmail.com

Красители типа D- π -A на основе хиноксалинового фрагмента хорошо зарекомендовали себя в качестве основы для сенсорных материалов. Ранее в нашей лаборатории было показано, что их введение в фосфолипидные бислои позволяет создать коллоидные агрегаты, обладающие низким цитотоксическим эффектом, возможностью проникать в клетки, откликом на изменение температуры и pH [1,2]. В связи с этим принято решение изучить сенсорный отклик аналогичных систем на различные аналиты.

В данной работе представлены фосфолипидные агрегаты на основе L- α -фосфатидилхолина (PC) и фосфатидилсерина (PS), допированные красителями типа D- π -A. Изучено влияние структуры используемых красителей на их сенсорные свойства на различные ионы d-металлов и белки. Показано влияние структуры фосфолипида и образуемых им агрегатов на величину отклика. Обнаружено, что фосфатидилсериновая платформа обеспечивает наилучшие условия для люминесцентного отклика красителей. В результате работы были получены системы на основе PS, обладающие ПО на ионы Cu²⁺ 9,1 мкМ и 18,7 мкМ. Так же были изучены сенсорные свойства агрегатов на основе PS и красителей на различные белки, а именно: БСА, лизоцим и пепсин.

1. Elistratova, J.G. et al Mixed bilayers of phosphatidylcholine with dialkylaminostyrylhetarene dyes for AChE-assisted fluorescent sensing of paraoxon // Journal of Molecular Liquids. – 2022. – V. 366. – P. 120270.

2. Akhmadeev, B.S. et al Temperature-sensitive emission of dialkylaminostyrylhetarene dyes and their incorporation into phospholipid aggregates: Applicability for thermal sensing and cellular uptake behavior // Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. – 2022. – V. 268. – P. 120647.

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ НАВН₄ НА ПРОЦЕСС ФОРМИРОВНИЯ НАНОЧАСТИЦ СО₂В В СРЕДЕ СВЕРХРАЗВЕТВЛЕННОГО ПОЛИЭФИРОПОЛИОЛА

A.A. Россова, Д.В. Муравьева, Л.С. Зубайдулина, Д.А. Емельянов, М.П. Кутырева

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

anastasia.rossova@yandex.ru

Одним из перспективных направлений является синтез наночастиц боридов, обладающих высокой прочностью, термической устойчивостью и магнитной активностью, что определяет потенциал их использования в промышленной сфере.

Предложены новые способы синтеза, оценены физико-химические характеристики композитных наночастиц борида кобальта Co₂B, стабилизированных в среде сверхразветвленного полиэфирополиола четвертой псевдо-генерации G₄OH – Co₂B@G₄OH. Синтез проводился в системе [CoCl₂-NaBH₄-G₄OH] растворе и расплаве полимера при варьировании мольного соотношения v_{Co2+}: v_{NaBH4} от 1:10 до 1:50 (в растворе) и от 1:2 до 1:8 (в расплаве). По данным рентгенофазового анализа установлено, что все образцы нанокомпозитов, синтезированные в растворе характеризуются совместным присутствием борида кобальта Co₂B и Co⁰ (рис. 1). Проведение процедуры синтеза в расплаве приводит к образованию преимущественно нанофазы Co₂B. Оптимальные соотношения v_{Co2+}: v_{NaBH4} для получения нанокомпозита Co₂B@G₄OH в растворе – 1:30, в расплаве – 1:6.

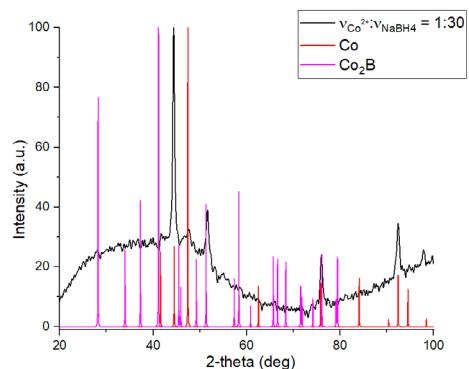


Рис.1. Данные РФА нанокомпозита на основе Co₂B, иммобилизованных в сверхразветвленном полиоле G₄OH (vCo₂₊: vNaBH₄=1: 30)

Согласно данным ТГ-ДТГ анализа нанокомпозитов Co₂B@G₄OH наблюдается легирование полиола G₄OH наночастицами борида кобальта. Нагревание нанокомпозита до 480 °C сопровождается экзотермическим эффектом, обусловленным кристаллизацией аморфного Co₂B с образованием кристаллических боридов кобальта и металлического кобальта.

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета («Приоритет-2030»).

СИНТЕЗ N-БЕНЗИЛАМИДОВ С УЧАСТИЕМ НИТРИЛОВ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ

Г.Н. Савельев^a, С.О. Стрекалова^b, А.И. Кононов^b, Ю.Г. Будникова^b

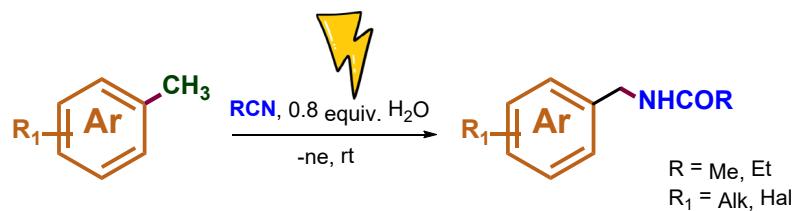
^aКазанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

^bИОФХ им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

Sgn_2003@mail.ru

Эффективное образование амидной связи важно с точки зрения органической и медицинской химии, так как амидные фрагменты присутствуют в широком спектре натуральных продуктов, фармацевтических препаратах, функциональных материалах и т.д. [1]. Амидная связь является одним из наиболее значимых фрагментов, образующих основу белков, пептидов и многих других биологически значимых соединений.

Была проведена серия реакций электроокисления ряда ароматических субстратов, содержащих в своем составе алкильный фрагмент (толуол и его производные), в ацето- и пропионитриле, в результате были получены N-бензиламиды в одну стадию в мягких условиях (комнатная температура, без химических окислителей и катализаторов) с выходами до 87% [2].



На основании данных препаративных электросинтезов, циклической вольтамперометрии и ЭПР исследования, был предложен предполагаемый механизм протекающего процесса образования амидной связи $\text{C}(\text{sp}^3)\text{-NCOR}$.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ 22-13-00017.

1. Lubberink M., Finnigan W., Flitsch S.L. Green Chem., 2023, 25, 2958-2970.
2. Strekalova S., Kononov A., Morozov V., Babaeva O., Gavrilova E., Budnikova Y. Adv. Synth. Catal., 2023, 365, 3375-3381.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОСТРАНСТВЕННО-ЗАТРУДНЁННЫХ ФЕНОЛОВ

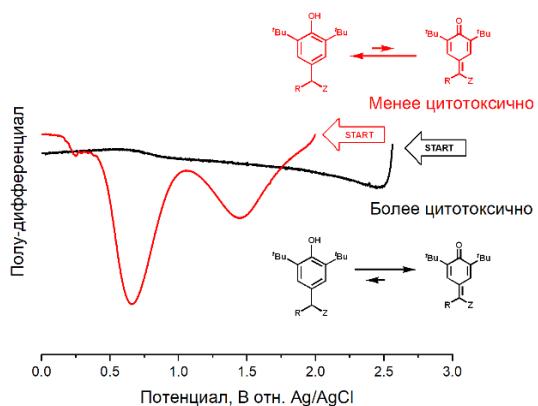
A.П. Самороднова^{a,б}, М.Н. Хризанфоров^{a,б}, Э.М. Гибадуллина^a, А.Р. Бурилов^a

^a*ИОФХ им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия*

^б*Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия*

samanasta@yandex.ru

Основной задачей исследования является создание электрохимической методики для определения соединений, обладающих заданной биологической активностью. Объектами нашего исследования стали пространственно-затрудненные фенолы (ПЗФ), поскольку они обладают выраженной противоопухолевой активностью. Двойственность поведения ПЗФ в зависимости от наличия активным форм кислорода может быть использована при создании препаратов, которые способны избирательно уничтожать опухолевые клетки, не повреждая при этом здоровые ткани.



В ходе исследования была проведена оценка электрохимических характеристик различных ПЗФ. Обнаружено, что наиболее эффективные вещества в ходе окисления переходят из фенольной формы в хиноновую форму при первом потенциале, а также не происходит изменение обратной развертки в полуудифференциальном виде. Необратимость процесса превращения фенольных соединений в реакционноспособные хинонмедиаты обеспечивает инициацию апоптоза раковых клеток.

Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта Минобрнауки России в ФИЦ КазНЦ РАН (соглашение №075-15-2022-1128, от 30.06.2022 г.)

РЕАКЦИЯ 2-РНО-5-ФЕНИЛ-1,3,2-ДИОКСОФОЛАН-4-ОНА С Н-МЕТИЛБЕНЗАЛЬМИНОМ

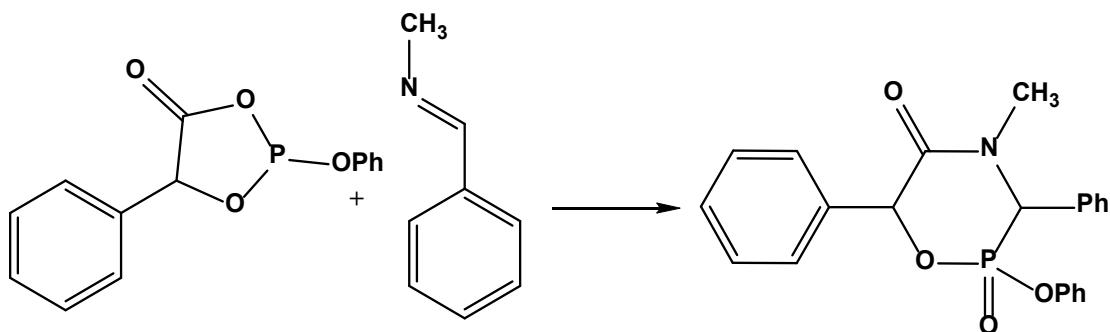
Л.И. Сафарова, Г.А. Ивкова

^aКазанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
safarlenova102@mail.ru

Ключевые слова: соединения трёхвалентного фосфора, гидроксикарбоновая кислота, имин, ЯМР 31P спектроскопия

Синтез и исследование свойств смешанных ангидридов кислот трехвалентного фосфора и гидроксикарбоновой кислоты привлекают особое внимание. Наличие в их составе высокореакционноспособного фрагмента P(III)-OC(O) делает их интересными объектами как теоретических исследований, так и важными ключевыми веществами в фосфорорганическом синтезе. Такие соединения представляют собой удобные прекурсоры в регио- и стереоселективном синтезе труднодоступных для получения другими методами различных фосфорсодержащих гетероциклических, в том числе бициклических систем, являющихся P-аналогами различных биологически активных природных соединений.

Цель работы – исследование особенностей взаимодействия циклического трехвалентного фосфорилированного производного с имином.



Нами проведена реакция 2-PhO-5-фенил-1,3,2-диоксофолан-4-она с имином. Обсуждается возможный механизм реакции 2-PhO-5-фенил-1,3,2-диоксофолан-4-она с эквивалентным количеством N-метилбензальмина в бензоле.

Работа выполнена за счет средств субсидии, предоставленной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности №FZSM-2023-0020.

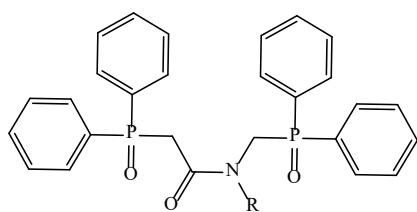
КОНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ N-АЛКИЛ-N-(ДИФЕНИЛФОСФОРИЛМЕТИЛ) ДИФЕНИЛФОСФОРИЛАЦЕТАМИДОВ В РАСТВОРЕ

E.D. Серебрякова, A.A. Кузнецова, Я.А. Верещагина

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

edserebryakova@gmail.com

Ацетамиды, модифицированные фосфорильными группами, применяются для переработки ядерных отходов, а также в качестве экстрагентов для извлечения и концентрирования редкоземельных элементов [1, 2].



Осуществлён экспериментальный и теоретический конформационный анализ *N*-изопропил-*N*-(дифенилфосфорилметил)дифенилфосфорилацетамида **1** и *N*-октил-*N*-(дифенилфосфорилметил)дифенилфосфорилацетамида **2** методами дипольных моментов, ИК спектроскопии и квантовой химии DFT B3PW91/6-311++G(df,p)+CPCM. Определена полярность соединений **1** (5.40 Д) и **2** (4.34 Д) в бензole.

Анализ полученных данных показал, что конформационное разнообразие соединений **1**, **2** возникает в результате затрудненного внутреннего вращения вокруг связей $C_{sp^2}-C_{sp^3}$ и $N-C_{sp^3}$; фосфорилированные ацетамиды **1**, **2** в растворе существуют в виде конформационного равновесия нескольких форм, в которых атомы фосфора пирамидальны, амидный фрагмент плоский, фенильные заместители у атомов фосфора преимущественно *цис* ориентированы относительно связей $P=O$, а фрагменты $C_{sp^2}-C_{sp^3}$ и $N-C_{sp^3}$ *транс* ориентированы относительно связей $P=O$. В предпочтительных конформерах возможны слабые внутримолекулярные водородные контакты между атомами кислорода карбонильной и фосфорильных групп и атомами водорода метильных мостиков, алкильного и фенильных заместителей. Установлены полосы и частотные области ИК спектра, чувствительные к водородным взаимодействиям.

1. Артюшин О.И. Дифенил(*N*-алкил-*N*-дифенилфосфинилметил)карбамоилметилфосфиноксиды: синтез и данные спектроскопии ЯМР 1H , ^{13}C и ^{31}P / О.И. Артюшин, К.В. Царькова, А.С. Перегудов, Н.А. Бондаренко // Журн. общ. химии. – 2022. – №12(92). – С. 1868–1877.

2. Шарова Е.В. Методы синтеза карбамоилметилфосфорильных соединений – экстрагентов для переработки отработанного ядерного топлива / Е.В. Шарова, О.И. Артюшин, И.Л. Одинец // Успехи химии. – 2014. – №83(2). – С.95–119.

НОВЫЙ ПОЛИМОРФ ФЕНИЛБУТАЗОНА И СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЕГО МЕТАСТАБИЛЬНЫХ ПОЛИМОРФОВ

A.B. Симдянова, М.Н. Габдулхаев, В.В. Горбачук

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

ketmovaanastasia565@gmail.com

Обнаружение всех возможных полиморфов целевых соединений, а также выявление условий при которых те или иные формы могут стабилизированы являются актуальными задачами фармацевтики [1]. Среди полиморфов особый интерес представляют метастабильные полиморфы, которые обладают большей биодоступностью и проявляют большую биологическую активность из-за повышенной кинетики растворимости. Однако воспроизводимое приготовление метастабильных полиморфов требует применения сложных процедур, подбора условий. Оптимальным решением этой проблемы, исключающим проблему «исчезающих полиморфов» является использование твердофазных процессов в бинарных и тройных системах [2].

В настоящей работе обнаружен новый полиморф фенилбутазона, показана возможность воспроизводимого приготовления метастабильных α и β полиморфов (PBZ). Для этого твердый PBZ, а также его сольваты были насыщены парами различных растворителей при комнатной температуре. Были подобраны растворители, пары которых при последовательном насыщении приводят к изменению упаковки PBZ с образованием метастабильных полиморфов. Физико-химические свойства полученных предложенным способом метастабильных полиморфов были охарактеризованы с помощью ряда физических методов.

1. Gataullina K.V., Buzyurov A.V., Nagrimanov R.N., Mukhametzyanov T.A., Ziganshin M.A., Solomonov B.N., Schick C. / New Polymorph of Indomethacin: Screening by Solid-State Guest Exchange and Characterization Using Fast Scanning Calorimetry // Cryst. Growth Des. 2023. V. 23. P. 7109-7118.

2. Gabdulkhaev M.N., Ziganshin M.A., Buzyurov A.V., Schick C, Solovieva S.E., Popova E.V., Gubaidullin A.T., Gorbatchuk V.V. / Smart control of calixarene polymorphic states // CrystEngComm. 2020. V. 22. P. 7002-7015.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА НА АРХИТЕКТУРУ И НА МАГНИТНО-РЕЛАКСАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ, СОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЯ Mn^{2+}

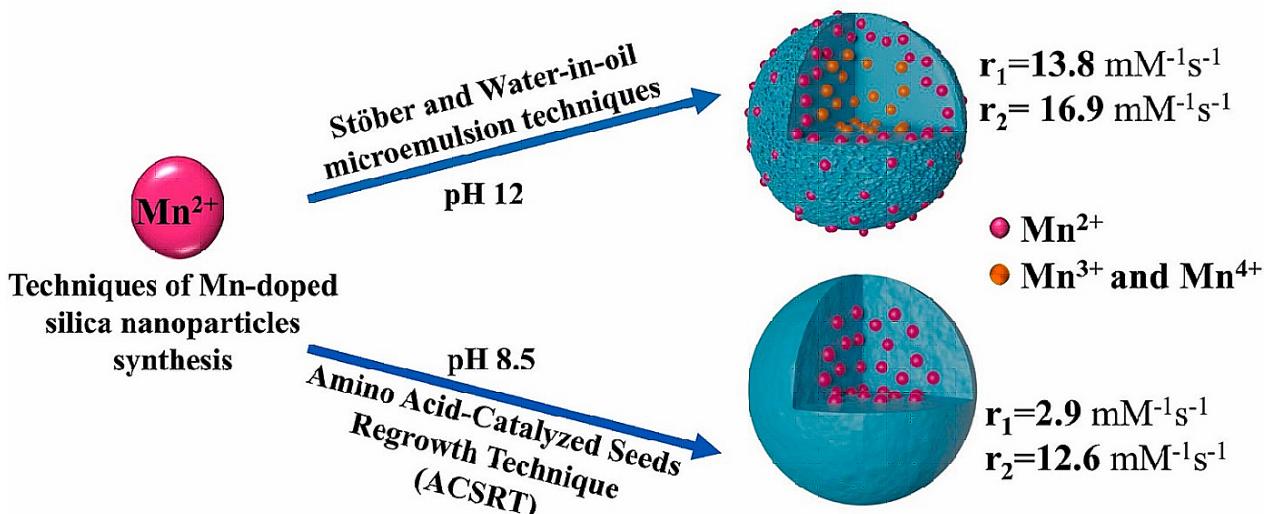
Д.И. Смекалов^a, О.Д. Бочкова^{a, b}, А.Р. Мустафина^b

^a Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, Казань, Россия

^b Институт органической и физической химии им. А.И. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

Интерес к соединениям Mn^{2+} как к контрастным агентам (КА) в магнитно-резонансной томографии обусловлен высоким магнитным моментом ионов Mn^{2+} и их низкой токсичностью для человека.

Особенностью нашей работы является успешное включение комплекса Mn^{2+} с 1,10-фенантролином в наночастицу диоксида кремния с помощью метода гидролиза тетраэтоксисилана в присутствии аминокислоты в слабо щелочной среде (ACSRT), несмотря на неустойчивость комплексов Mn^{2+} в щелочной среде. В наночастицах диоксида кремния, полученных методом обратной микроэмulsionи типа вода-в-масле (W/O) и методом Штобера в сильно щелочной среде, присутствуют соединения Mn^{3+} и Mn^{4+} в дополнение к Mn^{2+} . Сравнительный анализ магнитно-релаксационных свойств наночастиц показал, что наночастицы, синтезированные методом W/O, обладают наиболее высокими значениями продольной (r_1) и поперечной (r_2) релаксивности. Это связано с близким расположением к поверхности наночастиц ионов Mn^{2+} и, следовательно, с более высокой скоростью обмена молекул воды в первой координационной сфере Mn^{2+} , по сравнению с наночастицами, синтезированными методом ACSRT. Данный факт демонстрирует зависимость магнитно-релаксационных свойств от условий синтеза.



Работа была поддержана Российским Научным Фондом (грант №22-13-00010).

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ КЛАСТЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ МОЛИБДЕНА В СОЧЕТАНИИ С ВОССТАНОВЛЕННЫМ ОКСИДОМ ГРАФЕНА ДЛЯ СОЗДАНИЯ АМПЕРОМЕТРИЧЕСКИХ ИММУНОСЕНСОРОВ

*А.А. Смирнова^a, Д.В. Брусницын^a, А.Н. Рамазанова^a, С.А. Семенова^a, М.А. Зиганишин^a,
Э.Р. Каримова^b, Ю.Г. Елистратова^c, А.Р. Мустафина^c*

^a*Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия*

^b*ГАУЗ Межрегиональный клинико-диагностический центр, Казань, Россия*

^c*ИОФХ им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия*

sanna3501@gmail.com

В последнее время хорошо себя зарекомендовали в составе иммunoсенсоров современные перспективные материалы. К ним можно отнести кластерные комплексы переходных металлов, которые в зависимости от природы лиганда могут обладать гидрофобными или гидрофильными свойствами.

Для нужд аналитической химии интерес к кластерным комплексам переходных металлов в первую очередь связан с их высокой электрохимической активностью, что может быть использовано в качестве метки в составе иммunoсенсоров.

Целью нашей работы являлась разработка композиционных материалов на основе гексамолибденовых кластерных комплексов с апикальными лигандами на основе изоникотиновой кислоты в сочетании с восстановленным оксидом графена в качестве модификаторов поверхности планарных электродов.

Размер наночастиц гексамолибденовых кластерных комплексов в хитозане определяли с помощью атомно-силовой микроскопии.

Электрохимическую активность гексамолибденовых кластерных комплексов проверяли варьированием pH буферных растворов и их концентрации на поверхности планарного электрода. Установлено, что электрохимический сигнал на вольтамперной кривой от гексамолибденовых кластерных комплексов проявляется при потенциале 100 мВ на фоне фосфатного буферного раствора. Добавление на поверхность электрода в качестве модификатора восстановленного оксида графена приводит к значительному увеличению электропроводности подложки.

Гексамолибденовые кластерные комплексы дают стабильный и воспроизводимый отклик на поверхности электрода, что может быть использованы для разработки иммунохимических датчиков.

ЭЛЕКТРООКИСЛИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ С-Н/Н-АМИДИРОВАНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ СУБСТРАТОВ

C.O. Стремакалова^a, А.И. Кононов^a, Г.Н. Савельев^b, А.Д. Злыгостев^b, Ю.Г. Будникова^a

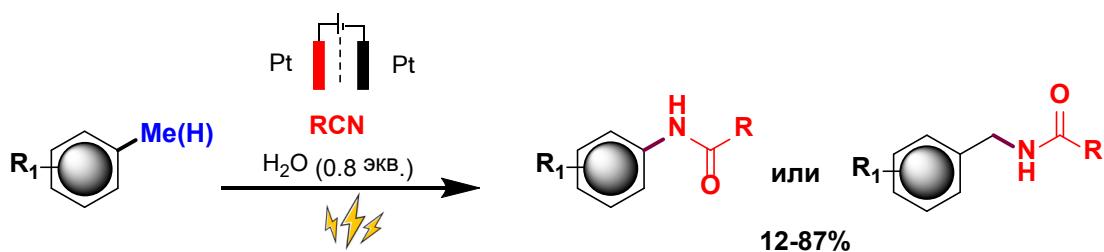
^aИнститут органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

^bКазанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

so4nar36@yahoo.com

Амидный фрагмент является одной из наиболее распространенных функциональных групп в природных материалах, поэтому поиск новых селективных и «мягких» методов синтеза органических соединений, содержащих амидные фрагменты, имеет первостепенное значение в химии и биохимии [1]. В настоящее время электрохимические реакции являются одной из самых востребованных и «зеленых» стратегий образования связи углерод-элемент, включая амидную C-N связь [2].

Была проведена серия реакций электрохимического амидирования C(sp²)-H и C(sp³)-H связей широкого спектра ароматических субстратов с использованием нитрилов в качестве источника амидного фрагмента. В результате были получены анилиды и N-бензиламиды в одну стадию в мягких условиях с выходами до 87% [3-4].



Установлена ключевая роль гидроксильного радикала, образующегося при окислении воды, что было подтверждено методом ЭПР в присутствии спиновой ловушки.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ 22-13-00017.

1. Sabatini M.T., Boulton L.T., Sneddon H.F., Sheppard T.D. *Nat. Catal.*, 2019, 2, 10–17.
2. Seavill P.W., Wilden J.D. *Green Chem.*, 2020, 22, 7737–7759.
3. Strekalova S., Kononov A., Morozov V., Babaeva O., Gavrilova E., Budnikova Y. *Adv. Synth. Catal.*, 2023, 365, 3375-3381.
4. Strekalova S., Kononov A., Rizvanov I., Budnikova Y. *RSC Adv.*, 2021, 11, 37540-37543.

АКТИВНЫЙ ТРАНСПОРТ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ С УЧАСТИЕМ ФОСФОРИЛИРОВАННЫХ БЕТАИНОВ

Д.Р. Султанова, Н.В. Давлетшина

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

Извлечение редкоземельных элементов (РЗЭ) из природных источников является очень важным процессом из-за высокой стоимости и ограниченной доступности этих металлов. Мембранные экстракции являются перспективным методом извлечения различных субстратов, в том числе и ионов редких металлов. По сравнению с традиционным методом жидкостной экстракции, мембранные процессы характеризуются более высокой селективностью, меньшими энергозатратами и экологичностью.

Нами был изучен процесс мембранный экстракции фосфорилированных бетаинов **1** и **2** по механизму симпорта. В качестве экстрагента сравнения использовался промышленный триоктилфосфоноксид **3**.

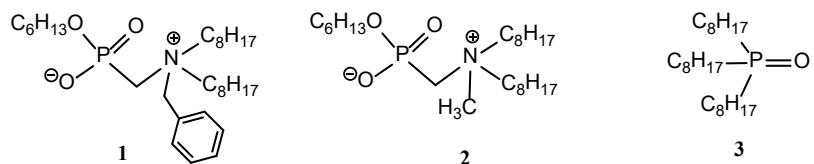


Рис. 1. Структурные формулы переносчиков 1-3

	P-106 m/c								
	La	Ce	Pr	Eu	Nd	Gd	Dy	Ho	Er
1	10.5	7.6	7.0	9.6	10.6	8.0	9.2	5.2	9.2
2	6.0	7.2	8.7	7.5	9.0	7.7	8.3	3.9	6.3
3	3.0	2.8	3.3	4.1	4.9	4.3	4.0	4.3	2.8

Полученные данные – величины проницаемости P_m по выбранному металлу – приведены в таблице.

Результаты показали, что переносчики **1** и **2** более эффективно транспортируют катионы РЗЭ через мембрану по сравнению с промышленным экстрагентом. Полученные данные свидетельствуют о перспективности дальнейшего изучения и практического использования данных экстрагентов для разделения и концентрирования ионов РЗЭ.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №22-23-00335, <https://rsrf.ru/project/22-23-00335/>.

**ПРОИЗВОДНЫЕ ПИЛЛАР[5]АРЕНА С АМИНОКИСЛОТНЫМИ ФРАГМЕНТАМИ:
ОБРАЗОВАНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ АССОЦИАТОВ В ПРИСУТСТВИИ
СЫВОРОТОЧНОГО АЛЬБУМИНА**

Д.К. Такунцева, В.Р. Султанаев, Л.С. Якимова, И.И. Стойков

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

darya.takuntseva@mail.ru

Введение различных аминокислотных функций в структуру пиллар[5]ареновой платформы позволит управлять способностью данного класса макроциклов к супрамолекулярной самосборке и молекулярному распознаванию разнообразных субстратов, что необходимо при разработке систем адресной доставки [1]. Лекарственные системы на основе альбуминов обладают высокой терапевтической эффективностью, обусловленной сохранением мономерной формы белка, длительным периодом циркуляции систем в организме, что может привести к значительным преимуществам результирующих систем [2].

В данной работе были синтезированы карбоксибетаиновые производные пиллар[5]аренов, функционализированных фрагментами аминокислот (*L*-фенилаланина, глицина и *L*-аланина), комплексом физических методов было изучено взаимодействие синтезированных макроциклов с метиловым оранжевым и бычьим сывороточным альбумином и установлено образование наноразмерных частиц со средним гидродинамическим диаметром порядка 8 нм, а также влияние различных аминокислотных заместителей на константы ассоциации в тройных системах, долю α -спиралей в белковой структуре и процентное соотношение мономерной формы.

Полученные в рамках данной работы результаты могут помочь в понимании механизмов стабилизации нативных форм белковых молекул и развитии нового направления лекарственных препаратов на основе альбуминов и макроциклической платформы пиллар[5]аренов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №18-73-10094) <https://rscf.ru/project/18-73-10094/>.

1. Antipin, I.S.; Alfimov, M.V.; Arslanov, V.V.; Burilov, V.A.; Vatsadze, S.Z.; Voloshin, Y.Z.; Volcho, K.P.; Gorbatchuk, V.V.; Gorbunova, Y.G.; Gromov, S.P.; et al. Functional supramolecular systems: Design and applications // Russ. Chem. Rev. 2021. Vol. 90. P. 895–1107.

2. Spada A., Emami J., Tuszyński J.A., Lavasanifar A. The uniqueness of albumin as a carrier in nanodrug delivery // Mol. Pharm.—2021.—Vol. 18.—P. 1862–1894.

ТИАКАЛИКСАРЕНЫ, СОДЕРЖАЩИЕ ОСТАТКИ АРОМАТИЧЕСКИХ АМИНОКИСЛОТ: СИНТЕЗ, АГРЕГАЦИЯ И ИНГИБИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ПО ОТНОШЕНИЮ К α -ХИМОТРИПСИНУ

O.C. Терентьева, П.Л. Падня, О.А. Мостовая, И.И. Стойков

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

olga-potrekeeva@mail.ru

Ферменты – это специфические белки, играющие роль биологических катализаторов. α -Химотрипсин является наиболее изученной из протеаз – ферментов, катализирующих расщепление пептидных связей. Поиск новых эффективных и нетоксичных ингибиторов ферментов является актуальной проблемой, решение которой затрагивает многие области включая медицину, сельское хозяйство и пищевую промышленность.

В настоящее время актуальной задачей является поиск модуляторов ферментативной активности на основе полифункциональных строительных блоков, таких как фуллерены, нанотрубки и т.п., в том числе макроциклических соединений. Привлекательность последних обусловлена их структурными особенностями, позволяющими сравнительно легко фиксировать расположение в пространстве связывающих групп, что открывает возможность создавать на их основе лиганды для разного рода биомолекул, в т.ч. ферментов. (Тиа)каликсарены являются удобной синтетической платформой для создания синтетических агентов, которые распознают и связываются с конкретными участками поверхности белка. Введение в структуру тиакаликс[4]арена остатков *L*-триптофана, *L*-тиrozина и *L*-фенилаланина может способствовать к эффективному взаимодействию с α -химотрипсином, так как хорошо известно, что этот фермент расщепляет пептидные связи, образованные ароматическими аминокислотами.

В этой работе, были синтезированы новые производные *n*-*трет*-бутилтиакаликс[4]арена, содержащие по нижнему ободу фрагменты *L*-триптофана, *L*-тиrozина и *L*-фенилаланина, в конфигурации конус, частичный конус и 1,3-альтернат. Агрегационные свойства синтезированных макроциклов исследованы методом динамического рассеяния света. Было установлено, что полученные соединения эффективно связываются с α -химотрипсином, при этом производные *n*-*трет*-бутилтиакаликс[4]арена в конфигурации конус также способны модулировать его каталитическую активность.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ №19-73-10134.

КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ТРИФЛАТА АЛЮМИНИЯ В СИНТЕЗЕ НОВЫХ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГЛИЦИДИЛОВЫХ ЭФИРОВ

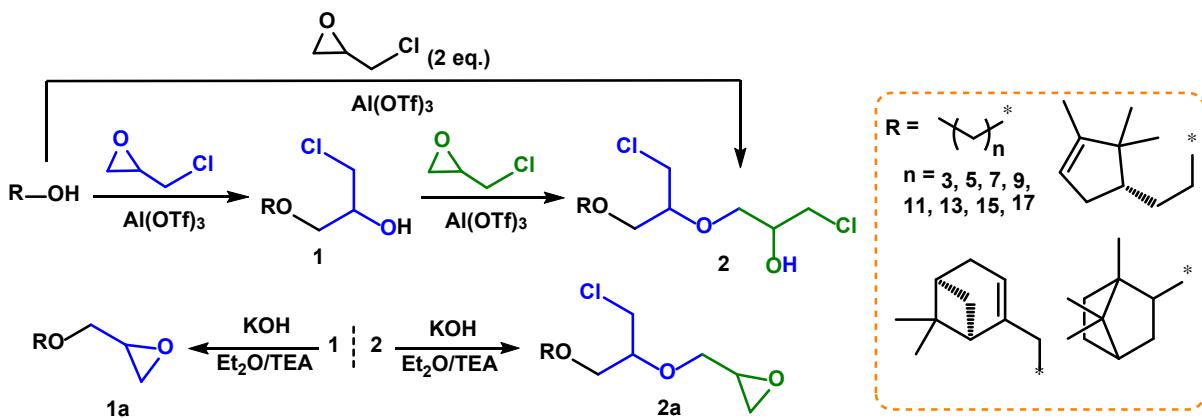
E.A. Титов^{1, 2}, A.V. Немтарёв^{1, 2}, B.Ф. Миронов^{1, 2}

¹ Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

² Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
EvATitov@kpfu.ru

Эпоксиды играют важную роль в направленном синтезе веществ с высоким потенциалом практического применения. Разработка мягких подходов к получению данного класса соединений и эффективных путей их дальнейшей модификации является актуальной задачей современной химии. Синтез функционализированных оксиранов может быть осуществлен модификацией простейших эпоксидов из числа промышленно доступных α -окисей олефинов. Данный подход, как правило, основан на катализитическом раскрытии оксиранового цикла и выбор катализитической системы носит принципиальный характер, влияющий на выход конечных продуктов.

В настоящей работе обсуждаются вопросы направленного синтеза глицидиловых эфиров, содержащих циклический монотерпенильный фрагмент. Показано, что трифлат алюминия демонстрирует высокую эффективность в модификации эпоксидов высоколабильными в кислых средах О-нуклеофилами – терпеновыми спиртами. Возможность контроля реакции позволяет получать не только соединения **1** и **1a**, но и более сложные – **2** и **2a**, что открывает новый путь к синтезу полифункциональных эпоксидов.



Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках субсидии, выделенной КФУ (FZSM-2023-0018) и ФИЦ КазНЦ РАН на выполнение государственного задания.

1. Williams, D.B.G.; Lawton, M.; Org. Biomol. Chem. 2005, 3, 3269-3272
2. Mironov V.F.; Nemtarёv A.V.; Tsepaeva O.V.; Dimukhametov M.N.; Litvinov I.A.; Voloshina A.D.; Pashirova T.N.; Titov E.A.; Lyubina A.P.; Amerhanova S.K.; Gubaидуллин A.T.; Islamov D.R. Molecules 2021, 26 (21), 6350.

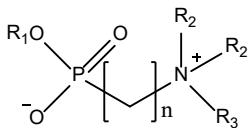
СИНТЕЗ β -АМИНОФОСФОНАТОВ НА ОСНОВЕ ДИАЛКИЛАМИНОВ

Д.А. Толометова, Р.Р. Давлетшин, Е.А. Ермакова, Н.В. Давлетшина

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

tolometova3@gmail.com

Ранее в нашей группе была получена широкая серия α -фосфорилированных бетаинов, которые показали высокую комплексообразующую способность к ионам редкоземельных металлов.



В настоящем исследовании планируется расширить базу объектов исследования, увеличив длину линкера между атомом азота и фосфора и получить β -фосфорилированные бетаины. Были выполнены первые стадии синтеза, в ходе которых получены β -аминофосфонаты следующей структуры:

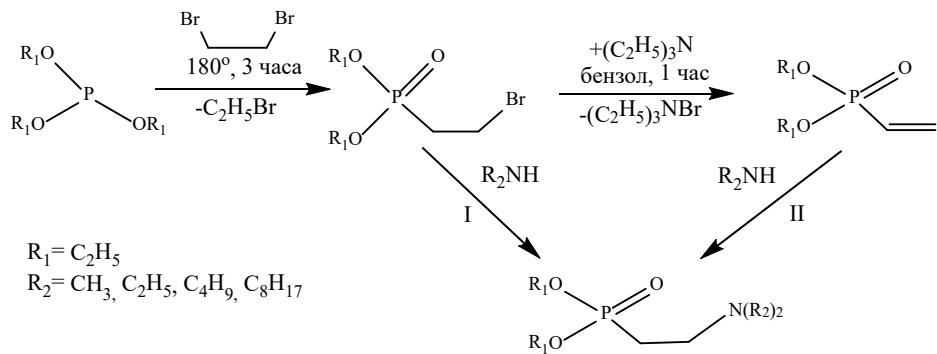


Рис. Схема синтеза β -аминофосфонатов

На первой стадии синтеза смесь триэтилфосфита и дибромэтана нагревали в течение трех часов при температуре 1. На второй стадии смесь диалкилфосфоната и триэтиламина в абсолютированном бензоле грели в течение 1 часа с обратным холодильником.

На третьей стадии (II) смешивали полученный винилфосфонат с диалкиламинами: при комнатной температуре реакция проходила в течение 2-3 часов.

Реакции контролировали методами ИК- и ЯМР ^{31}P и ^1H спектроскопии. Все соединения были выделены и охарактеризованы физическими методами исследования.

Нами были предприняты попытки получения β -аминофосфонатов в две стадии взаимодействием диалкилфосфоната с диалкиламинаами. Однако, выход продукта оказался низким (7%); согласно спектру ЯМР ^{31}P в данной реакции наблюдалось образование винилфосфоната.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №22-23-00335, <https://rscf.ru/project/22-23-00335/>.

ИЗУЧЕНИЕ АДСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ МЕЗОПОРИСТОГО СИЛИКАГЕЛЯ, ДОПИРОВАННОГО ЦЕРИЕМ И МОДИФИЦИРОВАННОГО СЕРЕБРОМ, МЕТОДОМ ОБРАЩЕННОЙ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

К.А. Требунских, А.А. Токранов, Е.О. Токранова, Р.В. Шафигулин, А.В. Буланова

*Самарский национальный исследовательский университет им. Академика С.П. Королева,
Самара, Россия
fileona@mail.ru*

Мезопористые силикагели – соединения с неорганической матрицей, обладающие развитой пористой структурой, и получившие широкое распространение благодаря таким физико-химическим характеристикам как механическая прочность, термическая стойкость, устойчивость при воздействии органических растворителей. Пористые кремнеземы используются в качестве сорбентов для различных газов и жидкостей, а также в качестве адсорбентов для сорбции физиологически активных веществ, таких как витамины и аминокислоты.

Адсорбционные свойства мезопористых кремнеземов изучали методом обращенной газовой хроматографии на газовом хроматографе TraceGC с пламенно-ионизационным детектором. В качестве тестовых адсорбатов использовали: нормальные алканы (C₆ – C₈), метанол, этанол, пропанол, изо-пропанол, бензол, нитрометан, ацетон, о-ксилол, м-ксилол, п-ксилол.

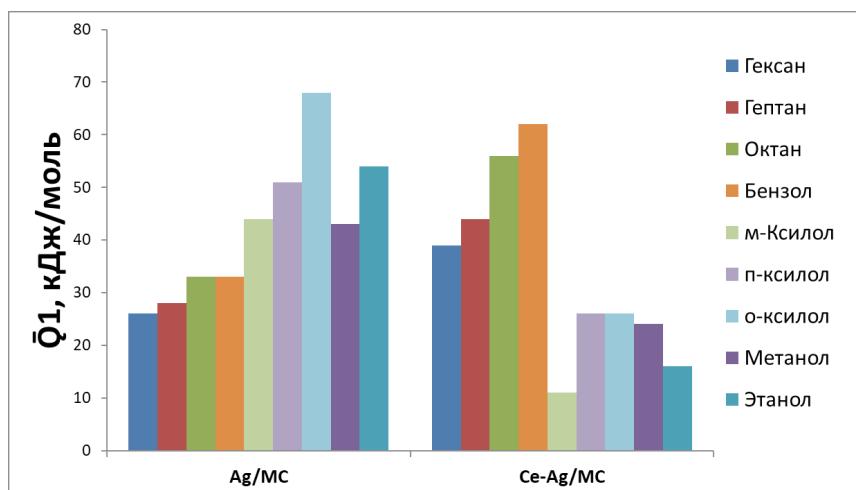


Рис.1. Влияние допирования на величины теплот (\bar{Q}_1) адсорбции углеводородов на адсорбентах Ag/MC и Ce-Ag/MC

Для определения влияния допирования на адсорбционные свойства мезопористого силикагеля, модифицированного серебром, проводили сравнение величин теплот адсорбции (\bar{Q}_1) тестовых органических соединений. Для линейных углеводородов теплоты адсорбции на модифицированных силикагелях закономерно увеличиваются от гексана к октану, но интенсивность роста различается. Образец Ce-Ag/MC характеризуется большими теплотами адсорбции алканов и бензола. Кроме того, на Ce-Ag/MC наблюдается инверсия теплот адсорбции спиртов – у метанола выше, чем у этанола, что может быть связано с текстурными характеристиками образца.

ТРИАРИЛФОСФОНИЕВЫЕ СОЛИ НА ОСНОВЕ β -ИОНОНА

У.П. Урубкова^a, М.Э. Шемахина^{a,b}, А.В. Немтарев^{a,b}, В.Ф. Миронов^{a,b}

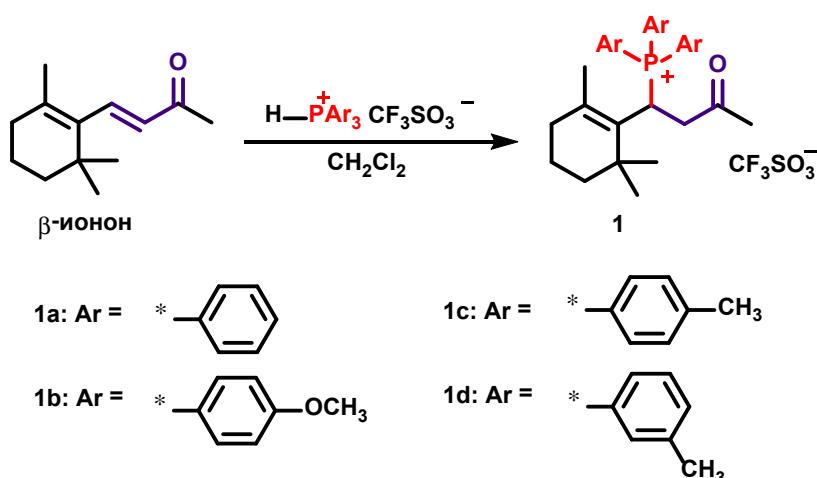
^aКазанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

^bИнститут органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

urubkova@inbox.ru

Одним из перспективных направлений фосфорорганической химии является разработка методов получения солей фосфония, обладающих практически ценными свойствами. Модификация природных соединений, в частности изопреноидов, фосфониевыми фрагментами придает последним ценные биологические свойства. β -Ионон, представитель циклических монотерпеноидов, вызывает большой интерес благодаря своим противовоспалительным, противогрибковым, антимикробным и противоопухолевым свойствам [1], что позволяет использовать его в качестве модельной структуры для создания новых биологически активных соединений [2,3].

В представленной работе описывается синтез и биологическая активность новых четвертичных фосфониевых производных **1a-d** на основе β -ионона.



Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках субсидии, выделенной КФУ (FZSM-2023-0018) и ФИЦ КазНЦ РАН на выполнение государственного задания.

1. M. Yin, C. Li, L. Zhang, L. Zhang, J. Lin, N. Jiang, Q. Wang, Q. Xu, H. Zheng, L. Gu, Y. Jia, B. Yu, G. Zhao // Int. Immunopharmacol. 2022. V. 110. P. 108992.
2. M. Ansari, S. Emami // Eur. J. Med. Chem. 2016. V. 123. P. 141.
3. K. Winska, M. Grabarczyk, W. Maczka, B. Zarowska, G. Maciejewska, K. Dancewicz, B. Gabrys, M. Anioł // Appl. Sci. 2017. V. 7, N. 1. P. 12.

ИЗУЧЕНИЕ ФАКТОРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ

Г.Р. Фазылзянова, Е.С. Охотникова, Т.Н. Юсупова, Ю.М. Ганеева

Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
gul.fazilzyanova@yandex.ru

Полимерно-битумное вяжущее (ПБВ) – недорогой термопластичный материал, широко используемый в качестве кровельного, дорожного и гидроизоляционного материала. Несмотря на улучшенные свойства, ПБВ имеют существенный недостаток – они расслаиваются при высокотемпературном хранении. Цель работы заключалась в изучении факторов (состав среды, условия приготовления ПБВ), влияющих на стабильность ПБВ и оценке скорости расслаивания ПБВ при высокотемпературном хранении.

При изучении влияния состава битумов на стабильность ПБВ при высокотемпературном хранении установлено, что основным дестабилизирующим компонентом ПБВ являются асфальтены ($>7\%$), повышение содержания парафино-наftenовых углеводородов напротив, приводит к увеличению стабильности при хранении.

При изучении влияния условий приготовления ПБВ на стабильность при высокотемпературном хранении было установлено, что условия приготовления ПБВ (время и скорость перемешивания) не влияют на процессы сегрегации, происходит полное расслаивание композитов, заключающееся в концентрировании полимеробогащенной фазы (ПОФ) в верхнем слое, а асфальтенобогащенной фазы (АОФ) в нижнем. Установлено, что процессы сегрегации ПОФ и АОФ начинаются уже через 2 часа хранения, а полное расслаивание происходит в течение 7-8 часов. ПБВ, на основе полиэтилена низкой плотности, является наиболее стабильным при высокотемпературном хранении.

Дальнейшее развитие в решении проблемы повышения стабильности подобных материалов авторы видят во введении стабилизирующих полимер и асфальтены добавок, в частности биополимеров.

В ходе проведения исследования установлено, что концентрирование асфальтенов в нижнем слое ПБВ могут давать некорректные результаты при оценке малакометрических данных ПБВ. Оценку стабильности ПБВ предлагается проводить посредством изучения содержания полимера в верхнем и нижнем слоях композиций методом калориметрии.

АГРЕГАЦИОННЫЕ И КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НОВЫХ ДЕНДРИМЕРОВ НА ОСНОВЕ ТИАКАЛИКС[4]АРЕНОВ

A.A. Федосеева^a, А.М. Фатыхова^a, Э.Д. Султанова^a, В.А. Бурилов^a, И.С. Антипин^{a,b}

^aКазанский (Приволжский) Федеральный Университет, Казань, Россия

^bИнститут органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

afedoseewa03@gmail.com

Создание и исследование амфи菲尔ных макроциклических молекул привел к новому витку в таких областях как супрамолекулярная химия и нанотехнология. Особый интерес представляет создание многофункциональных систем, которые обладают свойством удерживать и / или доставлять субстраты различного строения, что позволяет использовать их в качестве наноконтейнеров для лиофильных молекул-гостей (реагентов реакций, красителей, лекарств), а также применять их для получения катализически-активных гибридных материалов.

В нашей группе впервые были синтезированы дендримерные структуры (рисунок 1), которые самоассоциируются в водной среде и солюбилизируют гидрофобные субстраты. Данные системы были использованы в качестве органической матрицы для создания гибридных органо-неорганических композитов, применяемых в катализе. Это продемонстрировано получением палладиевых частиц в присутствии макроциклов, которые проявили высокую эффективность в реакциях кросс-сочетания Сузуки. Кроме того, показали солюбилизирующую способность макроциклов по отношению к водонерастворимому красителю.

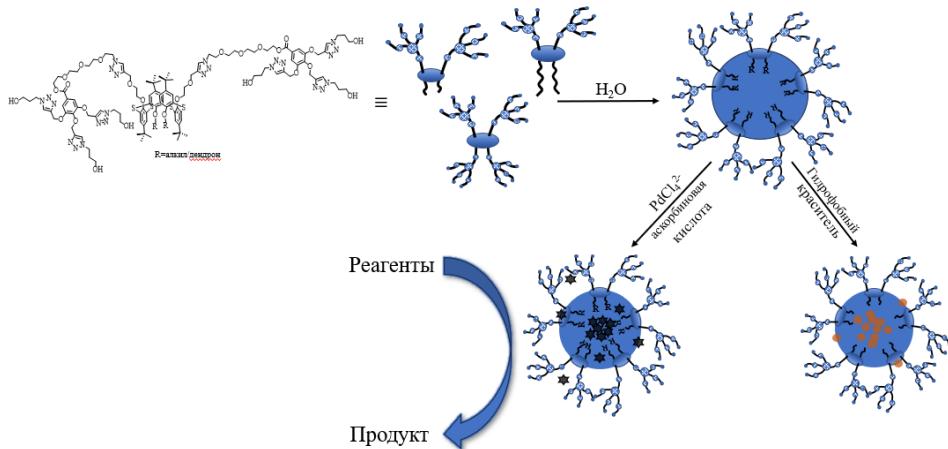


Рис. 1. Схематичное изображение самоорганизации и применение макроциклов

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ №23-73-01140.

**N-АЦЕТИЛ-D-ГЛЮКОЗАМИНОВЫЕ 1,2,3-ТРИАЗОЛСОДЕРЖАЩИЕ
АНАЛОГИ НУКЛЕОЗИДОВ.
СИНТЕЗ И ПРОТИВОВИРУСНАЯ АКТИВНОСТЬ**

**Л.Р. Хабибулина^{a,b}, Б.Ф. Гарифуллин^{a,b}, М.Г. Беленок^a, Л.Ф. Сайфина^a, В.В. Зарубаев^c,
В.Э. Семенов^a, В.Е. Катаев^a**

^aИнститут органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

^bКазанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия

^cСанкт-Петербургский НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Пастера,
Санкт-Петербург, Россия
khabibulina.l.96@gmail.com

Интерес к синтезу и изучению биологической активности аналогов нуклеозидов не ослабевает с момента открытия структуры ДНК. На данный момент уже свыше 90 соединений этого класса одобрено для лечения различных видов рака и вирусных инфекций [1]. Ранее нами были получены 1,2,3-триазолилсодержащие аналоги нуклеозидов **1d-4d** и **1f-4f**, особенность которых – N-ацетил-D-глюкозаминовый углеводный остаток. Была исследована противовирусная активность синтезированных соединений (рис. 1).

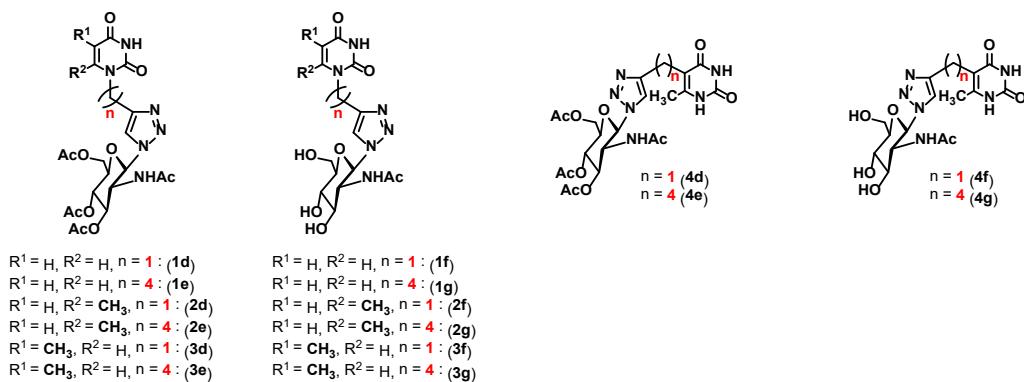


Рис. 1. 1,2,3-триазолсодержащие аналоги на основе урацила, тимина,
6-метилурацила и N-ацетил-D-глюкозамина

В настоящей работе нами был расширен ряд аналогов нуклеозидов за счет удлинения спейсера между углеводным остатком и нуклеиновым основанием. Для новых синтезированных соединений была исследована противовирусная активность в отношении вируса гриппа H1N1 и Коксаки B3. Соединение **3g** продемонстрировало умеренную противовирусную активность в отношении вируса гриппа H1N1, и лучшую активность в отношении вируса Коксаки B3.

Автор благодарит ЦКП-САЦ ФИЦ КазНЦ РАН за техническую поддержку проведенных исследований.

1. Pastuch-Gawołek, G. et al. Eur. J. Pharm. 2019, 865, 172747.

**ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОРТИЗОЛА
НА ЭЛЕКТРОДАХ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ КОМПОЗИТАМИ
МОЛЕКУЛЯРНО-ИМПРИНТИРОВАННОГО ПОЛИМЕРА
С ИММОБИЛИЗОВАННЫМИ ЧАСТИЦАМИ ПЛАТИНЫ**

**Д.Ю. Хайруллина, Л.Р. Мухаметшина, Ю.А. Лексина, И.А. Челнокова, Л.Г. Шайдарова,
Г.К. Будников**

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

khairullinadarina@gmail.com

Кортизол (гидрокортизон, ГК) – природный глюкокортикоид, который оказывает противовоспалительный, противоаллергический и противоздушный эффекты. Он участвует в реакции организма на стресс и, следовательно, может использоваться в качестве биомаркера для раннего выявления стресса.

Вольтамперометрию широко используют в анализе органических соединений. Каталитические свойства химически модифицированных электродов (ХМЭ) позволяют значительно расширить аналитические возможности метода. Для улучшения электродных характеристик ХМЭ используют молекулярно-импринтированные полимеры (МИП) из-за способности высокоспецифичного распознавания молекул-темплатов, отпечатки структуры которых заложены в полимерном слое. Перспективным способом формирования МИП на поверхности рабочего электрода является электрополимеризация мономера в потенциодинамическом режиме в присутствии молекул-темплата.

В настоящей работе разработан способ изготовления ХМЭ на основе планарного электрода (ПЭ), модифицированного композитом МИП на основе полипиррола с иммобилизованными частицами платины и оценена возможность его использования для вольтамперометрического определения ГК.

Для получения композитного электрода сначала на поверхности ПЭ формировали МИП путем электрополимеризации пиррола в присутствии темплата ГК, затем электроосаждали частицы платины. В условиях циклической вольтамперометрии на композитном электроде регистрируется четкий пик окисления ГК на фоне фосфатно-солевого буферного раствора при $E = 1.1$ В. Линейная зависимость тока пика от концентрации ГК наблюдается в интервале от 5×10^{-6} до 5×10^{-3} М. При этом наблюдается многократный прирост тока и уменьшение перенапряжения окисления ГК на композитном электроде по сравнению с немодифицированным ПЭ.

На основе полученных данных разработан способ вольтамперометрического определения ГК, который апробирован при анализе лекарственных средств. Установлено, что матричные компоненты не мешают определению. Правильность методики определена методом введенено-найдено. Предложенный способ позволяет проводить селективное определение ГК с высокой чувствительностью в рассматриваемых объектах анализа.

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета.

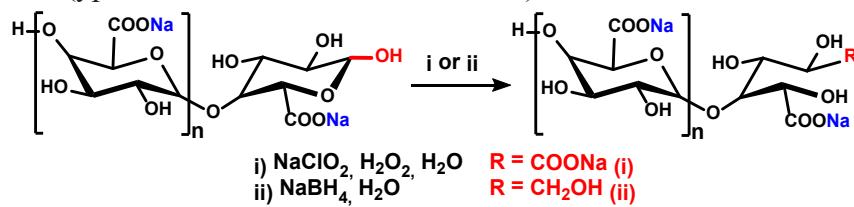
ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИ- α -Д-ГАЛАКТУРОНАТОВ НАТРИЯ С НЕВОССТАНАВЛИВАЮЩИМ КОНЦОМ

A.B Халиков, A.B. Немтарев, B.Ф. Миронов

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
adelkhalikov@yahoo.com

Благодаря способности сгущать растворы и образовывать гели, пектини нашли широкое применение в пищевой промышленности. Кроме того, в последние десятилетия ученые видят все больше перспектив для применения полиуронидов, и в частности пектинов и альгиновых кислот, в медицине и фармацевтике. Направленная химическая модификация природных полисахаридов приводит к существенному изменению физико-химических свойств последних, что позволяет их использовать в различных областях промышленности. Так, модифицированные производные целлюлозы нашли широкое применение в пищевой, медицинской, лако-красочной, химической промышленности и в ряде других областей. Низкометоксилированные и амидированные пектини используются как структурообразователи в пищевой промышленности. Пектини и их низкометоксилированные производные, полученные кислотно-основной или ферментативной модификацией обладают восстанавливющими свойствами благодаря присутствию альдегидной группы на конце макромолекулярной цепи.

В данной работе обсуждаются экспериментальные данные по синтезу полигалактуронатов натрия, содержащих невосстановляющий конец. Действием хлорита натрия и боргидрида натрия на полигалактуронаты натрия получены производные, содержащие фрагменты натриевых солей тетраоксигександиовой и пентаоксигексановой кислот соответственно. Исходный восстанавливющий полигалактуронат натрия получен щелочным гидролизом цитрусового пектина и представляет собой гомогалактуронан (уронидная составляющая 95±1%).



Исследование выполнено за счет средств субсидии, выделенной КФУ для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности (проект FZSM-2022-0020).

А-ГИДРОКСИФОСФОНАТЫ: СИНТЕЗ И СТРУКТУРА

У.А. Чемекова, Р.Р. Давлетшин, А.Н. Седов

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

sedandrey1998@gmail.com

Одним из важнейших классов фосфорорганических соединений являются α -гидроксифосфонаты, многие из которых обладают гербицидными, антибактериальными, противогрибковыми, антиоксидантными и противовирусными свойствами, а также являются полезными предшественниками ряда родственных производных, представляющих потенциальный биологический интерес [1-5]. Так, например, среди противовирусных агентов широкого спектра действия, содержащих фосфонатную группу хорошо известны аденинсодержащие ациклические нуклеозидфосфонаты, пролекарства адефовира и тенофовира, которые были одобрены для лечения гепатита В и ВИЧ-инфекции. [6,7]

В настоящем исследовании по реакции Абрамова получена широкая серия α -гидроксифосфонатов с целью их дальнейшей модификации.

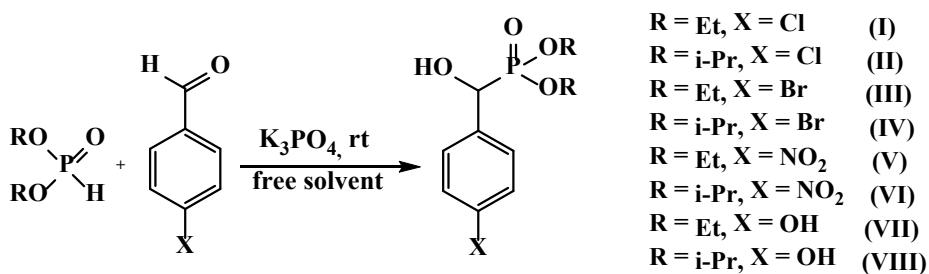


Схема синтеза α -гидроксифосфонатов I-VIII

Структура полученных соединений была подтверждена комбинацией методов ЯМР ^{31}P , ^{13}C , ^1H , ИК-спектроскопией и рентгеноструктурным анализом. Полученные соединения были исследованы на наличие antimикробной активности против ряда патогенных микроорганизмов человека и животных.

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета («Приоритет-2030»).

1. Desai J., Wang Y., Wang K., Wang S.R., Malwal E. ChemMedChem, 2016, 11, 2205-2215.
2. Dayde B., Pierra C., Gosselin G., Surleraux D., Llagouma A.T., Laborde C., Volle J.N., Virieux D., Pirat J.L. European Journal of Organic Chemistry, 2014, 2014, 1333-1337.
3. Beaton S.A., Huestis M.P., Sadeghi-Khomami A., Thomas N.R., Jakeman D.L. Chemical communications, 2009, 2, 238-240.
4. Ferry A., Guinchard X., Retailleau P., Crich D. Journal of the American Chemical Society, 2012, 134, 12289-12301.
5. De Clercq E. Antiviral research, 2007, 75, 1-13.
6. Kasthuri M., Chaloin L., Perigaud C., Peyrottes S. Tetrahedron: Asymmetry, 2011, 22, 1505-1511.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ВОССТАНОВЛЕННОГО ОКСИДА ГРАФЕНА В СОЧЕТАНИИ С НАНОЧАСТИЦАМИ КОБАЛЬТА

П.С. Чернова^a, Д.В. Брусницын^a, А.Н. Рамазанова^a, Ю.И. Журавлева^a, А.Б. Добрынин^b,
А.Ф. Сайфина^b, А.Т. Губайдуллин^b

^a*Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия*

^b*Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия*
polina_chernova_96@list.ru

Все чаще исследователи при выборе подходящего модификатора для исследования различных лекарственных препаратов используют композиционные материалы, позволяющие улучшить аналитические возможности разрабатываемых датчиков.

В рамках нашей работы были синтезированы высокотемпературным отжигом наночастицы кобальта непосредственно на поверхности восстановленного оксида графена, что позволило существенно увеличить электропроводность восстановленного оксида графена по сравнению с методами синтеза, в которых не используются соли металлов.

Для доказательства наличия существования наночастиц кобальта применяли сканирующую электронную микроскопию и порошковую дифрактометрию. Идентификацию кристаллических фаз проводили по базе данных порошковой дифрактометрии, что позволило установить кристаллическую форму наночастиц Co_3O_4 .

Также можно отметить, что у восстановленного оксида графена наблюдается повышение упорядоченности в ходе его модификации наночастицами кобальта.

Электрохимическое поведения композиционных материалов на основе восстановленного оксида графена и наночастиц кобальта изучали с помощью модификации данными материалами поверхности планарного печатного электрода. Для этого использовали комплекс вольтамперометрических методов, в частности дифференциально-импульсную и циклическую вольтамперометрию. Проведенные исследования показали, что на фоне фосфатного буферного раствора наночастицы кобальта в сочетании с восстановленным оксидом графена на поверхности планарного электрода дают необратимый пик при потенциале 550 мВ.

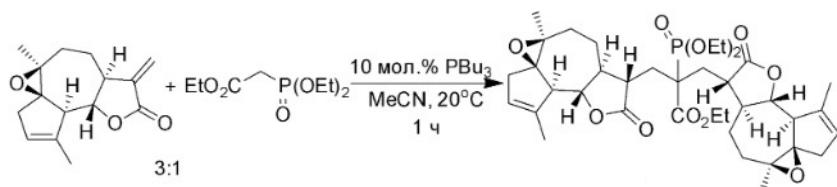
ФОСФИН-КАТАЛИЗИРУЕМОЕ ПРИСОЕДИНЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ ПРОНУКЛЕОФИЛОВ К α -МЕТИЛЕНЛАКТОНАМ

A.A. Шабанов, A.B. Салин

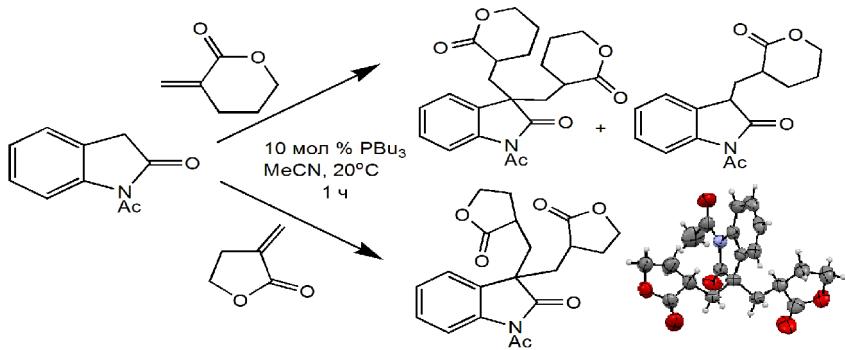
Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

grindaman@mail.ru

Катализическое сопряженное присоединение нуклеофилов к электроннодефицитным алkenам (реакция Михаэля) является одним из наиболее мощных и надежных инструментов для конструирования связей углерод-углерод и углерод-гетероатом [1]. В реакции третичных фосфинов с активированными алкенами, имеющими экзоциклическую кратную связь, нами был обнаружен эффект анхимерного содействия [2], что позволило проводить хемо- и стереоселективную функционализацию природных α -метиленлактонов, обладающих биологически активными свойствами. В настоящей работе с использованием органокатализа третичными фосфинами впервые осуществлен синтез производных пяти- и шестичленных α -метиленлактонов с различными СН-кислотами. Например, в реакции триэтилфосфонацетата с трехкратным избытком арглабина хемо- и диастереоселективно образуется аддукт двойного присоединения по Михаэлю, содержащий новый четвертичный углеродный центр.



Предложенный метод позволяет эффективно получать также производные оксиндола, образующего обширную группу природных алкалоидов:



1. P. Perlmutter // 1 изд. – Oxford: Pergamon Press, 1992, 384.
2. A.V. Salin, D.R. Islamov. *Org. Biomol. Chem.*, 2019, **17**, 7293–7299.

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ КРЕМНИЕМ И ФТОРОМ НА СВОЙСТВА АЛЮМОХРМОВОГО КАТАЛИЗАТОРА

Д.Ф. Шамсулин, С.Р. Егорова, А.А. Ламберов, Р.В. Ермолаев, А.З. Курбангалеева

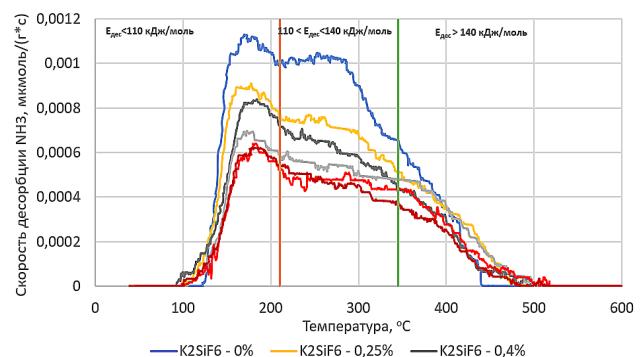
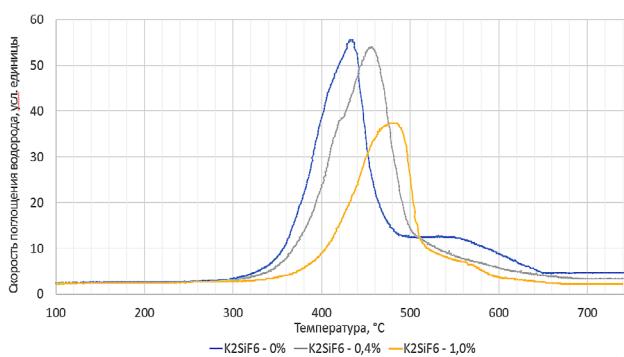
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

Daniil797001@mail.ru

Микросферические алюмохромовые катализаторы применяются в процессах неокислительного дегидрирования низших парафинов. Активными центрами в реакции дегидрирования низших парафинов являются ионы Cr(III). Алюмохромовый катализатор представляет собой сложную систему, состоящую из носителя (γ -Al₂O₃), активного компонента (Cr₂O₃), промотора (K₂O) и различных модификаторов. Каталитические свойства зависят от состояния активного компонента. В настоящее время отсутствуют данные по совместному модифицированию кремнием и фтором микросферических алюмохромовых катализаторов дегидрирования парафинов.

В работе изучено влияние модифицирования алюмохромовых катализаторов фторидом аммония на состояние активных центров и каталитические показатели в процессе дегидрирования изобутана в изобутилен в кипящем слое. Модифицирование K₂SiF₆ до 0,4% (масс. SiO₂) приводит к увеличению активности катализатора с 49,7 до 53,5% ($T_p = 590^\circ\text{C}$), селективность процесса изменяется от 85,4% до 85,9%, концентрация вторичных C₁-C₃ углеводородов уменьшается с 5,2 до 4,7%.

При введении K₂SiF₆ изменяется характер распределения хрома, что приводит к увеличению температуры восстановления модифицированных катализаторов (рисунок 1). Это свидетельствует об увеличении стабилизации хроматов поверхностью носителя вследствие увеличения количества связей X–O–Cr (X=Al, Si). По данным температурно-программируемой десорбции аммиака (рисунок 2), введение модификатора до 1% масс. SiO₂ приводит к снижению общей кислотности носителя в ~2 раза. По данным импульсной хемосорбции кислорода, с увеличением содержания модификатора до 0,75% масс. SiO₂ уменьшается диаметр частиц кислородных соединений хрома на поверхности катализатора с 249 до 185 нм и увеличивается площадь поверхности металла с 3,3 до 4,5 м²/г.



**ТВЁРДЫЕ ЛИПИДНЫЕ НАНОЧАСТИЦЫ НА ОСНОВЕ ПИЛЛАР[5]АРЕНОВ,
СОДЕРЖАЩИХ АМИДНЫЙ И КАРБОКСИЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТЫ,
НАГРУЖЕННЫЕ 5-ФТОРУРАЦИЛОМ**

А.А. Шамсутдинов, Д.А. Филимонова, А.А. Назарова, Л.С. Якимова, И.И. Стойков

Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

zoranderer@yandex.ru

Лекарства группы антиметаболитов, используемые для лечения онкологических заболеваний, воздействуют на клетки как опухолевой, так и здоровой тканей организма. Это создает массу тяжелых побочных эффектов, среди которых тошнота, нарушения со стороны кроветворной системы, кардиотоксичность, кровотечения и др. С помощью адресной доставки препарата можно добиться лучшей переносимости лечения за счет более селективного действия лекарства. Для повышения избирательности действия лекарственных средств могут применяться твёрдые липидные наночастицы (ТЛН), что улучшает физико-химические и фармакологические свойства лекарств. Большой потенциал имеют ТЛН на основе макроциклов, в частности пиллар[5]аренов. Использование наночастиц такого типа позволяет добиться замедленного высвобождения лекарственного препарата.

В данной работе были синтезированы новые монозамещенные пиллар[5]арены, содержащие фрагменты малеинового и дигликолевого ангидридов. Структура полученных соединений была охарактеризована с помощью физико-химических методов анализа: ЯМР ^1H , ^{13}C и ИК спектроскопии, масс-спектрометрии, а также данными элементного анализа. На основе полученных соединений были синтезированы ТЛН, нагруженные 5-фторурацилом, противоопухолевым препаратом широкого спектра действия. Методом динамического рассеяния света было показано, что нагруженные ТЛН на основе макроцикла, содержащего фрагмент дигликолевого ангидрида, формируют частицы размером 125 нм, образуя стабильную монодисперсную систему ($\text{PDI} = 0,268$, $\zeta = -36 \text{ мВ}$). В то время как добавление 5-фторурацила к раствору макроцикла с малеиновой функцией приводит к образованию полидисперсной системы. С помощью метода просвечивающей электронной микроскопии было выяснено, что все полученные ТЛН образуют сферические агрегаты. Проведенное исследование позволяют расширить горизонты применения пиллар[5]аренов в адресной доставке лекарств.

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета («Приоритет-2030»).

КАЛИКС[4]АРЕНЫ С 1,3-ДИКЕТО-ГРУППАМИ КАК ЭФФЕКТИВНЫЕ СЕНСИБИЛИЗАТОРЫ EU³⁺ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ

A.E. Шведова¹, Г.Ш. Мамбетова^{1,2}, С.Н. Судакова¹, В.В. Сякаев¹, А.Н. Маслий³, И.М. Вацуро², С.Н. Подьячев^{1,2}, В.В. Ковалев², А.Р. Мустафина¹

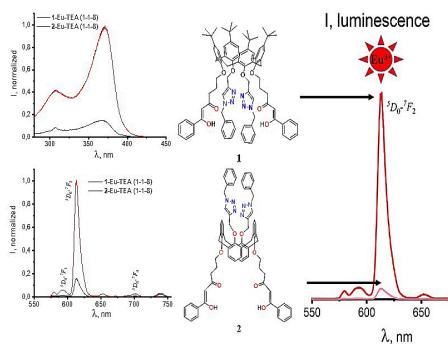
¹Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

³Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия

n-tat98@mail.ru

Возросший интерес к люминесцирующим комплексам лантанидов в последние десятилетия вызван широким технологическим и биомедицинским применением лантанид-центровой люминесценции, где перенос энергии с лиганда на металл рассматривается как ключевой фактор, определяющий сенсибилизацию данной люминесценции. Производные каликс[4]аренов, имеющие 1,3-дикетонные группы в качестве заместителей, уже известны как удобные лиганды, позволяющие связывать ионы лантаноидов в стабильные комплексы, а также как эффективные антенны для сенсибилизации Ln³⁺-центровой люминесценции. Введение дополнительных донорных групп, в частности, триазольных может способствовать расширению функциональных возможностей этих соединений.



Нами было проведено исследование новых производных каликс[4]арена в 1,3-альтернат и конус изомерных формах, содержащих пары 1,3-дикетонных и 1-ацилбензотриазольных фрагментов (соединения **1** и **2**). Установлено, что конус каликс[4]арен **1** образует комплекс 2:1 (лиганд: Ln³⁺), получающийся в результате координации ионов Ln³⁺ как через 1,2,3-триазольную, так и через 1,3-дикетонатную группы. При этом в растворе также образуется димерная форма 2:2, где ионы Ln³⁺ координированы только через 1,3-дикетонатные группы. В случае 1,3-альтернат каликс[4]арена **2** координация осуществляется с участием только 1,3-дикетогрупп. Каликс[4]арен **1** является более эффективной антенной для сенсибилизации ионов Eu³⁺, чем его 1,3-альтернат аналог **2**.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (грант №21-13-00115).

γ -ОКСААЛКИЛФОСФОНАТЫ НА ОСНОВЕ ПУЛЕГОНА

М.Э. Шемахина^{a,b}, А.В. Немтарев^{a,b}, В.Ф. Миронов^{a,b}

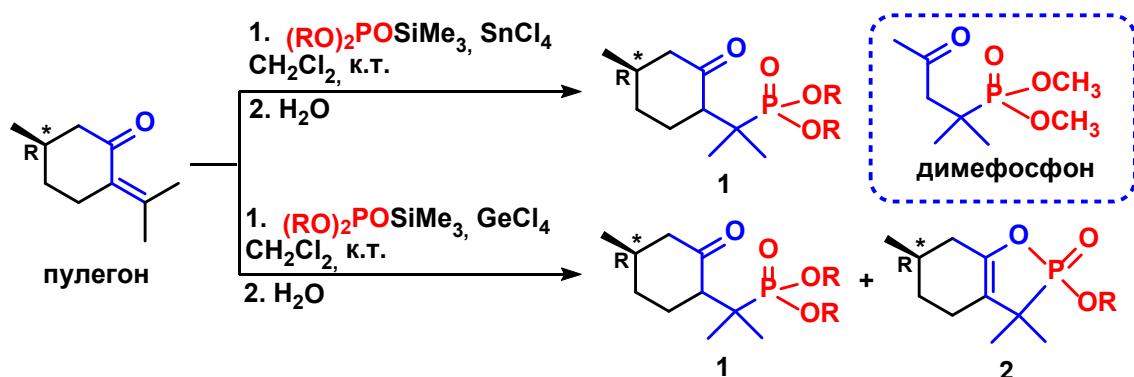
^aКазанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

^bИнститут органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

masha-shem@mail.ru

Димефосфон – широко известный неатихолинэстеразный препарат метаболического действия, который проявляет противовоспалительные, антиоксидантные, антиацидотические, мембраностабилизирующие свойства. Димефосфон нормализует кровоток и метаболизм тканей мозга, уменьшает сердечную и легочную недостаточность, улучшает регуляцию кровообращения. Большое значение для биологической активности димефосфона, помимо фосфонатного фрагмента, имеют две метильные группы в α -положении к фосфорильной группе [1]. Аналогичное строение имеют открытые фосфорсодержащие производные пулегона [2].

В представленной работе описывается синтез ряда γ -оксаалкилфосфонатов **1**, полученных реакцией пулегона с диалкилтриметилсилилфосфитами при комнатной температуре в присутствии катализитических количеств различных кислот Льюиса. Наиболее эффективным в образовании открытых фосфонатов **1** оказался хлорид олова (IV). Хлорид германия продемонстрировал низкую селективность: в его присутствии помимо открытого фосфоната **1** образуется циклический фосфонат **2**.



Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках субсидии, выделенной КФУ (FZSM-2023-0018) и ФИЦ КазНЦ РАН на выполнение государственного задания.

1. А.О. Визель, Р.С. Гараев. Новый аспект фармакологического подхода к соединениям фосфора: Димефосфон. Печать-Сервис-XXI век, Казань, 2011, 189 с.

2. А.В. Немтарев, М.Э. Шемахина, В.Ф. Миронов // ЖОХ. 2017. Т. 87. С. 691.

ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ФОСФОНИЕВЫЕ СОЛИ, СОДЕРЖАЩИЕ АНТРАХИНОННЫЙ ФРАГМЕНТ, НА ОСНОВЕ ДЕГИДРОНАФТОХИНОПИМАРОВОЙ КИСЛОТЫ

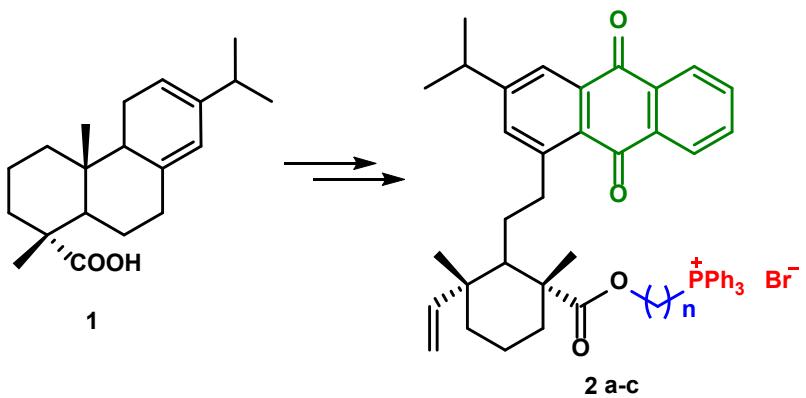
A.M. Шинкарева^{a,b}, A.B. Немтарев^{a,b}, B.Ф. Миронов^{a,b}

^a Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия;

^b Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

5-ht2ab@mail.ru

Известно, что аддукты левопимаровой кислоты (ЛПК) **1** с хинонами, полученные диеновым синтезом, проявляют широкий спектр фармакологических эффектов, в том числе цитотоксическую активность [1]. В целях повышения биологической активности в последние годы широко используется модификация молекул введением триарилфосфониевого фрагмента, который обеспечивает их направленный транспорт в митохондрии [2]. В представленной работе представлена синтетическая схема, позволяющая получать четвертичные фосфониевые соли **2a-c**, содержащие антрахинонный фрагмент. Известно, что антрахионы проявляют цитотокическое и антиоксидантное действие [3], что дает основания предполагать у полученных соединений высокий потенциал медико-биологического применения.



- i) 1,4-naphthoquinone, $[BMIM]^+PF_6^-$, benzene/hexane (10:1, v:v), r.t., 7 days;
- ii) 1: NaOH (10% aq. sol.), O₂ (atm.), 60°C, 1h; 2: HCl (3% aq. sol.); 90%
- iii) Br(CH₂)_nBr, K₂CO₃ (3 eq), Me₄N⁺Br⁻ (0.1 eq), CH₃CN/DMF (30:1, v:v), 81°C, 7h; n = 3 (a), 4(b), 5(c); 50-60%
- iv) PPh₃ (1 eq), CH₃CN, 120°C, 70 h. 60-80%

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках субсидии, выделенной КФУ (FZSM-2023-0018) и ФИЦ КазНЦ РАН на выполнение государственного задания.

1. E.V. Tretyakova, I.E. Smirnova, E.V. Salimova, V.N. Odinokov // Bioorg. Med. Chem. 2020. V. 23. I. 20. P. 6543.
2. C.A. Kulkarni, B.D. Fink, B.E. Gibbs, P.R. Chheda, M. Wu, W.I. Sivitz, R.J. Kerns // J. Med. Chem. 2021. V. 64. P. 662.
3. D. W. Fry // Pharmacol. Ther. 1991. V. 52. I. 1. P. 109.

СИНТЕЗ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРЕМНИЕВЫХ ЭФИРОВ ХИНОКСАЛИНОВЫХ ХРОМОФОРОВ

*A.A. Шустиков, A.A. Калинин, A.I. Гайсин, A.B. Шарипова,
A.G. Шмелев, T.A. Вахонина, M.YU. Балакина*

*Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
shuustikov@gmail.com*

Синтезированы новые донор- π -акцепторные ($\text{D}-\pi-\text{A}$) хромофоры **А** и **Б** на основе *m*-этиланилина, 6-бром-3-фенил-2-метилхиноксалина и различных производных дигидрофурана. Новые $\text{D}-\pi-\text{A}$ структуры **А** и **Б** содержат объемные заместители: -фенил, -этил, -метил, -фенилциклогексил и два кремниевых – третбутилдифенилсилильных. Были изучены УФ-свойства хромофоров **А** и **Б** в различных растворителях (рис. 1).

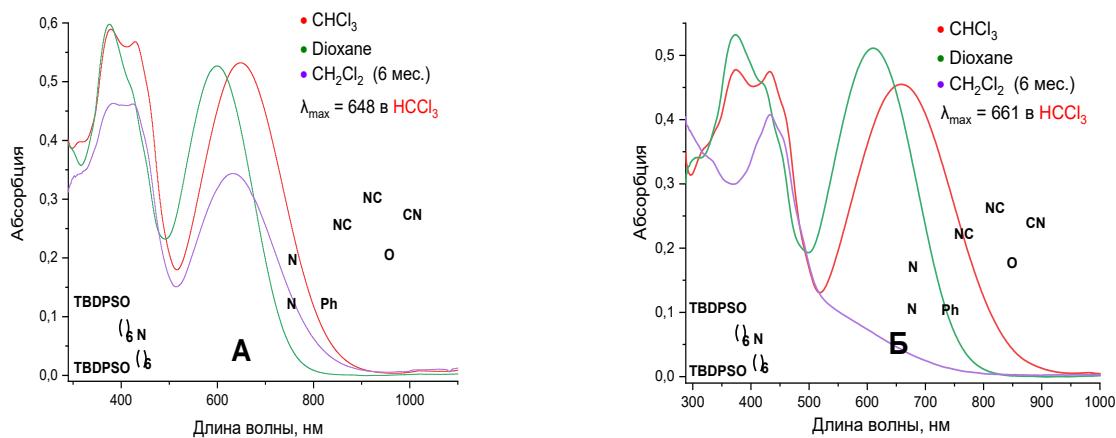


Рис. 1. УФ-спектры хромофоров **А** и **Б**

Композиционные материалы (тонкие пленки) с 30 и 40 масс.% содержанием хромофора **А** или **Б** в ПММА были приготовлены для исследования нелинейно-оптической (НЛО) активности. Методом генерации второй гармоники с применением фемтосекундного лазерного излучения ($\lambda=1028$ нм) были определены НЛО коэффициенты, d_{33} , тонких пленок.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект №21-13-00206).

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА СУСПЕНЗИИ НАНОЧАСТИЦ КЛАСТЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ МОЛИБДЕНА НА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ ОТЛИК СЕНСОРА

E.A. Ягодкина^a, Д.В. Брусницын^a, А.Н. Рамазанова^a, С.А. Семенова^a, М.А. Зиганшин^a, Ю.Г. Елистратова^b, А.Р. Мустафина^b

^aХимический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

*^bИнститут органической и физической химии им. А.Е. Арбузова, ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
kataagodkina060@gmail.com*

Варьирование состава суспензии наночастиц может менять не только степень структурирования поверхности электрода, но и влиять опосредованно на аналитический сигнал биосенсоров.

Цель данной работы состояла в разработка модификаторов на основе наночастиц кластерных комплексов молибдена для оценки их влияния на электрохимический сигнал сенсора. Для этого проводили электрохимические исследование в режиме квадратно-волной и циклической вольтамперометрии. Используемые модификаторы наносили на поверхность планарных электродов, а для нахождения параметров шероховатости и распределения модификаторов на поверхности электрода использовали атомно-силовую микроскопию.

Для доказательства наличия наночастиц кластерных комплексов молибдена в хитозане использовали спектры люминесценции. Проводили сопоставление интенсивности сигнала на спектрах агрегатов кластерных комплексов молибдена и супернатанта после отделения наночастиц.

Установлено, что наночастицы кластерных комплексов молибдена по данным атомно-силовой микроскопии имеют размер около 46 нм. По данным вольтамперометрии пик от наночастиц кластерных комплексов молибдена в зависимости от состава суспензии изменяется в диапазоне от 550 до 650 нм на фоне фосфатного буферного раствора pH 7.5.

Разработанные модификаторы являются перспективными, поэтому могут использованы в качестве метки для иммунохимических определений лекарственных веществ.

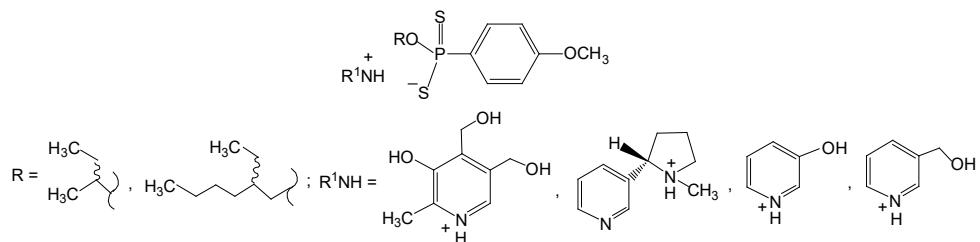
РАЦЕМИЧЕСКИЕ СПИРТЫ В СИНТЕЗЕ ХИРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ ДИТИОФОСФОНОВЫХ КИСЛОТ

В.Ю. Якимов^a, Д.А. Чудаков^a, И.С. Низамов^a, И.Д. Низамов^a, Э.С. Батыева^b

^aКазанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

^bИнститут органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
vovancubic@mail.ru

В настоящее время ветеринария и медицина испытывают потребность в новых синтетических антимикробных препаратах, содержащих фосфор в качестве биогенного элемента. Дитиофосфоновые кислоты и их производные, имеющие прочные связи Р–С и прохиральный атом фосфора, перспективны для создания антимикробных препаратов избирательного действия, низкотоксичных по отношению к теплокровным. Хиальные дитиофосфоновые кислоты получены в реакциях реагента Лоуссона и его гомологов с рацемическими бутанолом-2 и 2-этилгексанолом. Дитиофосфоновые кислоты гладко реагируют с аммиаком, пиридоксином, 3-гидроксиридином и 3-(гидроксиметил)пиридином с образованием дитиофосфатов аммония или замещённого пиридина. Дитиофосфоны пирролидиния в виде смеси ионных диастереомеров образуются в реакциях дитиофосфоновых кислот с (S)-(-)-никотином. Молекулярная структура О-2-бутил-4-метоксифенилдитиофосфоната аммония установлена методом рентгеноструктурного анализа. Полученные соли обладают высокой антимикробной активностью по отношению к *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* и *Candida albicans*.



Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета («Приоритет-2030»).

СИНТЕЗ НОВЫХ ГЕТЕРОЛЕПТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ МЕДИ С ДИАЗАДИФОСФАЦИКЛООКТАНОВЫМИ ЛИГАНДАМИ

В.А. Яхья^{a,b}, Ю.С. Спирidonова^b, Э.И. Мусина^b

^aКазанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

^bИнститут органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия.

@ yakhia.valeria.a@gmail.com

Комплексные соединения переходных металлов привлекают большое внимание своими интересными люминесцентными свойствами, которые находят применение в сфере фотохимии и электроники. Использование ионов монетных металлов, таких как медь, серебро и золото, для создания основы новых органических светодиодов, является трендом современных исследований, так как по сравнению с производными редких и редкоземельных металлов, они дешевле и менее токсичны [1]. В данной работе нами синтезированы гетеролептические комплексы на основе пространственно-загруженных циклических аминометилфосфинов, жесткая пространственная структура которых позволяет увеличить интенсивность люминесценции за счет снижения безызлучательных переходов, связанных с конформационными изменениями в молекуле в возбужденном состоянии.

Новые комплексы (**4–8**) были получены взаимодействием лигандов **1–4** с раствором тетрафторбората меди в ацетонитриле, и последующим вводом в реакционную смесь эквивалентного количества бипиридина или фенантролина (Схема 1).

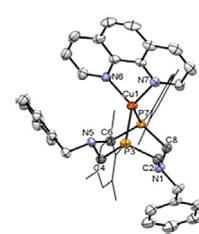
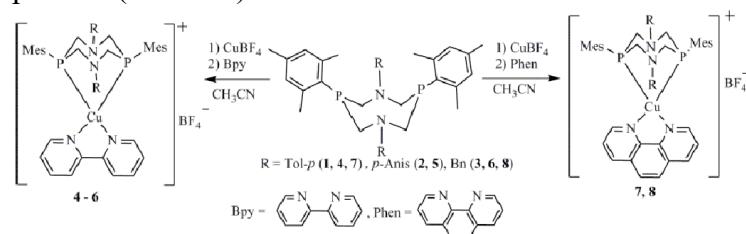
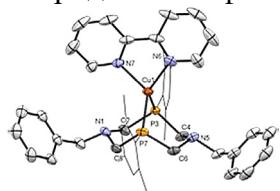


Рис. 1. Структура катаиона комплекса **6**

Схема 1. Синтез комплексов **4–8**

Рис. 2. Структура катаиона комплекса **8**

Выпаривание растворителя из реакционной смеси и перекристаллизация остатка из этилового спирта приводит к получению яркоокрашенных микрокристаллических комплексов, стабильных на воздухе. Структура соединений была доказана комплексом физико-химических методов анализа, в том числе данными РСА. При облучении полученных соединений ультрафиолетовым излучением с длиной волны 365 нм наблюдается термочувствительная видимая люминесценция в красно-оранжевой области.

1. Paola Andrea Forero Cortes, Maximilian Marx, Michael Trose, Matthias Beller *Chem Catalysis* **1**, 298–338, July 15, 2021.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ I.	
БИОМЕДИЦИНА И МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ	3
<u>Т.С. Архипова, Ю.А. Татищева, А.Ф. Сайфитдинова.</u> ИССЛЕДОВАНИЕ ДОИМПЛАНТАЦИОННЫХ ЭМБРИОНОВ ЧЕЛОВЕКА С РАЗЛИЧНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ К ИМПЛАНТАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ TIME-LAPSE ИНКУБАТОРА.	4
<u>Ж.Н. Ахметова, Д.Э. Журавлева, А.А. Ксенофонтов, А.Р. Каюмов, З.И. Исхакова.</u> ОЦЕНКА АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ НОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ, СПОСОБНЫХ К ГЕНЕРАЦИИ СИНГЛЕТНОГО КИСЛОРОДА <i>IN VITRO</i>	5
<u>Д.Р. Байдамишина, А. Рафиа Наср, С.К. Комаревцев, А.А. Осмоловский,</u> <u>К.А. Мирошников, А.Р. Каюмов, Е.Ю. Тризна.</u> РАЗРУШЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ БИОПЛЕНОК СЕРИНОВОЙ ПРОТЕАЗОЙ РАРС ИЗ <i>ASPERGILLUS OCHRACEUS</i> ВКМ-F4104D	6
<u>Д.Л. Басалаева, А.А. Богомолова, Ц. Чжао, А.А. Фаткулин, А.А. Осмоловский.</u> ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИЕ ФЕРМЕНТЫ ЭНТОМОПАТОГЕННОГО МИЦЕЛИАЛЬНОГО ГРИБА <i>METARHIZIUM ANISOPliae</i> HSE13.1	7
<u>Д.К. Баушева, Е.Л. Гурьев.</u> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БЕЛКОВОЙ КОРОНЫ ИЗ БСА И ДБСА НА ПОВЕРХНОСТИ АНТИСТОКСОВЫХ НАНОЧАСТИЦ НА СПЕЦИФИЧНОСТЬ ФАГОЦИТОЗА ПЕРИТОНИАЛЬНЫМИ МАКРОФАГАМИ.	9
<u>Т.Н. Беляева, С.М. Панкова, В.Д. Кобяков, М.Г. Холявка, В.Г. Артюхов.</u> ВЛИЯНИЕ ХИТОЗАНА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ НА ФОТОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ ЭРИТРОЦИТОВ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА	10
<u>Д.В. Богданова, Р.С. Тамбовцева, А.Г. Габдулхакова, Р.Р. Миахахова, А.А. Ризванов.</u> МИКРОБНЫЙ ДИСБАЛАНС ПРИ ДОБРОКАЧЕСТВЕННОЙ ГИПЕРПЛАЗИИ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ	12
<u>А.А. Богомазова, Ю.В. Скибо, З.И. Абрамова, И.Д. Решетникова.</u> ВЛИЯНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА <i>BCL1</i> ГЕНА <i>NR3C1</i> НА РЕГУЛЯЦИЮ ПРОГРАММИРУЕМОЙ КЛЕТОЧНОЙ ГИБЕЛИ ЛИМФОЦИТОВ БОЛЬНЫХ ТЯЖЁЛОЙ ФОРМОЙ АТОПИЧЕСКОЙ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ	14
<u>М.А. Боршевская, С.В. Руднева, М.А. Анучина, Е.В. Шилова, И.А. Колтаков, В.Г. Артюхов.</u> ВЛИЯНИЕ ЦЕТИЛТРИМЕТИЛAMMONIUM БРОМИДА НА СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ДНК И МИТОХОНДРИАЛЬНЫЙ МЕМБРАННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЛИМФОЦИТОВ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА	16
<u>А.В. Городилова, Ч.Б. Харисова, Ю.П. Маясин, М.Н. Осинникова, К.В. Китаева,</u> <u>И.Ю. Филин, В.В. Соловьева, А.А. Ризванов.</u> ХАРАКТЕРИСТИКА КЛЕТОК АДЕНОКАРЦИНОМЫ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ БИОПСИЙНОГО МАТЕРИАЛА	17
<u>К. Даиоб, С.М. Авдокушина, М.И. Камалов, Д.В. Салахиева, Т.И. Абдуллин, М. Зухайб.</u> ПОЛУЧЕНИЕ И <i>IN VITRO</i> ИССЛЕДОВАНИЕ БИОМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КАТИОНИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДНОГО ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ НЕРВОВ	18
<u>А.В. Домниц, Я.В. Соловьев, Р.А. Эварестов.</u> АВ INITIO МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕПТИДНЫХ ПОЛИМЕРОВ СО СПИРАЛЬНОЙ ТОПОЛОГИЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ ЛАЙН ГРУПП	19
<u>Д.С. Ефлова, Р.А. Ишкаева, А.А. Ергешов.</u> ОПТИМИЗАЦИЯ <i>IN VIVO</i> МОДЕЛИ ПОВРЕЖДЕНИЯ КОЖИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	20

А.Ф. Желтухина, М.Э. Балтин, И.Э. Шафигуллина, М.И. Никулина, А.А. Шульман.	
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ И ПРИЕМА ЕНДРАССИКА НА АМПЛИТУДУ Н-ОТВЕТА КАМБАЛОВИДНОЙ МЫШЦЫ У ЗДОРОВЫХ УЧАСТНИКОВ.....	21
Н.Д. Закарова, А.В. Миронова, Е.Ю. Тризна, А.Р. Каюмов.	
ОСОБЕННОСТИ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ, УЧАСТВУЮЩИХ В СИНТЕЗЕ ВНЕКЛЕТОЧНОГО МАТРИКСА МОНО- И ПОЛИМИКРОБНЫХ БИОПЛЕНОК	22
А. Ибрахим, А.А. Шаймарданова, А.И. Муллагурова, В.В. Соловьева, Я.О. Мухамедшина, А.А. Ризванов.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕКТОРНОГО ИММУНИТЕТА У СВИНЕЙ ПОСЛЕ СЕРИЙНОЙ ИММУНИЗАЦИИ АДЕНОАССОЦИИРОВАННЫМИ ВИРУСАМИ 9 И 10 СЕРОТИПОВ	23
Е.А. Игнатьева, Ф.Б. Габдрахманова, С.Р. Клешнина, Д.А. Миронова, В.А. Бурилов, С.Е. Соловьева, И.С. Антипин.	
СИНТЕЗ НОВЫХ ДИЗАМЕЩЕННЫХ АЗОКАЛИКС[4]АРЕНОВ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ГИПОКСИИ.....	24
Э.А. Избасарова, А.Р. Газизов.	
ВКЛАД ЭФФЕКТА ПАРСЕЛЛА В ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЮ НАНОЧАСТИЦ $SE_{0.5} Y_{0.35} TB_{0.15} F_3$ В УСЛОВИЯХ ПЛАЗМОННОГО УСИЛЕНИЯ.....	25
Р.А. Ишкаева, Е.В. Кузнецова.	
ЦИТОТОКСИЧЕСКИЕ И АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ГЛУТАТИОННЫХ СОЛЕЙ ДИТИОФОСФОРНЫХ КИСЛОТ.....	27
Э.Р. Кадысева, В.Н. Хазиахметова.	
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АНТИКОАГУЛЯНТОВ У ПАЦИЕНТОВ С ТЕРМИЧЕСКОЙ ТРАВМОЙ	28
Е.В. Калмыкова, И.А. Агабекян, А.Ю. Люшненко, Л.Р. Валеева, Л.Р. Абдулкина, Е.В. Шакиров.	
ВЛИЯНИЕ ГЕНА <i>RP2C</i> НА ДЛИНУ ТЕЛОМЕР РАСТЕНИЙ <i>ARABIDOPSIS THALIANA</i>	29
А.В. Килунов, Д.Д. Решетникова, Л.Ф. Булатова, М.В. Богданов, Р.Г. Киямова.	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ДИСУЛЬФИДНЫХ СВЯЗЕЙ, ПОДДЕРЖИВАЮЩИХ КОНФОРМАЦИЮ БОЛЬШОГО ВНЕКЛЕТОЧНОГО ДОМЕНА НАТРИЙ-ЗАВИСИМОГО ФОСФАТНОГО ТРАНСПОРТЕРА NAPI2B.....	30
К.В. Китаева, И.Ю. Филин, К.Б. Харисова, А.В. Городилова, Ю.П. Маясин, Д.С. Чулпанова, В.В. Соловьева, А.А. Ризванов.	
ДЕНДРИТИЧНЫЕ КЛЕТКИ, НАГРУЖЕННЫЕ МЕМБРАННЫМИ ВЕЗИКУЛАМИ ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТОК, СТИМУЛИРУЮТ ЭКСПАНСИЮ Т-КИЛЛЕРОВ.....	32
А.Д. Комарова, С.Д. Синюшкина, И.Д. Щечкин, И.Н. Дружкова, Е.А. Ширшин, Е.Э. Никонова, В.И. Щеславский, М.В. Ширманова.	
ОЦЕНКА МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ ГЕТЕРОГЕННОСТИ ОПУХОЛЕЙ КОЛОРЕКТАЛЬНОГО РАКА ПАЦИЕНТОВ EX VIVO МЕТОДОМ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ ВРЕМЯ-РАЗРЕШЕННОЙ МИКРОСКОПИИ FLIM	33
З.С. Костеникова, А.М. Марданова.	
ЭКСПРЕССИЯ PR ГЕНОВ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ИНФИЦИРОВАНИИ ЕГО МИКРОМИЦЕТАМИ РОДА <i>FUSARIUM</i>	34
А.А. Кочнева, С.П. Коновалова, П.Е. Мусиенко, Е.В. Герасимова.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ТАКТИЛЬНОЙ И ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ НА НИТРОГЛИЦЕРИНОВОЙ МОДЕЛИ МИГРЕНИ У КРЫС С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ДОФАМИНА	35
И.А. Латипова, А.Р. Каюмов, Д.Р. Яруллина.	
АНАЛИЗ АНТАГОНИСТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НОВЫХ ШТАММОВ ЛАКТОБАЦИЛЛ	36

А.Е. Логашкин, А.Р. Мамлеев, В.М. Силаева, В.В. Шумкова, В.Р. Ситдикова, Я.В. Попова, М.Г. Минлебаев.	
ОЦЕНКА СЕДАТИВНОГО И АНАЛЬГЕТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТОВ ДЕКСМЕДЕТОМИДИНА ГИДРОХЛОРИДА НА НОВОРОЖДЕННЫХ ГРЫЗУНОВ IN VIVO	37
А.Р. Мамлеев, А.Е. Логашкин, В.М. Силаева, В.В. Шумкова, В.Р. Ситдикова, Я.В. Попова, М.Г. Минлебаев.	
УСТРОЙСТВО САМОРЕГУЛИРУЕМОГО НАГРЕВА ПЕРФУЗИОННОЙ ЖИДКОСТИ	39
О.А. Махмудова, Ж. Султанова, Г.Ф. Авхадиева, Л.Н. Мурадимова, О.Г. Багданова, В.Н. Хазиахметова.	
ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ УПРАВЛЕНИЮ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В Г. КАЗАНИ	41
Ю.П. Маясин, А.В. Городилова, Ч.Б. Харисова, М.Н. Осинникова, К.В. Китаева, И.Ю. Филин, В.В. Соловьева, А.А. Ризванов.	
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОТОКОЛА ВЫДЕЛЕНИЯ ЦИТОХАЛАЗИН Б-ИНДУЦИРОВАННЫХ МЕМБРАННЫХ ВЕЗИКУЛ ИЗ ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТОК И ИХ МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИ ПОМОЩИ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ	43
А.В. Миронова, М.С. Федорова, Н.Д. Закарова, А.Р. Салихова, Е.Ю. Тризна, А.Р. Каюмов.	
ВЛИЯНИЕ БЕСКЛЕТОЧНОЙ КУЛЬТУРАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ <i>S. AUREUS</i> НА СТРУКТУРУ И БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ БИОПЛЕНОК <i>K. PNEUMONIAE</i> И <i>P. AERUGINOSA</i>	45
П.С. Мишеева, Г.И. Мухтарова, Л.Ф. Миннуллина.	
ВЛИЯНИЕ КУЛЬТУРАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ <i>MORGANELLA MORGANII</i> , ВЫРАЩЕННОЙ НА РАЗНЫХ СРЕДАХ, НА МОНОСЛОЙ КЛЕТОК КАРЦИНОМЫ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ Т-24	46
А.И. Муллагулова, А.А. Шаймарданова, В.В. Соловьева, Я.О. Мухамедшина, А.А. Ризванов.	
АНАЛИЗ АДЕНОАССОЦИИРОВАННОГО ВИРУСА СЕРОТИПА OLIG001, КОДИРУЮЩИЙ ГЕН <i>ARSA</i> ПРИ ИНТРАТЕКАЛЬНОМ ВВЕДЕНИИ СВИНЬЯМ	48
Г.И. Муталлапова, Д.Э. Журавлева, А.Р. Каюмов, Е.Ю. Тризна.	
ПОТЕНЦИРОВАНИЕ АНТИМИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРОТИВ БАКТЕРИЙ В СМЕШАННЫХ СООБЩЕСТВАХ С ПОМОЩЬЮ ГИДРОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ	49
Р.И. Нурасов, В.В. Костенко	
ГЕРОПРОТЕКТОРНЫЕ СВОЙСТВА РЕСВЕРАТРОЛА И ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНА В СОЧЕТАНИИ С КУРКУМИНОМ И ПИПЕРИНОМ НА МОДЕЛИ <i>D. MELANOGLASTER</i>	50
М.Н. Осинникова, Ю.П. Маясин, Ч.Б. Харисова, А.В. Городилова, К.В. Китаева, И.Ю. Филин.	
АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ИММУННОГО ОТВЕТА КЛЕТОК ИНДУЦИРОВАННЫХ МЕМБРАННЫМИ ВЕЗИКУЛАМИ ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТОК СО СВЕРХЭКСПРЕССИЕЙ ИНТЕРЛЕЙКИНА-2 <i>IN VITRO</i>	51
С.М. Панкова, М.Г. Холявка, В.Г. Артюхов.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УФ-МОДИФИКАЦИИ ХИТОЗАНОВ РАЗЛИЧНОЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ В ПРИСУТСТВИИ МЕТИЛЕНОВОГО ГОЛУБОГО	52
А.Д. Петров, О.С. Козлова.	
МЕТОДЫ ПОИСКА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСКРИПТОВ, КОДИРУЮЩИХ БЕЛКИ ТЕПЛОВОГО ШОКА В ТРАНСКРИПТОМЕ ХИРОНОМИДЫ	54
В.В. Пипия, З.Е. Гилазиева, В.В. Соловьева, А.А. Ризванов.	
ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ ПРОТИВООПУХОЛЕВЫХ ПРЕПАРАТОВ НА СФЕРОИДЫ ПЕРВИЧНЫХ ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТОК	55
А.С. Пономарев, Л.М. Яныгина, Р.Р. Норкин, Л.А. Хусаинова, А.А. Вовченко, А.А. Ризванов.	
ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТРАНСГЛУТАМИНАЗЫ 1 (TGM1) В ЛАМЕЛЛЯРНОМ ИХТИОЗЕ: ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ	56

А.С. Пономарев, Л.М. Яныгина, Р.Р. Норкин, Л.А. Хусаинова, А.А. Вовченко, А.А. Ризванов.	
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ	
ТРАНСГЛУТАМИНАЗЫ 1 <i>IN VIVO</i> : ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ	
ДОСТАВКИ ГЕНА TGM1 С ПОМОЩЬЮ АДЕНОАССОЦИРОВАННОГО ВИРУСА	57
М.А. Попутский, Д.А. Фирсова, Р.Г. Киямова, В.С. Скрипова.	
ПОЛУЧЕНИЕ РЕКОМБИНАНТНЫХ ВЕКТОРОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КЛЕТОЧНЫХ	
ЛИНИЙ OVCAR – 8, СТАБИЛЬНО ЭКСПРЕССИРУЮЩИХ РЕКОМБИНАНТНУЮ	
ФОРМУ ТРАНСПОРТЕРА NAPI2B	58
Ю.А. Редько, М.Г. Холявка, М.С. Лавлинская, А.В. Сорокин, В.Г. Артюхов.	
КОМПЛЕКСЫ ФИЦИНА С МИКРО– И НАНОЧАСТИЦАМИ	
КАРБОКСИМЕТИЛХИТОЗАНА	60
Т.И. Салихова, Т.И. Абдуллин, Л.Р. Идрисова, А.В. Немтарёв, В.Ф. Миронов.	
СКРИНИНГ ЦИТОТОКСИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ КОНЬЮГАТОВ БЕТУЛИНОВОЙ	
КИСЛОТЫ, СОДЕРЖАЩИХ ТРИАРИЛФОСФОНИЕВЫЕ ФРАГМЕНТЫ	62
S.O. Svitko, K.S. Shaidullova, E.S. Nevsky, G.F. Situdikova.	
THE ROLE OF HOMOCYSTEINE IN THE REGULATION OF NOCICEPTIVE ACTIVITY	
OF THE PERIPHERAL TRIGEMINAL NERVE	63
В.М. Силаева, В.В. Шумкова, В.Р. Ситдикова, А.Е. Логашкин,	
А.Р. Мамлеев, Я.В. Попова, М.Г. Минлебаев.	
МОДЕЛЬ ЛОКАЛЬНОЙ ЭПИЛЕПТИФОРМНОЙ АКТИВНОСТИ,	
ВЫЗВАННОЙ ИНТРАКОРТИКАЛЬНОЙ ИНЪЕКЦИЕЙ 4-АМИНОПИРИДИНА,	
У ЮВЕНИЛЬНЫХ КРЫС <i>IN VIVO</i>	64
Е.А. Титова, А.А. Петров, А.А. Ахмадияров, И.Т. Ракипов.	
ОСОБЕННОСТИ МИЦЕЛЛООБРАЗОВАНИЯ БЛОК-СОПОЛИМЕРОВ В РАСТВОРЕ	66
Е.Ю. Тризна, М.С. Федорова, В.Н. Ильина, А.И. Колесникова,	
Д.Р. Байдамшина, И.Р. Гильфанов, Л.Е. Никитина, А.Р. Каюмов.	
ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ	
В КАЧЕСТВЕ НОВЫХ АНТИМИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ И ЭНХАНСЕРОВ	
УЖЕ ИМЕЮЩИХСЯ АНТИБИОТИКОВ	67
М.С. Федорова, А.Э. Гатина, В.Н. Ильина, Л.Л. Ядыкова, А.Р. Каюмов, Е.Ю. Тризна.	
ВЫДЕЛЕНИЕ НОВЫХ БАКТЕРИОФАГОВ, ЛИЗИРУЮЩИХ ПАТОГЕНЫ	
ИЗ СТОЧНЫХ ВОД Г. КАЗАНИ	68
Н.С. Филатов, А.И. Билялов, И.И. Газизов, Р.Р. Хисматуллин, Р.И. Литвинов,	
Е.И. Шагимарданова, А.П. Киясов, О.А. Гусев.	
ОСОБЕННОСТИ СВЕРТЫВАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ МЫШЕЙ ACOMYS CAHIRINUS	69
Ч.Б. Харисова, Ю.П. Маясин, А.В. Городилова, М.Т. Осинникова,	
К.В. Китаева, И.Ю. Филин, В.В. Соловьева, А.А. Ризванов.	
ОЦЕНКА АНТИГЕНПРЕЗЕНТИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ ДЕНДРИТНЫХ КЛЕТОК	
МОНОЦИТАРНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ, НАГРУЖЕННЫМИ МЕМБРАННЫМИ	
ВЕЗИКУЛАМИ ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТОК <i>IN VITRO</i>	70
Д.И. Хасанов, Н.Л. Рудакова, Ю.В. Данилова, Ю.А. Васильева, А.И. Гильмутдинова,	
Е.Э. Ласточкина, Е.С. Волкова, М.Р. Шарипова.	
СОЗДАНИЕ ВЕКТОРА ДЛЯ ЦЕЛЕВОЙ ИНАКТИВАЦИИ ГЕНА МЕТАЛЛОПРОТЕИНАЗЫ	
BACILLUS PUMILUS С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ CRISPR/CAS9	71
М.Г. Холявка, С.М. Макин, В.Г. Артюхов.	
ОСОБЕННОСТИ АДСОРБЦИОННОЙ ИММОБИЛИЗАЦИИ	
ЭНДО– И ЭКЗОИНУЛИНАЗЫ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АСПЕКТ	72
Ю. Цао, Ч. Хань, А.А. Осмоловский.	
ОБРАЗОВАНИЕ ФИБРИНОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ МУКОРОМИЦЕТАМИ	74
Е.С. Чурбанова, Ф.Б. Габдрахманова, М.А.М. Халифа,	
С.Р. Клешнина, С.Е. Соловьева, И.С. Антипин.	
СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СЕНСОРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГИПОКСИИ НА ОСНОВЕ	
КОМПЛЕКСОВАЗО-ПРОИЗВОДНЫХ ТИАКАЛИКС[4]АРЕНА С КРАСИТЕЛЯМИ	75

Е.Н. Чурсанова, Е.И. Корпусова, М.А. Наквасина.	
ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА И АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ В ЛИМФОЦИТАХ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ИНИЦИАЦИИ АПОПТОЗА В ПРИСУТСТВИИ РЕСВЕРАТРОЛА	76
А.А. Шаймарданова, Д.С. Чулпанова, В.В. Соловьева, Ш.С. Исса, А.И. Муллагулова, А.А. Титова, Я.О. Мухамедшина, А.А. Костенников, А.В. Тимофеева, А.М. Аймалетдинов, И.Р. Нигметзянов, А.А. Ризванов.	
ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ДЕФИЦИТА В ⁺ -ГЕКСОЗАМИНИДАЗЫ А В МУТАНТНЫХ КЛЕТКАХ ПАЦИЕНТА С БОЛЕЗНЬЮ ТЕЯ-САКСА	77
З.М. Шайхутдинова, Т.Н. Паширова, Д.А. Татаринов, М.Н. Мансурова, Р.Р. Казакова, А.В. Богданов, П. Массон.	
ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ ФЕРМЕНТАТИВНЫЕ НАНОРЕАКТОРЫ НА ОСНОВЕ БЛОК-СОПОЛИМЕРОВ ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛА И ПОЛИПРОПИЛЕНСУЛЬФИДА ДЛЯ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ПАРАОКСОНА	78
З.М. Шайхутдинова, Т.Н. Паширова, Д.М. Замалетдинова, С.В. Бухаров, А.В. Богданов, С.В. Лущекина, П. Массон.	
ИНГИБИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ АЛКИЛАММОНИЕВЫХ АЦИЛГИДРАЗОНОВ НА ОСНОВЕ СТЕРИЧЕСКИ-ЗАГРУЖЕННЫХ ПИРОКАТЕХИНОВ В ОТНОШЕНИИ БУТИРИЛХОЛИНЭСТЕРАЗЫ ЧЕЛОВЕКА	79
Е.В. Шилова, И.А. Колтаков, А.А. Пукасева, А.А. Митюкова, В.Г. Артюхов.	
ИММОБИЛИЗАЦИЯ ГЕМОГЛОБИНА В «STEALTH»-ЛИПОСОМАХ	80
СЕКЦИЯ II	
БИОТЕХНОЛОГИИ И АГРОТЕХНОЛОГИИ	81
М.А. Артемова, Я.М. Монир, А.Р. Каюмов, Д.Р. Яруллина.	
ОЦЕНКА АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ ВНЕКЛЕТОЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ РАЗЛИЧНЫХ ШТАММОВ <i>LIMOSILACTOBACILLUS FERMENTUM</i>	82
Д.С. Бульмакова, Е.А. Егорова, Л.В. Сокольникова, А.Д. Сулейманова, М.Р. Шарипова.	
ПОЛУЧЕНИЕ ФЛУОРЕСЦЕНТНО МЕЧЕНЫХ ШТАММОВ <i>PANTOEAE BRENNERI</i>	83
Ю.А. Васильева, А.И. Гильмутдинова, Д.И. Хасанов, Ю.В. Данилова, Н.Л. Рудакова, М.Р. Шарипова.	
СОЗДАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ИНАКТИВАЦИИ ГЕНОВ-КАНДИДАТОВ, ОТВЕТСТВЕННЫХ ЗА ФОРМИРОВАНИЕ ISR-ПРАЙМИНГА	84
Е.Д. Воробьевая, Е.Ю. Полякова, В.И. Аниканова, Б.Р. Рамазанов, Е.И. Шагимарданова.	
ГЕНОМНЫЙ АНАЛИЗ СТИМУЛИРУЮЩЕГО РОСТ РАСТЕНИЙ ШТАММА <i>BACILLUS MOJAVENSIS</i> PS17	85
Е.А. Гаврилова, О.С. Карасева, Я.М. Монир, А.М. Ежкова, В.О. Ежков, Е.В. Никитина, Д.Р. Яруллина, А.Р. Каюмов.	
РАЗРАБОТКА СИНБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ЛАКТОБАКТЕРИЙ И АГРОМИНЕРАЛОВ И ЕГО ОЦЕНКА НА ПЕРЕПЕЛАХ	86
Т.Р. Гайнутдинов.	
РАЗРАБОТКА БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ПАСТЕРЕЛЛЕЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА	87
А.И. Гильмутдинова, А.А. Мамчур, Алюсиф Абдулкарим, Ю.А. Васильева, Ю.В. Данилова.	
ПРОТИВОМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЕННОГО ИЗОЛЯТА <i>BACILLUS PUMILUS</i>	88
Е.А. Громова, К.А. Осянин.	
MLVA-ТИПИРОВАНИЕ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ШТАММОВ ВОЗБУДИТЕЛЯ БРУЦЕЛЛЕЗА	89

<u>М. С. Дроздова, Д. Л. Иткина.</u>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДВИЖНОСТИ <i>BACILLUS GINSENGIHUMI</i> M2.11	90
<u>А.А. Егоров, Д.С. Пудова, Н.Н. Хабипова, М.Р. Шарипова.</u>	
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕНОМОВ КЛИНИЧЕСКИХ ИЗОЛЯТОВ <i>P. AERUGINOSA</i> , ВЫДЕЛЕННЫХ ОТ ПАЦИЕНТОВ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ МОЧЕПОЛОВОГО ТРАКТА	91
<u>Э.Э. Зиганшина, А.М. Зиганшин.</u>	
ИММЕРСИОННЫЕ ИСПЫТИЯ КОРРОЗИИ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ В УСЛОВИЯХ СТИМУЛЯЦИИ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ ВОД	92
<u>Э.Э. Зиганшина, И.И. Кардакова, А.М. Зиганшин.</u>	
ХАРАКТЕРИСТИКА СРЕДЫ РОСТА ВОДОРОСЛИ <i>CHLORELLA SOROKINIANA</i> НА ОСНОВЕ СТОЧНЫХ ВОД	93
<u>М. Зухайб, Т.Н. Паширова, В.А. Николаева, М.И. Камалов, Д.В. Салахиева, Т.И. Абдуллин.</u>	
РАЗРАБОТКА ПЕПТИД-МОДИФИЦИРОВАННЫХ ТВЕРДЫХ ЛИПИДНЫХ НАНОЧАСТИЦ, НАЦЕЛЕННЫХ НА ОПУХОЛЕВЫЕ КЛЕТКИ	94
<u>Ю.Л. Карабут, Е.Е. Барская, Ю.М. Ганеева, Т.Н. Юсупова.</u>	
К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РАЗРУШЕНИЯ НЕФТЕШЛАМОВ	95
<u>А.О. Корягина, Д.С. Пудова, М.Р. Шарипова.</u>	
ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ПРОТЕАЗЫ <i>B. PUMILUS</i> НА МИКРОБИОТУ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ	96
<u>А.З. Миндубаев.</u>	
БИОДЕГРАДАЦИЯ – ЧТО ЭТО?	97
<u>В.В. Плотникова, В.И. Федулеева, Я.В. Малолеткова.</u>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУКИ ИЗ ТОПИНАМБУРА В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ	98
<u>Н.Л. Рудакова, А.К. Егорова, А.А. Мамчур, М.Р. Шарипова.</u>	
КОЛОНИЗАЦИЯ КОРНЕЙ РАСТЕНИЙ ШТАММОМ <i>B. SUBTILIS</i> 168ΔDHB С ИНАКТИВИРОВАННЫМ ГЕНОМ БАЦИЛЛИБАКТИНА	99
<u>А.В. Санникова, М.Р. Шарипова, Е.В. Шакиров, Л.Р. Валеева.</u>	
РОЛЬ TRB– И TRFL-БЕЛОВ ПЕЧЕНОЧНИКА <i>MARCHANTIA POLYMORPHA</i>	100
<u>Л.В. Сокольникова, Е.А. Егорова, Д.С. Бульмакова, А.Д. Сулейманова.</u>	
МОБИЛИЗАЦИЯ ТРУДНОРАСТВОРИМЫХ ФОРМ ФОСФОРА ШТАММАМИ <i>PANTOEAE BRENNERI</i> В УСЛОВИЯХ ПОЧВЕННЫХ МИКРОКОСМОВ	101
<u>А.Д. Сулейманова, Л.В. Сокольникова, Е.А. Егорова, Е.С. Беркутова, М.Р. Шарипова.</u>	
ПОЛУЧЕНИЕ ШТАММОВ <i>PANTOEAE BRENNERI</i> С ИНАКТИВИРОВАННЫМ ГЕНОМ БИОСИНТЕЗА ИНДОЛ-3-ПИРУВАТДЕКАРБОКСИЛАЗЫ (<i>IPDC</i>)	102
<u>С.А. Хворова, А.А. Николаева, М.Т. Лутфуллин, С.Г. Вологин.</u>	
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРУЛЕНТНОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ СУХОЙ ГНИЛИ КАРТОФЕЛЯ	103
<u>Д.М. Шакирова, Е.А. Гаврилова, А.Р. Каюмов, Д.Р. Яруллина.</u>	
ПОИСК НОВЫХ ШТАММОВ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ С ВЫСОКОЙ КИСЛОТООБРАЗУЮЩЕЙ АКТИВНОСТЬЮ	104
<u>С.В. Шилов, Н.В. Поздняков, А.М. Лукин, Е.А. Согорин.</u>	
ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ ГИДРОЛИЗ ИЗОЛЯТА БЕЛКА СОИ В ПОЛУПРОМЫШЛЕННОМ МАСШТАБЕ	105
СЕКЦИЯ III.	
КОГНИТИВНЫЕ И ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ	106
<u>А.А. Вагапова.</u>	
МАГНОЦЕЛЛЮЛЯРНАЯ ТЕОРИЯ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПАТОГЕНЕЗА ДИСЛЕКСИИ	107
<u>Р.Р. Гирфанов.</u>	
АДЕКАВТАНСТЬ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА ФРАЗЕОЛОГИЧЕСКИХ ВАРИАЦИЙ С АНГЛИЙСКОГО НА РУССКИЙ ЯЗЫК	109

М.А. Донцов.	
ПОНЯТИЕ «УЧЕБНЫЙ ТЕКСТ» И ЕГО ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	110
А.Ф. Замалетдинова, И.С. Алимова.	
ПРОБЛЕМА ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ КОДОВ ДЛЯ МАЛОРЕСУРСНЫХ ЯЗЫКОВ	111
О.А. Иванова.	
БАЗА ДАННЫХ РЕЧЕВЫХ ОБРАЗЦОВ ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЯМИ ИМПРЕССИВНОЙ РЕЧИ КАК ОСНОВА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ АЛГОРИТМА ДИАГНОСТИКИ СЕНСОМОТОРНОЙ АЛАЛИИ	112
P.A. Lekhnitskaya.	
METHOD FOR AUTOMATING THE COGNITIVE MODEL OF SPEECH PRODUCTION	113
Т.П. Мустакова.	
БАЗА ДАННЫХ СТИМУЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СПЕЦИФИКИ ОСВОЕНИЯ КАТЕГОРИИ ЧИСЛА СУЩЕСТВИТЕЛЬНЫХ У ДЕТЕЙ С РЕЧЕВЫМИ НАРУШЕНИЯМИ	114
Г.А. Рояс.	
БАЗА ДАННЫХ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СПЕЦИФИКИ КАТЕГОРИАЛЬНОГО МЫШЛЕНИЯ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ С ТИПИЧНЫМ РЕЧЕВЫМ РАЗВИТИЕМ И СИСТЕМНЫМ НЕДОРАЗВИТИЕМ РЕЧИ	115
К.В. Скобельцын.	
МОДЕЛЬ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫЯВЛЕНИЯ ЛЕКСИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ ТРЕВОЖНО-ДЕПРЕССИВНЫХ РАССТРОЙСТВ	116
Р.В. Тараков.	
СОЗДАНИЕ БАЗ ДАННЫХ В ОБЛАСТИ ТИПОЛОГИИ ИСКУССТВЕННЫХ ЯЗЫКОВ	117
И.М. Фаттахов.	
ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА В ГЕРОНТОЛОГИИ: КЛИНИКО-ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ	118
И.А. Хавкина.	
СОЗДАНИЕ И ЛИНГВИСТИЧЕСКАЯ ВАЛИДАЦИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ПАРЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ	120
Р.И. Шайхутдинова.	
СОЗДАНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ АНГЛОЯЗЫЧНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА В БИЛИНГВАЛЬНОМ РЕГИОНЕ: РЕЗУЛЬТАТЫ СОЦИОЛИНГВИСТИЧЕСКОГО ОПРОСА	121
СЕКЦИЯ IV.	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИТ	122
А.А. Екимовская.	
ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМЫ ЁМКОСТЕЙ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА	123
А.К. Журавлёв, К.А. Григорян.	
ИССЛЕДОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ОБЪЕКТОВ	124
Д.А. Леонтьева.	
АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ЦВЕТА В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПОЛОС СПЕКЛ-ИНТЕРФЕРЭМЕТРИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	125
Я.В. Малолеткова, С.В. Сусарев.	
ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА	126
Т.А. Мерзликин.	
УСТОЙЧИВЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ КУПОЛ И ЕГО 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ	127

<u>А.И. Мусин, В.Н. Самойлов, Н.Г. Ананьева.</u>	
МОДЕЛЬ ЭМИССИИ АТОМОВ NI И MO С ПОВЕРХНОСТИ МОНОКРИСТАЛЛА (001) Ni ₄ MO	128
<u>А.Б. Цуркан.</u>	
ГЕОЗОНДИРОВАНИЕ СЕВЕРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КОСМИЧЕСКИМИ АППАРАТАМИ С ВЫСОКИМИ ЭЛЛИПТИЧЕСКИМИ ОРБИТАМИ	129
<u>И.Д. Щеккин, С.А. Родимова, Н.В. Бобров, А.М. Можеров, Д.С. Кузнецова.</u>	
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ ВРЕМЯ-РАЗРЕШЕННОЙ МИКРОСКОПИИ	130
СЕКЦИЯ V.	
НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ	132
<u>А.А. Валиева, Т.А. Вахонина, А.Ш. Мухтаров, М.Ю. Балакина.</u>	
СОЗДАНИЕ ХРОМОФОР-СОДЕРЖАЩИХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ С НЕЛИНЕЙНО ОПТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ НА ОСНОВЕ СЕТЧАТЫХ МЕТАКРИЛОВЫХ СОПОЛИМЕРОВ	133
<u>Э.Т. Гайфуллина, З.Р. Зарафутдинова, А.Г. Шмелев, Т.А. Корнев, А.Б. Зиятдинова, Р.Р. Заиров, Р.Р. Амирнов.</u>	
ПОЛУЧЕНИЕ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК СЕРЫ В ОРГАНИЗОВАННЫХ СРЕДАХ	134
<u>А. М. Гараева, Е.М. Алакшин, Е.И. Болтенкова, К.Р. Сафиуллин, И.В. Романова.</u>	
ЯДЕРНАЯ МАГНИТНАЯ РЕЛАКСАЦИИ ³ He В КОНТАКТЕ С НАНОЧАСТИЦАМИ DYF ₃	135
<u>В.М. Давыдов, К.Ю. Виноградов, Р.В. Шафигулин, А.В. Буланова.</u>	
КАТАЛИЗАТОРЫ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ КИСЛОРОДА НА ОСНОВЕ УНТ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФТАЛОЦИАНИНАМИ МЕТАЛЛОВ.	136
<u>А.Н. Дубовицкая, С.С. Степанова, М.Г. Холявка, М.С. Лавлинская, А.В. Сорокин, В.Г. Артюхов.</u>	
ИММОБИЛИЗАЦИЯ ТРИПСИНА НА МАТРИЦЕ ПОЛИ-N-ВИНИЛПИРРОЛИДОНА И ГРАФТ-СОПОЛИМЕРА АЛЬГИНАТА НАТРИЯ И ПОЛИ-N-ВИНИЛПИРРОЛИДОНА	137
<u>Т.Р. Жучков, А.М. Короткова, А.С. Ельникова, А.В. Паршина.</u>	
МЕМБРАНЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ NAFION 212 И AQUIVION 87 В ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИХ СЕНСОРАХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АМИНОКИСЛОТ-МАРКЕРОВ COVID-19	139
<u>А.С. Завалюева, С.И. Карпов.</u>	
КИНЕТИКА СОРБЦИИ КВЕРЦЕТИНА УПОРЯДОЧЕННЫМИ МЕЗОПОРИСТЫМИ КРЕМНЕЗЕМАМИ С РАЗНЫМ ТИПОМ СТРУКТУРЫ	140
<u>И.А. Змачинская, Е.К. Корнеева.</u>	
ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСА ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ И ИОННО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОКРЫТИЯ СО СТАЛЬНОЙ ПОДЛОЖКОЙ	141
<u>А.А. Иова, Ю.В. Стрельникова, И.Д. Шутилов, А.С. Овсянников, Д.Р. Исламов, П.В. Дороватовский, В.А. Лазаренко, И.А. Литвинов, С.Е. Соловьева, И.С. Антипин.</u>	
СИНТЕЗ И СТРУКТУРА В КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ФАЗЕ НОВЫХ MN(II/III)-БИЯДЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ С МАКРОЦИКЛИЧЕСКИМИ ЛИГАНДАМИ НА ОСНОВЕ ТИАКАЛИКС[4]АРЕНА С N,O-КООРДИНИРУЮЩИМИ ФРАГМЕНТАМИ	143
<u>А.А. Карчевский, С.А. Каткова, М.А. Кинжалов.</u>	
ADC КОМПЛЕКСЫ ПЛАТИНЫ(IV), ПОЛУЧЕННЫЕ НА ОСНОВЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ MEI И I ₂	144
<u>Е.А. Кацуруба, Е.С. Фуфыгина, Г.Ю. Яковлева.</u>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИСИЛОКАСНОВЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ БОРЬБЫ С БИОПОВРЕЖДЕНИЯМИ ПАМЯТНИКОВ ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА	145

Е.К. Корнеева.	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИЗНОСОСТОЙКИХ МЕТАЛЛОИДСОДЕРЖАЩИХ ТЕРМОДИФУЗИОННЫХ СЛОЕВ НА СТАЛЯХ И СПЛАВАХ	147
А.Р. Лакомкина, А.А. Загидуллин, М.Н. Хризанфоров, В.А. Милюков.	
2,3,4,5-ТЕТРААРИЛ-1-МОНОФОСФАФЕРРОЦЕНЫ В КАЧЕСТВЕ ЛИГАНДОВ ДЛЯ КОМПЛЕКСОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ	149
Н.А. Медзатый, А.В. Фёдорова, А.А. Селютин.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕНСИБИЛИЗИРОВАННОГО МЕЗОПОРИСТОГО ДИОКСИДА ТИТАНА	150
В.М. Константинов, В.Г. Даشكевич, П.С. Мышкевич.	
КОМБИНИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОТВЕРДЫХ ДИСКРЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ	151
Д.К. Прочухан, А.В. Федорова.	
ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРОВСКИТОПОДОБНОЙ ОКСИДНОЙ КЕРАМИКИ $(\text{La}_{0.9}\text{GD}_{0.1})_{0.67x}\text{SR}_{0.33x}\text{MNXAL}_{1-x}\text{O}_3$ МЕТОДОМ ГЛИЦИН-НИТРАТНОГО ГОРЕНИЯ	153
Э.А. Романова, Л.А. Васильева, Г.А. Гайнанова, А.В. Герасимов,	
Ф.Г. Валеева, Д.М. Кузнецов, А.П. Любина, А.Д. Волошина, Л.Я. Захарова.	
НОВЫЕ ДИКАТИОННЫЕ ГЕМИНАЛЬНЫЕ ПАВ С БИОРАЗЛАГАЕМЫМИ КАРБАМАТНЫМИ ФРАГМЕНТАМИ	154
А.Н. Симонова, Г.А. Ивкова.	
РЕАКЦИЯ 2-ХЛОР-БЕНЗО[D]-1,3,2-ДИОКСАФОСФОРИН-4-ОНА С ИМИНАМИ	155
В.А. Соловьева, И.Д. Шутилов, А.С. Овсянников, И.А. Литвинов,	
П.В. Дороватовский, С.Е. Соловьева, И.С. Антипин.	
СИНТЕЗ И СТРУКТУРА НОВЫХ <i>БИС-</i> И <i>ТРИС</i> [2-(1,2,3-ТРИАЗОЛ-1-ИЛ)ЭТИЛ]АМИНОВ, СОДЕРЖАЩИХ ФЕНИЛЬНЫЙ, ПИРИДИЛЬНЫЙ И ФЕНАНТРОЛИЛЬНЫЕ ЗАМЕСТИТЕЛИ	156
А.С. Стасенко, П.С. Мышкевич, Е.К. Корнеева.	
КОРРОЗИЯ МЕДИЦИНСКИХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ СО-CR-МО	157
И.Д. Шутилов, В.А. Соловьева, Ю.В. Стрельникова,	
А.С. Овсянников, С.Е. Соловьева, И.С. Антипин.	
СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ НОВЫХ О-ЗАМЕЩЁННЫХ ХИРАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 5-ГИДРОКСИЗОФТАЛЕВОЙ КИСЛОТЫ	159
СЕКЦИЯ VI.	
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	160
И.И. Агзамова.	
ТЕХНОЛОГИЯ СПИРАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ В ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ХИМИИ	161
Е.Д. Гришина, Г.Ф. Мельникова.	
ФОРМИРОВАНИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМНО-ТВОРЧЕСКИХ ЗАДАЧ	162
Н.Д. Джемшидова, С.С. Космодемьянская.	
ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ХИМИИ	163
Э.Р. Закирова.	
ОПЕРЕЖАЮЩЕЕ ОБУЧЕНИЕ ВО ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ХИМИИ.....	164
Я.Н. Закирова.	
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	165
А.А. Зарипова, Г.Ф. Мельникова.	
ОСОБЕННОСТИ ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ К ИЗУЧЕНИЮ ПРЕДМЕТА ХИМИИ ПОСРЕДСТВОМ ОНЛАЙН КРУЖКА	166

А.В. Иконникова, И.Д. Низамов.	ЦИФРОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ, КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ НА УРОКАХ ХИМИИ.....	167
В.А. Каримова.	ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДМЕТНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ: АДАПТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ В СРЕДНЕМ ОБЩЕМ ОБРАЗОВАНИИ.....	168
А.А. Каипуллина, С.С. Космодемьянская.	ФОРМИРОВАНИЕ ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ В РАМКАХ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ ПО ХИМИИ	170
А.А. Екимовская, В.В. Лебедев.	ПАТЕНТНАЯ РАБОТА В ШКОЛЬНОМ ТЕХНИЧЕСКОМ КРУЖКЕ	171
В.А. Макеева, И.Д. Низамов.	РАСЧЕТНЫЕ ЗАДАЧИ ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА ПО ХИМИИ КАК СРЕДСТВО ОЦЕНИВАНИЯ ПРЕДМЕТНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ.....	172
Д.В. Мельник.	ЦИФРОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ ХИМИИ	174
В.А. Миннахметова, С.И. Гильманшина.	РОЛЬ УЧИТЕЛЯ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ ХИМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ	175
В.С. Назарова.	EDUSCRUM ТЕХНОЛОГИЯ В ФОРМИРОВАНИИ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ПО ХИМИИ.....	176
Б.П. Тарасов.	ПРОГРАММА ИНКЛЮЗИВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ПО ЗДОРОВЬЮ	177
П.А. Тимина, Д.Л. Дарземанова.	СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ХИМИИ ДЕТЕЙ МИГРАНТОВ	178
А.В. Хафизова.	ФОРМИРОВАНИЕ НАВЫКОВ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА УРОКАХ ХИМИИ.....	179
А.О. Чебыкина, Д.Л. Дарземанова.	ФОРМИРОВАНИЕ УЧЕБНОЙ УСПЕШНОСТИ ДЕТЕЙ МИГРАНТОВ ЧЕРЕЗ ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПО ХИМИИ.	180
А.В. Шорсткина, Г.Ф. Мельникова.	ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА УРОКАХ ХИМИИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ УЧЕБНОЙ МОТИВАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ	181
СЕКЦИЯ VII.		
РОБОТОТЕХНИКА И ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО.....		182
В.С. Глушкова.	БЕСКОНТАКТНЫЙ ПОЛИФИЛЯРНЫЙ РАЗЪЁМ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ.....	183
СЕКЦИЯ VIII.		
ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ.....		184
Р.Ф. Азнагулов, Л.Р. Хабибулина, Б.Ф. Гарифуллин, А.Д. Волошина,		
Д.Ф. Абрамова, А.Б. Выштакалюк, В.Е. Катаев.	СИНТЕЗ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ 1,2,3 -ТРИАЗОЛИЛСОДЕРЖАЩИХ А-АМИНОФОСФОНАТОВ НА ОСНОВЕ N-АЦЕТИЛ-D-ГЛЮКОЗАМИНА	185
А.М. Акбашева, А.В. Гедмина, И.А. Челнокова, Л.Г. Шайдарова.	АМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ МЕТАМИЗОЛА НАТРИЯ НА ЭЛЕКТРОДЕ, МОДИФИЦИРОВАННОМ ГЕКСАЦИАНОКОБАЛЬТАТОМ РУТЕНИЯ И ПЛЕНКОЙ ИЗ ПОЛИ-3,4-ЭТИЛЕНДИОКСИФЕНА	186

<u>К.С. Анисимова, М.А. Мамонтов, А.В. Ильин.</u>	
ONE-POT РЕАКЦИИ ПОЛУЧЕНИЯ ФОСФОНИЕВЫХ СОЛЕЙ А-ЗАМЕЩЕННЫХ АКРИЛАТОВ НА ОСНОВЕ МЕТИЛПРОПИОЛАТА	187
<u>А.Ф. Асылгараева, Д.В. Брусницын, А.Н. Рамазанова, Ю.И. Журавлева, А.В. Прыткова, А.Б. Добрынин, А.Ф. Сайфина, А.Т. Губайдуллин.</u>	
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ НА ВОССТАНОВЛЕННОМ ОКСИДЕ ГРАФЕНА, В КАЧЕСТВЕ МОДИФИКАТОРОВ ПОВЕРХНОСТИ ПЛАНАРНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ	188
<u>А.Э. Ахатова, Э.Д. Султанова, И.М. Богданов, В.А. Бурилов, Р.И. Гарипова, С.Е. Соловьевы, И.С. Антипов.</u>	
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА НОВЫХ ЦВИТТЕР-ИОННЫХ ТРИАЗОЛСОДЕРЖАЩИХ АММОНИЕВЫХ / ИМИДАЗОЛИЕВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ КАЛИКС[4]АРЕНА	189
<u>В.С. Бахтиярова, С.Р. Романов, Ю.В. Бахтиярова.</u>	
ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И КАЧЕСТВА СТАЛИ ФЕХТОВАЛЬНЫХ КЛИНКОВ МЕТОДОМ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ	190
<u>Т.Г. Белов, М.П. Гурьянова, И.И. Калекулин, И.С. Низамов, И.Д. Низамов, Э.С. Батыева.</u>	
ПИРИДНИЕВЫЕ СОЛИ БИСДИТИОФОСФОНОВЫХ КИСЛОТ	191
<u>А.А. Бикмухаметов, П.Л. Падня, И.И. Стойков.</u>	
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЕВЫХ И ИМИДАЗОЛИЕВЫХ СОЛЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ КАТЕХОЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ	192
<u>Д.В. Бурдюгов, Р.Р. Гамиров, А.А. Ахмедов, Д.Н. Шурпик, И.И. Стойков.</u>	
ДИЗАЙН АМФИФИЛЬНЫХ МЕРОТЕРПЕНОИДОВ, СОДЕРЖАЩИХ ФРАГМЕНТЫ ГЕРАНИОЛА И ФАРНЕЗОЛА, И ИЗУЧЕНИЕ ИХ МЕМБРАНОТРОПНЫХ СВОЙСТВ	193
<u>С.Ю. Вострухина, А.Н. Резников, Ю.Н. Климошкин.</u>	
ЦИКЛИЗАЦИЯ АНИЛИДОВ АКРИЛОВЫХ КИСЛОТ В СИНТЕЗЕ ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ ИНДОЛИНОНОВ	194
<u>Г.И. Галимзянова, М.И. Сорвин, А.В. Порфириева, Г.А. Евтугин.</u>	
ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЙ СЕНСОР НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОПОЛИМЕРИЗОВАННОГО ИЗ РЕЛИНА АЗУРА С ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОФАМИНА	195
<u>И.А. Гафиатова, И.А. Челнокова, Л.Г. Шайдарова, Г.К. Будников.</u>	
АМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЧЕВОЙ КИСЛОТЫ, КРЕАТИНИНА И ИНСУЛИНА НА ЭЛЕКТРОДЕ, МОДИФИЦИРОВАННОМ БИНАРНОЙ СИСТЕМОЙ ЗОЛОТО-ПАЛЛАДИЙ, В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ИНЖЕКЦИОННОЙ СИСТЕМЕ	196
<u>З.Р. Гильмуллина, В.В. Сякаев, А.Д. Волошина, А.П. Любина, А.С. Сапунова, Ю.Э. Морозова, И.С. Антипов.</u>	
СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫЙ ПОДХОД К ПОЛУЧЕНИЮ НАНОКОНТЕЙНЕРОВ, ДЕКОРИРОВАННЫХ ФОЛИЕВОЙ КИСЛОТОЙ	197
<u>Л.Т. Гимадутдинова, Г.К. Зиятдинова.</u>	
ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕЛТОГО «СОЛНЕЧНОГО ЗАКАТА» НА ЭЛЕКТРОДЕ, МОДИФИЦИРОВАННОМ НАНОЧАСТИЦАМИ ДИОКСИДОВ ЦЕРИЯ И ОЛОВА	198
<u>А.С. Горовая, А.Е. Бурматова, А.А. Ханианов, М.П. Кутырева.</u>	
СВЕРХРАЗВЕТВЛЕННЫЕ ПОЛИОЛЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ КОБАЛЬТА МЕТОДОМ ПОЛИОЛЬНОГО СИНТЕЗА	199
<u>И.И. Дамиров, Р.Р. Давлетшин.</u>	
СИНТЕЗ НОВЫХ ФОСФОРИЛИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЕВЫХ СОЛЕЙ	201
<u>П.В. Дворникова, Д.В. Брусницын, А.Н. Рамазанова, С.А. Семенова, Э.П. Медянцева, М.А. Зиганшин, Ю.Г. Елистратова, А.Р. Мустафина.</u>	
КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ГЕКСАРЕНИЕВЫХ КЛАСТЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ И ВОССТАНОВЛЕННОГО ОКСИДА ГРАФЕНА КАК МОДИФИКАТОРЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДАТЧИКОВ	202

<u>Ю.П. Добрынина, И.А. Челнокова, Л.Г. Шайдарова, Г.К. Будников.</u>	
ПОРЦИОННО-ИНЖЕКЦИОННОЕ АМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛАКТАТА И МОЧЕВОЙ КИСЛОТЫ В СЛЮНЕ НА ЭЛЕКТРОДЕ, МОДИФИЦИРОВАННОМ БИНАРНОЙ СИСТЕМОЙ ЗОЛОТО-КОБАЛЬТ	203
<u>Д.Р. Долгова, Н.В. Давлетшина, А. Назарова, Р.Р. Давлетшин.</u>	
КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩИЕ И ЭКСТРАКЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АЛКИЛ[(N-АЛКИЛ-N,N-ДИАЛКИЛАММОНИО)МЕТИЛ]ФОСФОНАТОВ	204
<u>А.П. Людин, А.В. Немтарев, В.Ф. Миронов.</u>	
СИНТЕЗ ПОЛИГАЛАКТУРОНАТОВ НАТРИЯ ЩЕЛОЧНЫМ ГИДРОЛИЗОМ ПЕКТИНОВЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ	205
<u>И.А. Ерашов, Л.Р. Идрисова, А.В. Немтарев, В.Ф. Миронов.</u>	
СТЕРЕОСЕЛЕКТИВНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ 1-О-ПРОПАРГИЛ-ГЛИКОПИРАНОЗИДОВ В РЕАКЦИИ ФИШЕРОВСКОГО ТИПА	206
<u>В.М. Ефимов.</u>	
ОЦЕНКА СТЕПЕНИ БИОРАЗЛОЖЕНИЯ ПОЛИМЕРА ПО ИЗМЕНИЮ ВЕЛИЧИНЫ РАЗРУШАЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ	207
<u>М.А. Заборский, Д.А. Татаринов, В.Ф. Миронов.</u>	
СИНТЕЗ БЕНЗО[D][1,2]ОКСАФОСФОЛ-2-ОКСИДОВ НА ОСНОВЕ РЕАКЦИЙ ПРОИЗВОДНЫХ Р(III) С ФЕНОЛАМИ И КАРБОНИЛЬНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ	208
<u>А.Д. Злыгостев, А.И. Кононов, С.О. Стрекалова, Ю.Г. Будникова.</u>	
ПОЛУЧЕНИЕ N-БЕНЗИЛАМИДОВ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРООКИСЛИТЕЛЬНОГО СОЧЕТАНИЯ АМИНОКИСЛОТ И АРОМАТИЧЕСКИХ СУБСТРАТОВ	209
<u>А.С. Иванов, А.В. Сухов, А.М. Кучкаев, Д.Г. Яхваров.</u>	
ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ СИНТЕЗИРОВАННОГО 2-ЭТИЛГЕКСАНОАТА ХРОМА (III) В ГОМОГЕННОЙ ОЛИГОМЕРИЗАЦИИ ЭТИЛЕНА	210
<u>М.А. Ильина, И.А. Челнокова, Л.Г. Шайдарова, Г.К. Будников.</u>	
ПРОТОЧНО-ИНЖЕКЦИОННОЕ АМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕФТРИАКСОНА, ЦЕФОТАКСИМА И ЦЕФОПЕРАЗОНА НА ЭЛЕКТРОДЕ, МОДИФИЦИРОВАННОМ БИНАРНОЙ СИСТЕМОЙ МЕДЬ-ОКСИД РУТЕНИЯ	211
<u>Л.Н. Исламова, Д.Н. Петров, А.А. Шустиков.</u>	
СИНТЕЗ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА Д-П-А ХРОМОФОРОВ С ГЕТАРИЛМЕТИЛЕНМАЛНОНОНИТРИЛЬНЫМИ АКЦЕПТОРАМИ	212
<u>З.Э. Исхакова, Е.Г. Макаров, В.А. Бурилов, С.Е. Соловьева, И.С. Антипин.</u>	
НОВЫЕ ПРЕКУРСОРЫ АЗИД-АЛКИНОВОГО ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЯ НА ОСНОВЕ НЕЗАМЕЩЕННЫХ ПО НИЖНЕМУ ОБОДУ (ТИА)КАЛИКС[4]АРЕНОВ	213
<u>А.Д. Калмыкова, Г.К. Зиятдинова.</u>	
ФИТОХИМИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ И АНТИОКСИДАНТНАЯ ЕМКОСТЬ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ РАСТЕНИЙ ТРИБЫ МЯТНЫЕ	214
<u>Д.А. Кириленко, Д.А. Коряковцева, И.А. Челнокова, Л.Г. Шайдарова, Г.К. Будников.</u>	
ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО ИНЖЕКЦИОННОЕ АМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНИЛЭФРИНА НА ЭЛЕКТРОДЕ, МОДИФИЦИРОВАННОМ ОКСИДАМИ МЕДИ И ИРИДИЯ	215
<u>А.Р. Комогорова, В.А. Шимбарева, А.С. Ельникова, А.В. Паршина.</u>	
ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ ФТОРПОЛИМЕРА И ПОЛИАНИЛИНА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕТРАКАИНА И ОКСИМЕТАЗОЛИНА В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТАХ	216
<u>А.И. Кононов, С.О. Стрекалова, Ю.Г. Будникова.</u>	
ГЕНЕРИРОВАНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГИДРОКСИЛЬНЫХ РАДИКАЛОВ МЕТОДОМ ЭПР-ЭЛЕКТРОХИМИИ	217

Д.Ю. Хайруллина, А.В. Корнева, Ю.А. Лексина, И.А. Челнокова, Л.Г. Шайдарова, Г.К. Будников.	
ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕРОТОНИНА НА ЭЛЕКТРОДЕ, МОДИФИЦИРОВАННОМ ЧАСТИЦАМИ ПАЛЛАДИЯ	218
Д.А. Коряковцева, И.А. Челнокова, Л.Г. Шайдарова, Г.К. Будников.	
ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОДА, МОДИФИЦИРОВАННОГО СМЕШАННОВАЛЕНТНЫМИ ОКСИДАМИ ИРИДИЯ, В ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОМ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ ИНЖЕКЦИОННОМ АМПЕРОМЕТРИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ТЕОФИЛЛИНА	219
Д.Р. Кузнецов, И.М. Нуриев, Д.С. Сульдина, Д.П. Герасимова, О.А. Лодочникова, А.Р. Курбангалиева.	
РАЗРАБОТКА МЕТОДА СИНТЕЗА НОВЫХ ХИРАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ РЯДА 1,5-ДИАЗАЦИКЛООКТАНА И 1,5-ДИАЗАБИЦИКЛО[3.3.1]НОНАНА	220
А.А. Куприянова, Г.А. Ивкова, В.Ф. Миронов.	
СИНТЕЗ Р(III)-ПРОИЗВОДНЫХ ГИДРОКСИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ	221
И.С. Кусачева, Д.В. Брусницын, А.Н. Рамазанова, Э.П. Медянцева, Ю.Г. Елистратова, А.Р. Мустафина.	
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МОДИФИКАТОРЫ НА ОСНОВЕ ОКТАЭДРИЧЕСКИХ КЛАСТЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ МОЛИБДENA ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ БИОСЕНСОРНЫХ УСТРОЙСТВ	222
А.В. Сорокин, М.С. Лавлинская.	
КОНТРОЛИРУЕМЫЙ СИНТЕЗ ПРИВИТЫХ СОПОЛИМЕРОВ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ И N-ВИНИЛИМИДАЗОЛА	223
А.А. Лазарева, М.Н. Хризанфоров, Р.П. Шекуров, И.А. Безкишко, В.А. Милюков.	
[$(FCS)_3\text{-P}]_x\text{-[CU]}_y$ МУЛЬТИФЕРРОЦЕНОВЫЕ КОПЛЕКСЫ КАК КАТАЛИЗАТОР ЭЛЕКТРОВОССТАНОВЛЕНИЯ CO_2	224
С.Е. Лапук, А.В. Герасимов.	
КИНЕТИКА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ И СТЕКЛООБРАЗУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ТЕРМИЧЕСКИ НЕУСТОЙЧИВЫХ АНТИБИОТИКОВ ПО ДАННЫМ МЕТОДА СВЕРХБЫСТРОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ КАЛОРИМЕТРИИ.....	225
Ю.А. Лексина, Д.Ю. Хайруллина, Д.А. Зайнуллина, И.А. Челнокова, Л.Г. Шайдарова, Г.К. Будников.	
ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОФАМИНА НА ЭЛЕКТРОДЕ, МОДИФИЦИРОВАННОМ НАФИОНОВОЙ ПЛЕНКОЙ СО СМЕШАННЫМ ГЕКСАЦИАНОФЕРРАТОМ (III) ЦИНКА-КАЛИЯ	226
Г.М. Мадиярова, Э.И. Хамматов, О.Л. Хамидуллин, Л.М. Амиролова.	
ПОРОШКОВОЕ ЭПОКСИДНОЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЕ СВЯЗУЮЩЕЕ И ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕПЛАСТИКА НА ЕГО ОСНОВЕ	227
Е.Г. Макаров, З.Э. Исхакова, Д.А. Миронова, И.М. Билюкова, В.А. Бурилов, С.Е. Соловьева, И.С. Антипов.	
СИНТЕЗ АРИЛАЗИДНЫХ/АЛКИНИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ (ТИА)КАЛИКС[4]АРЕНОВ И ПОЛУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТРИАЗОЛОВ И МУЛЬТИКАЛИКСАРЕНОВ НА ИХ ОСНОВЕ	228
К.А. Малиновская, Р.Р. Давлетшин.	
СИНТЕЗ ЙОДИДОВ ДИИЗОПРОПОКСИФОСФОРИЛ-П-БРОМФЕНИЛМЕТАН (ДИМЕТИЛАЛКИЛАММОНИЯ)	229
М.А. Мамонтов, К.С. Анисимова, А.В. Ильин.	
ВИЦИНАЛЬНОЕ БИСПРИСОЕДИНЕНИЕ ПРОИЗВОДНЫХ ИМИДОВ И ГИДАНТОИНОВ К МЕТИПРОПИОЛАТУ В УСЛОВИЯХ КАТАЛИЗА ТРЕТИЧНЫМИ ФОСФИНАМИ	231
Э.Э. Мансурова, Н.Ю. Чудинов, А.П. Любина, Р.Р. Фазлеева, М.М. Шулаева, И.Р. Низамеев, М.К. Кадиров, А.Д. Волошина, А.Ю. Зиганшина, В.Э. Семенов, И.С. Антипов.	
СИНТЕЗ И ХАРАКТЕРИСТИКА СВОЙСТВ НАНОНОСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ДОСТАВКИ ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРОВ И АНТИДОТОВ	232

<u>М.С. Маряскина, Ю.Г. Кураева.</u>	
СОРБЦИОННЫЕ И СЕЛЕКТИВНЫЕ СВОЙСТВА НЕПОДВИЖНОЙ ФАЗЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ И ПРОИЗВОДНОГО В-ЦИКЛОДЕКСТРИНА В УСЛОВИЯХ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ	233
<u>Э.А. Микуленкова, Д.А. Татаринов, И.А. Литвинов, В.Ф. Миронов.</u>	
ОНЕ-РОТ СИНТЕЗ 2-(2-ГИДРОКСИАРИЛ)-2,2,4-ТРИМЕТИЛХРОМАНОВ ИЗ 2-ГИДРОКСИАРИЛЭТАНОНОВ	234
<u>Д.О. Мингажетдинова, А.С. Агарков, А.А. Нефедова,</u>	
Э.Р. Габитова, И.А. Литвинов, С.Е. Соловьева, И.С. Антипин. СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И РЕАКЦИЯ АЦИЛИРОВАНИЯ 2-АРИЛГИДРАЗОНОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ТИАЗОЛО[3,2- <i>A</i>]ПИРИМИДИНА	235
<u>Э.Р. Миргазиева, Р.А. Ларионов, М.А. Зиганшин.</u>	
ОСОБЕННОСТИ ЦИКЛИЗАЦИИ ДИПЕПТИДОВ L-АЛАНИЛ-L-ЛЕЙЦИН И L-ЛЕЙЦИЛ-L- АЛАНИН В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕНИЙ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ	236
<u>А.Д. Моряшева, С.Р. Романов, И.В. Галкина.</u>	
ОНЕ-РОТ СИНТЕЗ ИЗОТИУРОНИЕВЫХ СОЛЕЙ НА ОСНОВЕ ТИОМОЧЕВИНЫ И БРОМКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ В СРЕДЕ РАЗЛИЧНЫХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ	237
<u>А.Р. Муртазин, А.С. Агарков, Э.Р. Габитова, А.А. Нефедова, А.С. Овсянников,</u>	
И.А. Литвинов, А.Д. Волошина, С.Е. Соловьева, И.С. Антипин. СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА ТРИАЗОЛИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ НА ОСНОВЕ ПРОПАРГИЛОВЫХ ЭФИРОВ ТИАЗОЛО[3,2- <i>A</i>]ПИРИМИДИНОВОГО РЯДА	238
<u>Д.Д. Мухаметзянов, А.В. Борецкая, А.А. Ламберов.</u>	
ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ИСХОДНОЙ СОЛИ АЛЮМИНИЯ НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ОСАЖДАЕМОГО ГИДРОКСИДА АЛЮМИНИЯ	239
<u>А.В. Нафикова, С.Р. Романов, И.В. Галкина, Ю.В. Бахтиярова.</u>	
СИНТЕЗ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ФОСФОНИЕВЫХ СОЛЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ РЕАКЦИИ ТРИС(3-ФТОРФЕНИЛ)ФОСФИНА С АКРИЛОВОЙ КИСЛОТОЙ И ЕЕ ПРОИЗВОДНЫМИ	240
<u>И.И. Низамов.</u>	
ТЕРМОДИНАМИКА ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ ТОЛБУТАМИДА	241
<u>М.М. Никитин, А.С. Иванов, А.В. Сухов, Д.Г. Яхваров.</u>	
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПЛЕКСОВ НИКЕЛЯ, СОДЕРЖАЩИХ СВЯЗЬ NI-C, В РЕАКЦИИ ГОМОГЕННОЙ ОЛИГОМЕРИЗАЦИИ ЭТИЛЕНА	243
<u>А.А. Никифорова, Д.Р. Хайбрахманова, И.А. Седов.</u>	
ФИБРИЛЛООБРАЗОВАНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО СЫВОРОТОЧНОГО АЛЬБУМИНА В ПРИСУТСТВИИ ЛИГАНДОВ С РАЗЛИЧНОЙ АФФИННОСТЬЮ	244
<u>В.С. Носова, А.А. Токранов, Е.О. Токранова, Р.В. Шаfigулин, А.В. Буланова.</u>	
СЕЛЕКТИВНОЕ ГИДРИРОВАНИЕ СМЕСЕЙ ГЕКСИН-1/ГЕКСЕН-1 И ГЕПТИН-1/ГЕПТЕН-1 НА МЕЗОПОРИСТОМ СИЛИКАГЕЛЕ, ДОПИРОВАННОМ ЦЕРИЕМ И МОДИФИЦИРОВАННОМ СЕРЕБРОМ	245
<u>Т.М. Нуров, А.П. Самороднова, М.Н. Хризанфоров, А.М. Шакиров, Э.М. Гибадуллина,</u>	
Е.А. Чугунова, А.Р. Бурилов, С.З. Вацадзе, В.А. Милюков, О.Г. Синяшин, И.В. Алабугин. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ТЕХНИК В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ОРГАНИЧЕСКИХ И МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ	246
<u>С.А. Овсянникова, А.А. Поздняк, А.В. Гедмина, Л.Г. Шайдарова.</u>	
КОМПОЗИТНЫЙ ЭЛЕКТРОД С ОСАДКОМ ПЛАТИНЫ, ИММОБИЛИЗОВАННОЙ НА ИОНООБМЕННОЙ ПЛЕНКЕ ИЗ ПОЛИВИНИЛПИРРОЛИДОНА ДЛЯ СЕЛЕКТИВНОГО ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОМПЕРИДОНА И ПАРАЦЕТАМОЛА	247

Д.В. Овчинникова, А.А. Токранов, Е.О. Токранова, Р.В. Шафигулин, А.В. Буланова. АДСОРБИОННЫЕ СВОЙСТВА МЕЗОПОРИСТОГО СИЛИКАГЕЛЯ, ДОПИРОВАННОГО ТЕРБИЕМ И МОДИФИЦИРОВАННОГО ПЕРЕХОДНЫМИ МЕТАЛЛАМИ	248
А.В. Паденко, С.Р. Романов, Ю.В. Бахтиярова. СИНТЕЗ РЯДА ФОСФОНИЕВЫХ СОЛЕЙ НА ОСНОВЕ ЭТИЛОВОГО ЭФИРА МОНОБРОМУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ	249
Ю.В. Панина, А.А. Ахмедов, Р.Р. Гамиров, Д.Н. Шурпик, И.И. Стойков. МЕРОТЕРПЕНОИДЫ НА ОСНОВЕ S-ПЕРИЛЛИЛОВОГО СПИРТА: СИНТЕЗ И СУПРАМОЛЕКУЛЯРНАЯ САМОСБОРКА С ПИЛЛАР[5]АРЕНОМ	250
Е.В. Перескокова, Я. Цибо, Р.М. Бейлинсон, Э.П. Медянцева. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРАМФЕНИКОЛА И ДИКЛОФЕНАКА МЕТОДАМИ ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ИММУНОАНАЛИЗА И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ИНЖЕКЦИОННОГО АНАЛИЗА	251
А.Ю. Петрова, А.С. Агарков, А.А. Кожихов, А.А. Нефедова, А.С. Овсянников, И.А. Литвинов, А.Д. Волошина, С.Е. Соловьева, И.С. Антипин. СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И ЦИТОТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ НОВЫХ 2,3-ДИГИДРОТИАЗОЛО[3,2- <i>A</i>]ПИРИМИДИН-2-КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ	252
А.А. Поздняк, А.В. Гедмина, С.О. Новикова, Л.Г. Шайдарова. ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАЦЕТАМОЛА И ДОМПЕРИДОНА НА КОМПОЗИТНЫХ ЭЛЕКТРОДАХ С ОСАДКОМ ЗОЛОТА, ВКЛЮЧЕННОГО В ПОЛИМЕРНЫЕ ПЛЕНКИ ИЗ ПОЛИВИНИЛПИРРОЛИДОНА И ПОЛИВИНИЛПИРИДИНА	253
В.А. Прытков, А.М. Осипова, А.А. Ханинов, И.В. Кузнецов, М.П. Кутырева. АДАПТАЦИЯ ПОДХОДОВ «ЗЕЛЕНОГО СИНТЕЗА» ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ, СОДЕРЖАЩИХ НАНОЧАСТИЦЫ СЕРЕБРА В СРЕДЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ СВЕРХРАЗВЕТВЛЕННЫХ ПОЛИЭФИРОВ	254
Е.А. Пушкарева, Д.Д. Радаев, В.А. Бурилов, С.Е. Соловьева, И.С. Антипин. ДЕНДРОНЫ НА ОСНОВЕ ИМИДАЗОЛДИКАРБОНОВОЙ КИЛОТЫ И СУААС ДЕНДРИМЕРЫ НА ИХ ОСНОВЕ	256
Д.А. Пысин, И.Э. Шиабиев, О.А. Мостовая, П.Л. Падня, И.И. Стойков. ПОЛИ(АМИДОАМИННЫЕ) ДЕНДРИМЕРЫ НА ПЛАТФОРМЕ <i>P</i> -ТРЕТ-БУТИЛТИАКАЛИКС[4]АРЕНА: СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ АССОЦИАЦИИ С РЯДОМ БИОМОЛЕКУЛ	257
В.М. Разицына, Р.В. Шафигулин, В.А. Куркин, А.В. Буланова. ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ АНИОНА ИМИДАЗОЛИЕВОЙ ИОННОЙ ЖИДКОСТИ НА УДЕРЖИВАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ В УСЛОВИЯХ ОФ ВЭЖХ	258
О.О. Ретюнская, Б.С. Ахмадеев, С.Н. Подъячев, А.Р. Мустафина. ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ АГРЕГАТОВ НА ОСНОВЕ ФОСФОЛИПИДОВ И ЛЮМИНОФОРОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ	259
А.А. Россова, Д.В. Муравьева, Л.С. Зубайдулина, Д.А. Емельянов, М.П. Кутырева. ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ NABH ₄ НА ПРОЦЕСС ФОРМИРОВНИЯ НАНОЧАСТИЦ CO ₂ В СРЕДЕ СВЕРХРАЗВЕТВЛЕННОГО ПОЛИЭФИРОПОЛИОЛА	260
Г.Н. Савельев, С.О. Стрекалова, А.И. Кононов, Ю.Г. Будникова. СИНТЕЗ N-БЕНЗИЛАМИДОВ С УЧАСТИЕМ НИТРИЛОВ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ	261
А.П. Самородниова, М.Н. Хризанфоров, Э.М. Гибадуллина, А.Р. Бурилов. ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОСТРАНСТВЕННО-ЗАТРУДНЁННЫХ ФЕНОЛОВ	262

<u>Л.И. Сафарова, Г.А. Ивкова.</u>	
РЕАКЦИЯ 2-РНО-5-ФЕНИЛ-1,3,2-ДИОКСОФОСФОЛАН-4-ОНА С Н-МЕТИЛБЕНЗАЛЬМИНОМ	263
<u>Е.Д. Серебрякова, А.А. Кузнецова, Я.А. Верещагина.</u>	
КОНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ N-АЛКИЛ-N-(ДИФЕНИЛФОСФОРИЛМЕТИЛ) ДИФЕНИЛФОСФОРИЛАЦЕТАМИДОВ В РАСТВОРЕ	264
<u>А.В. Симдянова, М.Н. Габдулхаев, В.В. Горбачук.</u>	
НОВЫЙ ПОЛИМОРФ ФЕНИЛБУТАЗОНА И СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЕГО МЕТАСТАБИЛЬНЫХ ПОЛИМОРФОВ	265
<u>Д.И. Смекалов, О.Д. Бочкова, А.Р. Мустафина.</u>	
ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА НА АРХИТЕКТУРУ И НА МАГНИТНО-РЕЛАКСАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ, СОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЯ MN^{2+}	266
<u>А.А. Смирнова, Д.В. Брусницын, А.Н. Рамазанова, С.А. Семенова, М.А. Зиганшин, Э.Р. Каримова, Ю.Г. Елистратова, А.Р. Мустафина.</u>	
АНАЛИТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ КЛАСТЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ МОЛИБДЕНА В СОЧЕТАНИИ С ВОССТАНОВЛЕННЫМ ОКСИДОМ ГРАФЕНА ДЛЯ СОЗДАНИЯ АМПЕРОМЕТРИЧЕСКИХ ИММУНОСЕНСОРОВ	267
<u>С.О. Стрекалова, А.И. Кононов, Г.Н. Савельев, А.Д. Злыгостев, Ю.Г. Будникова.</u>	
ЭЛЕКТРООКИСЛИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ С-Н/Н-Н АМИДИРОВАНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ СУБСТРАТОВ	268
<u>Д.Р. Султанова, Н.В. Давлетшина.</u>	
АКТИВНЫЙ ТРАНСПОРТ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ С УЧАСТИЕМ ФОСФОРИЛИРОВАННЫХ БЕТАИНОВ	269
<u>О.С. Терентьева, П.Л. Падня, О.А. Мостовая, И.И. Стойков.</u>	
ТИАКАЛИКСАРЕНЫ, СОДЕРЖАЩИЕ ОСТАТКИ АРОМАТИЧЕСКИХ АМИНОКИСЛОТ: СИНТЕЗ, АГРЕГАЦИЯ И ИНГИБИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ПО ОТНОШЕНИЮ К Б-ХИМОТРИПСИНУ	271
<u>Е.А. Титов, А.В. Немтарёв, В.Ф. Миронов.</u>	
КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ТРИФЛАТА АЛЮМИНИЯ В СИНТЕЗЕ НОВЫХ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГЛИЦИДИЛОВЫХ ЭФИРОВ	272
<u>Д.А. Толометова, Р.Р. Давлетшин, Е.А. Ермакова, Н.В. Давлетшина.</u>	
СИНТЕЗ β-АМИНОФОСФОНАТОВ НА ОСНОВЕ ДИАЛКИЛАМИНОВ	273
<u>К.А. Требунских, А.А. Токранов, Е.О. Токранова, Р.В. Шафигулин, А.В. Буланова.</u>	
ИЗУЧЕНИЕ АДСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ МЕЗОПОРИСТОГО СИЛИКАГЕЛЯ, ДОПИРОВАННОГО ЦЕРИЕМ И МОДИФИЦИРОВАННОГО СЕРЕБРОМ, МЕТОДОМ ОБРАЩЕННОЙ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ	274
<u>У.П. Урубкова, М.Э. Шемахина, А.В. Немтарев, В.Ф. Миронов.</u>	
ТРИАРИЛФОСФОНИЕВЫЕ СОЛИ НА ОСНОВЕ β-ИОНОНА	275
<u>Г.Р. Фазылзянова, Е.С. Охотникова, Т.Н. Юсупова, Ю.М. Ганеева.</u>	
ИЗУЧЕНИЕ ФАКТОРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ	276
<u>А.А. Федосеева, А.М. Фатыхова, Э.Д. Султанова, В.А. Бурилов, И.С. Антипин.</u>	
АГРЕГАЦИОННЫЕ И КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НОВЫХ ДЕНДРИМЕРОВ НА ОСНОВЕ ТИАКАЛИКС[4]АРЕНОВ	277
<u>Л.Р. Хабибулина, Б.Ф. Гарифуллин, М.Г. Беленок, Л.Ф. Сайфина, В.В. Зарубаев, В.Э. Семенов, В.Е. Катаев.</u>	
Н-АЦЕТИЛ-Д-ГЛЮКОЗАМИНОВЫЕ 1,2,3-ТРИАЗОЛСОДЕРЖАЩИЕ АНАЛОГИ НУКЛЕОЗИДОВ. СИНТЕЗ И ПРОТИВОВИРУСНАЯ АКТИВНОСТЬ	278

Д.Ю. Хайруллина, Л.Р. Мухаметшина, Ю.А. Лексина, И.А. Челнокова, Л.Г. Шайдарова, Г.К. Будников.	
ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОРТИЗОЛА НА ЭЛЕКТРОДАХ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ КОМПОЗИТАМИ МОЛЕКУЛЯРНО-ИМПРИНТИРОВАННОГО ПОЛИМЕРА С ИММОБИЛИЗОВАННЫМИ ЧАСТИЦАМИ ПЛАТИНЫ.....	279
А.В. Халиков,, А.В. Немтарев, В.Ф. Миронов.	
ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИ- α -Д-ГАЛАКТУРОНАТОВ НАТРИЯ С НЕВОССТАНАВЛИВАЮЩИМ КОНЦОМ.....	280
У.А. Чемекова, Р.Р. Давлетшин, А.Н. Седов.	
А-ГИДРОКСИФОСФОНАТЫ: СИНТЕЗ И СТРУКТУРА.....	281
П.С. Чернова, Д.В. Брусницын, А.Н. Рамазанова, Ю.И. Журавлева, А.Б. Добрынин, А.Ф. Сайфина, А.Т. Губайдуллин.	
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ВОССТАНОВЛЕННОГО ОКСИДА ГРАФЕНА В СОЧЕТАНИИ С НАНОЧАСТИЦАМИ КОБАЛЬТА	282
А.А. Шабанов, А.В. Салин.	
ФОСФИН-КАТАЛИЗИРУЕМОЕ ПРИСОЕДИНЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ ПРОНУКЛЕОФИЛОВ К А-МЕТИЛЕНЛАКТОНАМ.....	283
Д.Ф. Шамсуллин, С.Р. Егорова, А.А. Ламберов, Р.В. Ермолаев, А.З. Курбангалеева.	
ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ КРЕМНИЕМ И ФТОРОМ НА СВОЙСТВА АЛЮМОХРМОВОГО КАТАЛИЗАТОРА.....	284
А.А. Шамсутдинов, Д.А. Филимонова, А.А. Назарова, Л.С. Якимова, И.И. Стойков.	
ТВЁРДЫЕ ЛИПИДНЫЕ НАНОЧАСТИЦЫ НА ОСНОВЕ ПИЛЛАР[5]АРЕНОВ, СОДЕРЖАЩИХ АМИДНЫЙ И КАРБОКСИЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТЫ, НАГРУЖЕННЫЕ 5-ФТОРУРАЦИЛОМ.....	285
А.Е. Шведова, Г.Ш. Мамбетова, С.Н. Судакова, В.В. Сякаев, А.Н. Маслий, И.М. Вацуро, С.Н. Подъячев, В.В. Ковалев, А.Р. Мустафина.	
КАЛИКС[4]АРЕНЫ С 1,3-ДИКЕТО-ГРУППАМИ КАК ЭФФЕКТИВНЫЕ СЕНСИБИЛИЗАТОРЫ EU ³⁺ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ.....	286
М.Э. Шемахина, А.В. Немтарев, В.Ф. Миронов.	
γ -ОКСААЛКИЛФОСФОНАТЫ НА ОСНОВЕ ПУЛЕГОНА.....	287
А.М. Шинкарева, А.В. Немтарев, В.Ф. Миронов.	
ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ФОСФОНИЕВЫЕ СОЛИ, СОДЕРЖАЩИЕ АНТРАХИНОННЫЙ ФРАГМЕНТ, НА ОСНОВЕ ДЕГИДРОАФТОХИНОПИМАРОВОЙ КИСЛОТЫ	288
А.А. Шустиков, А.А. Калинин, А.И. Гайсин, А.В. Шарипова, А.Г. Шмелев, Т.А. Вахонина, М.Ю. Балакина.	
СИНТЕЗ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРЕМНИЕВЫХ ЭФИРОВ ХИНОКСАЛИНОВЫХ ХРОМОФОРОВ	289
Е.А. Ягодкина, Д.В. Брусницын, А.Н. Рамазанова, С.А. Семенова, М.А. Зиганшин, Ю.Г. Елистратова, А.Р. Мустафина.	
ВЛИЯНИЕ СОСТАВА СУСПЕНЗИИ НАНОЧАСТИЦ КЛАСТЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ МОЛИБДЕНА НА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ ОТЛИК СЕНСОРА.....	290
В.Ю. Якимов, Д.А. Чудаков, И.С. Низамов, И.Д. Низамов, Э.С. Батыева.	
РАЦЕМИЧЕСКИЕ СПИРТЫ В СИНТЕЗЕ ХИРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ ДИТИОФОСФОНОВЫХ КИСЛОТ.....	291
В.А. Яхья, Ю.С. Спиридонова, Э.И. Мусина.	
СИНТЕЗ НОВЫХ ГЕТЕРОЛЕПТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ МЕДИ С ДИАЗАДИФОСФАЦИКЛООКТАНОВЫМИ ЛИГАНДАМИ	292