1797

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А. И. ГЕРЦЕНА

РОССИЙСКОЕ ХИМИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО ИМ. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА
(САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ)

ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ XXI ВЕКА

Сборник материалов VI Всероссийской студенческой конференции с международным участием «ХИМИЯ и ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ XXI ВЕКА», посвященной 310-летию со дня рождения М. В. Ломоносова

HERZEN

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А. И. ГЕРЦЕНА

РОССИЙСКОЕ ХИМИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО ИМ. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА (САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ)

ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ XXI ВЕКА

Сборник материалов VI Всероссийской студенческой конференции с международным участием «ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ XXI ВЕКА», посвященной 310-летию со дня рождения М.В. Ломоносова

Санкт-Петербург

Издательство РГПУ им. А. И. Герцена

2021

ББК 24
Х46

Х46 Химия и химическое образование XXI века: сборник материалов VI Всероссийской студенческой конференции с международным участием, посвященной 310-летию со дня рождения М.В. Ломоносова / Отв. ред.: С.В. Макаренко, Е.И. Исаева, Р.И. Байчурин. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2021. – 144 с.

ISBN 978-5-8064-3004-6

В сборнике представлены материалы докладов VI Всероссийской студенческой конференции с международным участием «Химия и химическое образование XXI века по следующим направлениям: органическая, биологическая, фармацевтическая и медицинская химия; неорганическая, физическая химия и нанохимия; аналитическая и экологическая химия; химическое образование и учебно-исследовательская работа школьников.

ISBN 978-5-8064-3004-6

© Коллектив авторов, 2021
© С.В. Лебединский, обложка, 2021

Организационный комитет конференции:

Председатель

Богданов Сергей Игоревич	ректор РГПУ им. А. И. Герцена, доктор филологических наук, профессор, член-корреспондент Российской академии образования

Заместитель председателя:

Макаренко Сергей Валентинович	декан факультета химии РГПУ им. А. И. Герцена, доктор химических наук

Ответственный секретарь оргкомитета:

Исаева Екатерина Игоревна	к.х.н., доцент кафедры неорганической химии РГПУ им. А. И. Герцена

Состав оргкомитета:

Пелипко Василий Васильевич	к.х.н., научный сотрудник лаборатории нитросоединений РГПУ им. А. И. Герцена
Байчурин Руслан Измаилович	к.х.н., доцент кафедры органической химии РГПУ им. А. И. Герцена
Остроглядов Евгений Сергеевич	к.х.н., доцент кафедры органической химии РГПУ им. А. И. Герцена
Горбунова Валентина Васильевна	к.т.н., доцент кафедры неорганической химии РГПУ им. А. И. Герцена
Копылова Вера Алексеевна	заведующий учебными лабораториями кафедры органической химии РГПУ им. А. И. Герцена
Рублева Светлана Евгеньевна	заведующий учебными лабораториями кафедры химического и экологического образования РГПУ им. А. И. Герцена
Савельев Игорь Игоревич	Обучающийся 2 курса аспирантуры факультета химии РГПУ им. А. И. Герцена
Иванова Мария Петровна	Обучающаяся 1 курса аспирантуры факультета химии РГПУ им. А. И. Герцена
Курицына Марина Александровна	Обучающаяся 1 курса аспирантуры факультета химии РГПУ им. А. И. Герцена
Гомонов Кирилл Александрович	обучающийся 1 курса магистратуры факультета химии РГПУ им. А. И. Герцена

Программный комитет конференции

Бойцова Татьяна Борисовна	д.х.н., профессор, заведующий кафедрой неорганической химии РГПУ им. А. И. Герцена
Ефимова Татьяна Петровна	к.х.н., доцент кафедры органической химии РГПУ им. А. И. Герцена
Ефремова Ирина Евгеньевна	д.х.н., профессор кафедры органической химии РГПУ им. А. И. Герцена, почётный работник высшего профессионального образования РФ
Калмыков Степан Николаевич	д.х.н., декан химического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова, член-корреспондент РАН
Коган Вадим Ефимович	д.х.н., профессор, заведующий кафедрой общей химии СПГУ (Горного университета)
Ларионов Владимир Анатольевич	старший научный сотрудник лаборатории асимметрического катализа (отдел элементоорганических соединений) Института элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН
Макаренко Сергей Валентинович	декан факультета химии РГПУ им. А. И. Герцена, доктор химических наук
Роговая Ольга Геннадьевна	д.п.н., к.х.н., профессор, заведующий кафедрой химического и экологического образования РГПУ им. А. И. Герцена
Тимонов Александр Михайлович	д.х.н., профессор кафедры неорганической химии РГПУ им. А. И. Герцена

Содержание

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Дмитриев И.С.
«Упрямка славная была ему судьбина» (Ломоносов в русской культуре) **13**
Ефимова Т.П.
Химия 1-амино-2-нитрогуанидина **15**
Ларионов В.А.
Новые методы асимметрического синтеза α-аминокислот **16**

СЕКЦИЯ 1. ОРГАНИЧЕСКАЯ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ, ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ И МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ

Агаризаева И.З., Савельев И.И., Ефремова И.Е.
2-Бензилиден-3-метил-4-нитро-3-тиолен-1,1-диоксиды в реакциях с димедоном и дигидрорезоцином **18**
Адюков И.С., Пелипко В.В., Макаренко С.В.
Синтез замещенных этил-2-гидразинилиденпропаноатов и получение на их основе этил-1,2,3-тиадиазол-4-карбоксилата **20**
Бабушкина А.А., Михайлов В.Н.
Синтез 6-галогензамещенных производных циннолин-4(1*H*)-онов – перспективных ингибиторов протеинтирозинфосфатазы 1В (ПТФ1В) **21**
Богдашина М., Ивкин Д.Ю., Абышев А.З.
Синтез и изучение фармакологической активности производных 2*H*-1-бензопиран-2-она **22**
Бурцева М.А., Анисимова Н.А.
Получение эфиров аллобетулина **23**
Васильев А.Н., Лыщиков А.Н., Насакин О.Е.
Дифенилхлорфосфин в синтезе фосфорилированных циансодержащих пиридонов **25**
Гоманец А.С., Гоманец О.Р., Руденко Д.С., Фоминых О.И.
Синтез и свойства 2-пропаргиламино-3-хлор-1,4-нафтохинона **27**
Городецкая Н.А., Богданова Е.В., Стогний М.Ю., Сиваев И.Б.
Синтез комплексов переходных металлов на основе амидиновых производных *нидо*-карборана **29**
Зурначян Т.А., Мухина Е.С.
Исследование биохимических маркеров стресса в пробах слюны студентов в условиях интеллектуальной нагрузки **30**
Иванова С.А., Остроглядов Е.С., Васильева О.С.
Реакции 4-(4-метилфенил)-2-пирролидон-3-карбогидразида с ароматическими альдегидами **31**
Карцев Д.Д., Ефремова М.М.
Реакции 1,3-диполярного циклоприсоединения нитронов к 2-(2-оксоиндолин-3-илиден)ацетатам **32**
Киндоп В.К., Беспалов А.В., Доценко В.В.
Синтез и моделирование биологической активности новых гибридных молекул с фрагментами тиенопиридина и 2-иминотиазолина **33**
Кобелева Е.С., Низамов И.С., Салихов Р.З., Батыева Э.С.
Азотсодержащие гетероциклы в синтезе хиральных солей дитиофосфорных кислот **35**
Мелькова Д.А., Анисимова Н.А.
Взаимодействие 5,7,7,12,14,14-гексаметил-1,4,8,11-тетраазациклотетрадека-4,11-диена с хлорангидридом тетрафторбензойной кислоты **36**

Мельник М.В., Михайлов В.Н.
Ацетилен-функционализированные ациклические диаминокарбеновые комплексы палладия(II) и платины(II): синтез и стабильность **37**
Нестерова Т.А., Савельев И.И., Степура У.В., Агаризаева И.З.
Синтез новых представителей 2-бензилиден-3-метил-4-нитро-3-тиолен-1,1-диоксидов ... **38**
Подрезова А.Г., Кутасевич А.В., Митянов В.С.
Синтез и перегруппировка *N*-оксидов оксазолов **39**
Привар Ю.О., Балацкий Д.В., Братская С.Ю.
Криогели карбоксиметилхитозана для биомедицинского применения **41**
Рахимова Д.И., Батыева Э.С., Низамов И.С., Салихов Р.З.
Цинхоновые алкалоиды в синтезе хиральных солей дитиофосфорных кислот на основе эфиров молочной и яблочной кислот **42**
Семёнов Д.К., Стогний М.Ю., Сиваев И.Б.
Синтез полусэндвичевых комплексов никеля(II) на основе тиопроизводных *нидо*-карборана **43**
Соболева Е.М., Степанова Т.С., Пинко П.И.
Алкилтиометилирование 2,4-ди-*трет*-бутилфенола **44**
Степура У.В., Савельев И.И., Агаризаева И.З., Нестерова Т.А.
2-Бензилиден-3-метил-4-нитро-3-тиолен-1,1-диоксиды в реакциях с 4-гидроксикумарином **45**
Турусов Е.А., Анисимова Н.А.
Взаимодействие 1-нитро-3,3,3-трихлорпропена с фенилазидом **46**
Уварова Е.С., Митянов В.С., Кутасевич А.В.
Синтез 4-оксо-4-арил-3-(имидазол-2-ил)масляных кислот на основе конденсации *N*-оксидов имидазолов с арилглиоксалями и кислотой мельдрума и их превращения **48**
Фараджева А.В., Строганова Т.А.
синтез *N*-арилзамещенных 3-аминофуро[2,3-*b*]пиридин-2-карбоксамидов **49**
Черномыз М.С., Львова М.Ю., Новикова Д.С.
Исследование процесса *E/Z*–изомеризации ряда 3-бензилиденоксиндолов под действием света **50**
Шаймарданов А.Р., Салихов Р.З., Низамов И.С., Батыева Э.С.
Пиримидиновые и пуриновые соли *O,O*-дитерпенилдитиофосфорных кислот **51**
Шелудченко Т.Е., Шуварова А.А., Васильева О.С., Остроглядов Е.С.
Реакции декарбоксилирования 4-арил(гетарил)-2-пирролидон-3-карбоновых кислот **52**
Балакирева О.И., Семенов А.В., Шонина М.А.
Пиридинсодержащие производные имидазола с потенциальной противоопухолевой активностью **53**
Устинов И.И., Атрощенко Ю.М.
Синтез 5-(5,7-динитрохинолин-8-ил)-4,6-дифенилпиримидин-2-амина **54**

СЕКЦИЯ 2. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ, ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И НАНОХИМИЯ

Алферова Д.А., Сергеев В.В.
Выделение титана из насыщенного редкоземельными элементами раствора $Д_2$ЭГФК **57**
Баландинский Д.А., Бурый Ф.И.
Коллоидно-химические особенности взаимодействия оксигидрильных ПАВ при прямой флотации апатита **58**
Бондарчук И.С.
Способ определения энергии активации химической реакции **59**
Боровиков М.О., Спиридонова Е.А.
Применение активного угля, модифицированного фуллеренами, для сорбционной очистки газовых сред от продуктов горения **61**

Гаврилова М.А., Гаврилова Д.А., Кондрашкова И.С.
Получение нанокристаллов ZnMn-феррита термообработкой продуктов растворного горения **63**
Герасёв С.А., Кашурин Р.Р., Свахина Я.А., Литвинова Т.Е.
Определение лимитирующей стадии процесса растворения фосфата церия в карбонатно-щелочных системах **64**
Горкуша Г.В., Рузанов Д.О.
Синтез и исследование комплексного соединения ванадия(V) с глюкозой и лактозой **66**
Гурьев Н.В., Исаева Е.И.
Фотохимический синтез гетероструктур CeO_2/Au **68**
Игонин А.С.
Применение наночастиц металлов в медицине **70**
Кенс Д.С., Беспалов А.В.
Синтез, устойчивость и биологическая активность наночастиц серебра в водных растворах желатина **72**
Колмыков С.С., Исаева Е.И.
Комплексные соединения меди(II) как прекурсоры для фотохимического синтеза наночастиц меди **73**
Курганов И.Ю.
Литий – ионный суперконденсатор с положительным электродом на основе углеродного материала, модифицированного полимерным комплексом никеля **74**
Лукьянцева Е.С., Черемисина О.В.
Кинетика экстракционного извлечения иттрия и железа **75**
Максимова В.В.
Синтез и исследование катализаторов реакции электрохимического восстановления кислорода на основе полимерных комплексов никеля и кобальта с основаниями шиффа **76**
Малахова И.А., Балацкий Д.В., Привар Ю.О., Братская С.Ю.
Высокопористые композитные сорбенты для извлечения ионов цезия **77**
Черемисина О.В., Пономарева М.А., Машукова Ю.А., Ситко А.В.
Математическая модель для термодинамического описания сорбционного процесса на ионообменной смоле **79**
Михеева В.Ю.
Твердофазная экстракция редкоземельных элементов (РЗЭ) из фосфорнокислых растворов переработки апатитовых руд **81**
Паромова А.А., Бойцова Т.Б.
Синтез, исследование структуры и фотокаталитической активности TiO_2/Gd_2O_3 ..... **83**
Синицына А.А., Горбунова В.В.
Синтез и исследование фотокаталитических свойств материалов на основе Gd_2O_3/TiO_2, модифицированных серебром **84**
Ситко А.В., Машукова Ю.А., Пономарева М.А., Черемисина О.В.
Изучение емкостных характеристик нового материала биологического происхождения для очистки сточных вод от катионов тяжелых металлов **85**
Смирнова А.А.
Сравнение солнечных элементов на основе монокристаллического кремния и наночастиц диоксида титана **86**
Солодов А.Н., Исаева Е.И.
Влияние природы лиганда на оптические свойства комплексных соединений никеля(II) **88**
Федорова К.А., Горкина Т.Е., Суставова Т.А., Липин В.А.
Образование полимер–металлического комплекса с полиамфолитами на основе алифатических диаминов **89**

Федорова К.Э., Горкина Т.Е., Суставова Т.А., Липин В.А.
Влияние ионного состава водного раствора на поведение полиамфолитов **90**
Хохлачев С.П., Самонин В.В.
Расчет рабочих параметров короткоцикловой безнагревной адсорбции процесса осушки **91**

СЕКЦИЯ 3. АНАЛИТИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Бойцова А.А., Фадейкина И.Н., Наумова П.И.
Определение косметических активов на поверхности кожи методам ИК-фурье спектрометрии **94**
Буданова Д.В., Тихомирова И.Ю.
Характеристика обнажений девонских песчаников бассейна реки Луги **96**
Галкина С.И., Тихомирова И.Ю.
Адсорбционные свойства песчаников Лужского района Ленинградской области по отношению к парам воды **98**
Голубева А.А.
Содержание ^{90}Sr и ^{137}Cs в почвенных компонентах озера травяное (ВУРС, Челябинская область) **100**
Ильюшонок С.К., Подольская Е.П.
Модификация МАЛДИ мишени металл-афинными сорбентами в ходе электрораспыления в нормальных условиях **102**
Кажаева Н.М., Гладчук А.С., Подольская Е.П.
Исследование состава биологически активных веществ лиофилизата икры Strongylocentrotus Droebachiensis **104**
Калниня Я.К., Подольская Е.П.
Определение аддуктов белков с галогенсодержащими ксенобиотиками алкилирующего действия методами металл-аффинной хроматографии и МАЛДИ-МС .. **106**
Лиховцов Д.А., Тихомирова И.Ю.
Влияние фракционного состава свалочного грунта на территории мусороперерабатывающего комбината МПБО-2/Янино-1 на содержание тяжёлых металлов **108**
Соколова М.В., Королёва Д.Ю.
Содержание аммиачного азота в супераквальном и элювиальном разрезах почвы водосборной территории озера Тыгиш **110**
Шайлин Р.Р., Калиновский А.Е.
Металлические носители для нанесения катализаторов обезвреживания выбросов автомобильных двигателей **111**

СЕКЦИЯ 4. ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА ШКОЛЬНИКОВ

Ахмедова М.Р., Удодова В.В., Савичева С.В.
Качественное определение танинов в бобовых плодах **114**
Бидюк К.Н.
Исследование воздействия состава пищевых продуктов на pH ротовой полости **116**
Вайсман В.О.
Рисуем и изучаем классы неорганических соединений **118**
Виногорский Р.А.
Эволюция химических материалов в автомобилестроении **120**

Галдина Т.Е., Кожина Л.Ф.
Материально-техническая база сельских и городских образовательных организаций в развитии мотивации школьников к предмету химия **121**
Диколенко А.А., Ефимова Т.П.
Разработка программы курса внеурочной деятельности по химии для учеников 10 класса: «Основы химии высокомолекулярных соединений» **123**
Дорничев В.В., Григорьев А.Г.
Определение универсальной газовой постоянной химическим методом **124**
Ищенко Н.А., Кожина Л.Ф.
Мотивация, успеваемость и качество обучения химии в период пандемии **126**
Кабаков А.А., Шапкова М.А., Вахрушева А.М.
Ингибирование коррозии с помощью природных экстрактов **128**
Колпакова А.В., Алишева А.У., Савичева С.В.
Качественное определение флавоноидов из цитрусовых растений **130**
Овсюк М.Д., Назина Т.Г.
Витамины группы В. сравнительный анализ комплексных витаминных препаратов **132**
Отрощенко В.А., Александрова Т.В.
Как возрождалось искусство мозаики в России **133**
Скорикова А.А.
Проектный подход в обучении химии **135**
Стецевич Г.В., Григорьев А.Г.
Определение содержания уксусной кислотыв виноградном уксусе методом потенциометрии **136**
Феоктистова А.А., Кожина Л.Ф.
Опыт использования онлайн-доски «Padlet» при организации уроков химии в рамках дистанционного обучения **138**

В 2021 году отмечается 310-летие одного из самых ярких деятелей отечественной науки и культуры, великого русского химика, энциклопедиста, ученого-естествоиспытателя – Михаила Васильевича Ломоносова. Будучи разносторонней личностью М.В. Ломоносов особое внимание уделял химии. Он не раз говорил, что химия – его «главная профессия».

Михаила Васильевича считают первым химиком, который заложил основы физической химии, предначертал обширную программу физико-химических исследований, заложил основу современному представлению о строении материи. Его молекулярно-кинетическая теория тепла во многом предвосхитила многие фундаментальные законы, в числе которых одно из начал термодинамики. 270 лет назад М.В. Ломоносов, выступая в Публичном собрании со «Словом о пользе химии», провозгласил химию и физику единой наукой, он призывал изучать их вместе: «Я не токмо в разных авторах усмотрел, но и собственным искусством удостоверен, что химические эксперименты, будучи соединены с физическими, особливые действия показывают».

Особое внимание М.В. Ломоносов уделял работе с молодым поколением. Передавая студентам основы научных знаний, он читал лекции, проводил теоретические семинары, которые обязательно предшествовали экспериментальным работам в химической лаборатории. Фактически М.В. Ломоносова можно считать создателем первого студенческого практикума.

Цель конференции – взаимовыгодный обмен результатами исследований по актуальным проблемам современной химии и химического образования, выполняемых представителями обучающейся молодежи – студентами бакалавриата, специалитета и магистратуры, а также школьниками старших классов.

В рамках конференции участники смогут представить свои результаты в виде устных (до 10 мин) и стендовых докладов.

С пленарными докладами выступят приглашенные ведущие учёные России в области химии.

МАГИСТРАТУРА ФАКУЛЬТЕТА ХИМИИ РГПУ им. А. И. ГЕРЦЕНА

Факультет химии осуществляет подготовку студентов в магистратуре по направлению «Химия» с 2001 года и по направлению «Педагогическое образование» с 1998 года.

В 2021 году факультет химии осуществляет прием в магистратуру на бюджетные места по направлениям:

1. «**04.04.01 Химия**», *магистерская программа*: «*Фундаментальная и прикладная химия*» (19 бюджетных мест).

2. «**44.04.01 Педагогическое образование**», *магистерская программа* «*Химическое образование*» (10 бюджетных мест).

Вступительное испытание в магистратуру, как по направлению «Химия», так и по направлению «Педагогическое образование» – письменный экзамен по химии.

Более подробная информация на сайте: https://www.herzen.spb.ru/main/structure/fukultets/him/1207414865/

ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ФАКУЛЬТЕТА ХИМИИ РГПУ им. А. И. ГЕРЦЕНА

«Физико-химические методы исследования нитросоединений, координационных, биологически активных веществ и наноструктурированных материалов»

Специализация:

Фундаментальные и прикладные исследования объектов неорганической, физической и органической химии, в том числе наноструктурированных, современными физико-химическими методами исследований.

Основные направления деятельности:

- Исследовательские работы по изучению соединений различной природы, включая работы по определению состава многокомпонентных смесей, с использованием методов ИК, УФ, ЯМР спектроскопии, ВЭЖХ и элементного анализа.
- Экспериментальные работы по проведению синтезов в микро- и макроколичествах с использованием микроволнового излучения.
- Обучение (стажировка) персонала аналитических лабораторий с демонстрацией оборудования, а также консультации в области оснащения лаборатории спектральных методов анализа.

Оборудование:

ЯМР-спектрометр Jeol ECX400A (400 МГц)
ИК-спектрометр с Фурье-преобразованием, Shimadzu «IRPrestige-21»
УФ-спектрофотометр Shimadzu UV2401PC
Жидкостной хроматограф Shimadzu LC-20 «Prominance»
Синхронный термоанализатор NETZSCH STA 449F3 Jupiter
Спектрофлуориметр RF-6000 Shimadzu
Элементный анализатор Eurovector (серия EA 3000)
Микроволновой реактор Milestone MicroSYNTH
Весы аналитические Shimadzu AUW-220

Работу приборов обеспечивают два специалиста (кандидата химических наук).
Телефон: (812) 571-38-00; kohRGPU@yandex.ru; www.kohrgpu.ru, http://ckpo.org.ru/

ПРИГЛАШАЕМ К СОТРУДНИЧЕСТВУ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ И СПЕЦИАЛИСТОВ!

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

«УПРЯМКА СЛАВНАЯ БЫЛА ЕМУ СУДЬБИНА» (ЛОМОНОСОВ В РУССКОЙ КУЛЬТУРЕ)

И.С. Дмитриев

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

isdmitriev@gmail.com

Казалось бы, короткая жизнь и необъятное творчество М. В. Ломоносова изучены, насколько это возможно, вдоль и поперек. Великий ученый, энциклопедист, «наш первый университет», он «все превзошел и все проник» (А. С. Пушкин). И тем не менее, чем больше историки изучают его насыщенную событиями, трагическую жизнь, тем больше убеждаются, что реальный Ломоносов совсем не похож на привычный его образ, знакомый по кинофильмам, научно-популярной литературе и живописным полотнам.

Главные заслуги Ломоносова, как оказалось, лежат вовсе не в сфере химии (хотя он сам считал себя в первую очередь то химиком, то специалистом по «горной науке») или физики. Вообще, если говорить о Ломоносове-ученом, то надо честно признать – в области естествознания его достижения выглядят весьма скромно, а его идеи либо не новы, либо спекулятивны (в первую очередь это касается его корпускуляристских гипотез). Однако тот факт, что славного Михайлы Ломоносова многие мнения были ложны, нисколько не умаляет другого, более важного для

России того времени факта: он был первым российским ученым, построившим первую в стране научно-учебную Химическую лабораторию Он использовал все доступные ему средства (научные труды, поэзию, публицистику, переписку, личные беседы) для приобщения российского общества к ценностям науки.

Главные заслуги Ломоносова состоят в том, что он был «культурным героем» России в противоречивую эпоху русского Просвещения и связанной с ним модернизации всех сторон отечественной жизни по декрету императора. Михайло Васильевич формировал культурное пространство, в котором наукам отводилось важнейшее место. Свою миссию он сам определил в известной стихотворной строке:

«*Где нет ни правил, ни закону,*

Премудрость тамо зиждет храм».

И в этом заслуги Ломоносова столь велики, что вовсе нет никакой необходимости искусственно делать его еще и великим физиком или химиком. На фоне того, что он стал героем и в известном смысле мучеником российского Просвещения, вопрос о том насколько хороша была его корпускулярная теория в стране, где ментальность малочисленной национальной элиты была гуманитарной по преимуществу и где к любой научной теории относились с подозрением, был относительно второстепенным. И не его вина, если не все получалось так, как поначалу было задумано. Добавим к этому, что он постоянно чувствовал вокруг себя интеллектуальный вакуум и интриги коллег (пусть даже он, как человек мнительный и обидчивый, несколько преувеличивал их неприязнь или настороженное отношение к себе).

С ним было нелегко. Прежде всего не следует забывать, в какой обстановке он работал. Сколько сил он потратил на борьбу с произволом российской бюрократии, в том числе и академической.

Типичный интроверт, Ломоносов, будучи блестящим публичным оратором, восхищавшим как академиков, так и вельмож, всегда был наедине с самим собой. В сочетании с напряженной умственной деятельностью, редкой энергетикой его натуры и перманентной готовностью к борьбе это приводило порой к сильнейшим неконтролируемым эмоциональным взрывам.

И тем не менее, несмотря на препятствия внешние и раздоры внутренние, он сумел дать российской науке и культуре тот импульс, который в итоге обусловил ее расцвет в XIX столетии.

ХИМИЯ 1-АМИНО-2-НИТРОГУАНИДИНА

Т.П. Ефимова

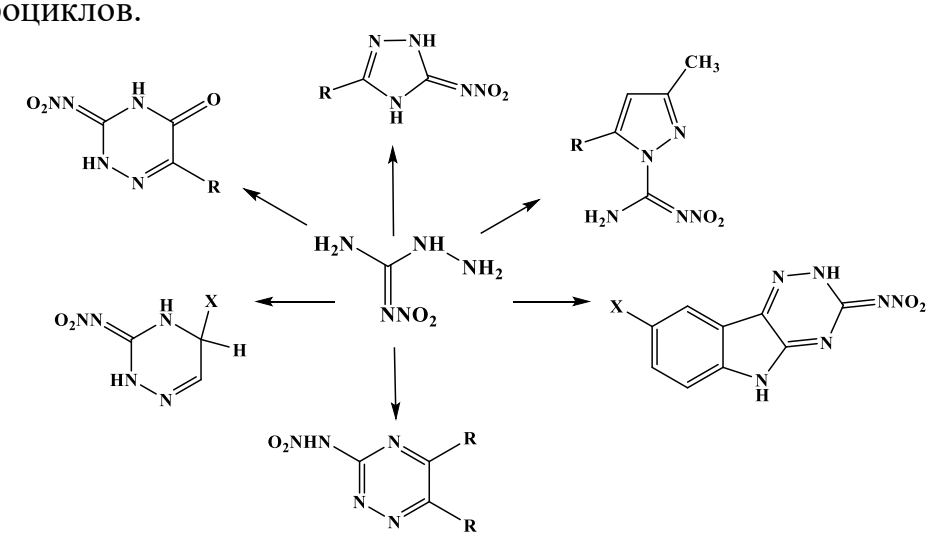
РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург

purburu@mail.ru

Интерес к 1-амино-2-нитрогуанидину и его предшественнику – нитрогуанидину связан не только с энергоемкими свойствами этих соединений, но и с их большим синтетическим потенциалом, позволяющим получать разнообразные гетероциклические системы, которые используются в различных областях прикладной химии и служат основой природных и синтетических биологически активных веществ.

Интенсивные исследования 2-нитрогуанидина и его замещенных начались в середине 50-х годов 20 века. Тогда были получены их различные функционализированные производные, в том числе и 1-амино-2-нитрогуанидин, исследованы их физико-химические свойства. В последнее время интерес к этим веществам возобновился, о чем свидетельствует значительное число появившихся в 1990-2020 годах оригинальных публикаций. В докладе будет представлен обзор литературных данных и многолетних исследований, проводимых на кафедре органической химии РГПУ им. А.И. Герцена.

Действительно, нитрогуанидин как энергоемкое вещество, применяется в качестве компонента ракетных топлив. Гуанидиновый блок как ключевая структура входит в состав многих лекарственных препаратов, обладающих гипотензивными, гипогликемическими и антибактериальными свойствами. Проведенные нами исследования показали, что в качестве перспективного стартового реагента для синтеза нитрогуанидинсодержащих веществ может быть использован 1-амино-2-нитрогуанидин, который зарекомендовал себя как высокореакционно способный нуклеофил и удобный «стартовый блок» для конструирования азотистых гетероциклов. На схеме представлены лишь некоторые направления использования 1-амино-2-нитрогуанидина в синтезе азагетероциклов.



НОВЫЕ МЕТОДЫ АСИММЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА α-АМИНОКИСЛОТ

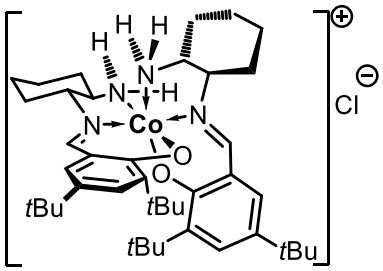
В.А. Ларионов

Институт элементоорганических соединений имени А.Н. Несмеянова Российской академии наук (ИНЭОС РАН), г. Москва

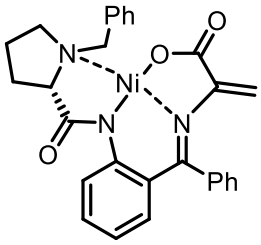
larionov@ineos.ac.ru

Энантиомерно чистые α-аминокислоты широко представлены в большинстве биологических систем и живых организмах, в алкалоидах, в антибиотиках и белках. Кроме того, в последнее время огромный интерес проявляется к аминокислотам неприродного строения из-за их важности в разработке новых методов модификации антибиотиков и белков, а также при создании новых каталитических систем. Однако с точки зрения синтетической химии разработка безопасных и простых методов синтеза неприродных аминокислот все еще является актуальной и не решенной задачей.

В докладе будут представлены результаты по разработке новых методов синтеза неприродных α-аминокислот с использованием хиральных катализаторов на основе кобальта(III) [1], а также хиральных комплексов никеля(II) в качестве субстратов [2].



катализатор



субстрат

В частности, кобальтовый комплекс использовался в качестве межфазного катализатора в асимметрической реакции алкилирования глицинового производного и присоединения по Михаэлю [1]. Хиральный комплекс никеля(II) был использован в качестве электрофила и акцептора радикалов [2,3], в результате был получен ряд неприродных аминокислот.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (№ 20-03-00783).

Список литературы

1. Cruchter T., Larionov V.A. // Coord. Chem. Rev. 2018. Vol. 376. P. 95-113.
2. Larionov V.A., Stoletova N.V., Kovalev V.I., Smol'yakov A.F., Savel'yeva T.F., Maleev V.I. // Org. Chem. Front. 2019. Vol. 6. N. 8. P. 1094-1099.
3. Stoletova N. V., Moshchenkov A. D., Smol'yakov A. F., Gugkaeva Z. T., Maleev V. I., Katayev D., Larionov V. A. // Helv. Chim. Acta. 2021. Vol. 104. N. 1. e2000193 (11 p.)

СЕКЦИЯ 1

ОРГАНИЧЕСКАЯ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ, ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ И МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ

2-БЕНЗИЛИДЕН-3-МЕТИЛ-4-НИТРО-3-ТИОЛЕН-1,1-ДИОКСИДЫ В РЕАКЦИЯХ С ДИМЕДОНОМ И ДИГИДРОРЕЗОЦИНОМ

И.З. Агаризаева*, *И.И. Савельев, И.Е. Ефремова

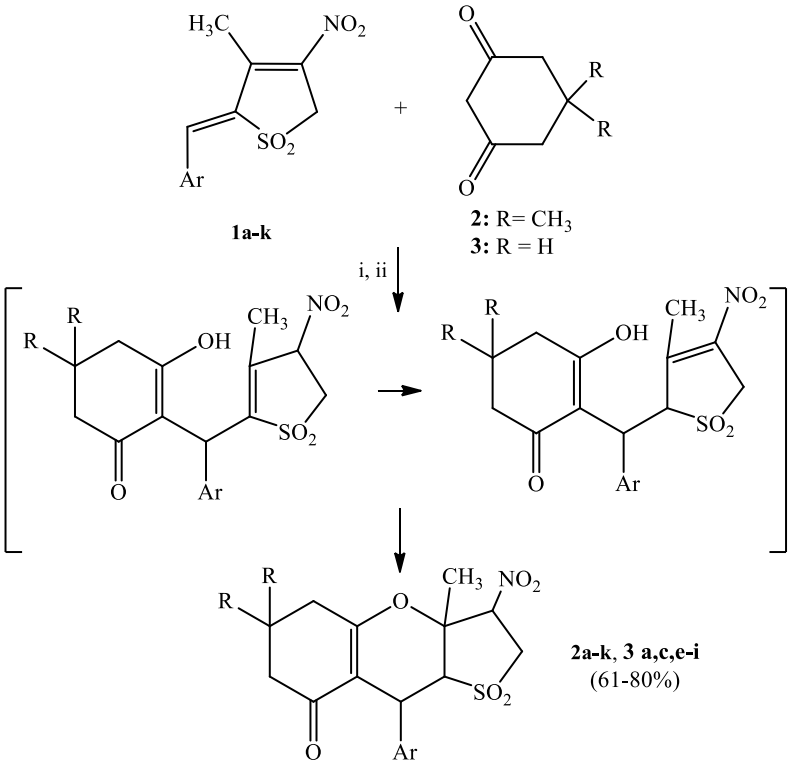
РГПУ им. А.И. Герцена

kohrgpu@yandex.ru

Оригинальные сульфолансодержащие полициклы с аннелированными кольцами пиразолидина, пиразолина успешно синтезированы сотрудниками кафедры органической химии РГПУ им. А.И. Герцена на основе взаимодействия *s-транс*-фиксированных нитросульфодиенов ряда тиолен-1,1-диоксида – 2-бензилиден-3-метил-4-нитро-3-тиолен-1,1-диоксидов (БНТД) с бинуклеофилами [1].

Целью настоящей работы является конструирование полициклических производных сульфолана, содержащих хромановые ядра, поскольку данные гетероциклы составляют основу флавоноидов и проявляют антиоксидантную, противовоспалительную, противоопухолевую и антивирусную активности [2].

Первые попытки синтеза тетрагидрохромансодержащих систем **2a** и **3a** в реакциях БНТД **1a** с димедоном и дигидрорезорцином, осуществляемых в бензоле при использовании в качестве катализатора ТЭА (40°С) показали положительные результаты [3].



Ar: Ph (**1a, 2a, 3a**); 2-$CH_3C_6H_4$ (**1b, 2b**); 4-$CH_3C_6H_4$ (**1c, 2c, 3c**); 2-ClC_6H_4 (**1d, 2d**); 3-ClC_6H_4 (**1e, 2e, 3e**); 4-ClC_6H_4 (**1f, 2f,3f**); 2,4-$Cl_2C_6H_3$ (**1g, 2g, 3g**); 3,4-$Cl_2C_6H_3$(**1h, 2h, 3h**); 3-$NO_2C_6H_4$ (**1i, 2i,3i**); 4-$NO_2C_6H_4$ (**1k, 2k**)

i: EtOH, Et_3N, 40 °C, 2h - условия взаимодействия с димедоном

ii: MeOH, Et_3N, 40 °C, 2h - условия взаимодействия с дигидрорезорцином

С целью развития этого перспективного направления нами продолжено исследование взаимодействия димедона и дигидрорезорцина с широким рядом 2-бензилиден-3-метил-4-нитро-3-тиолен-1,1-диоксидов **1a-e,** отличающихся пространственным и электронным строением ароматического заместителя.

Реакции с димедоном осуществляли при температуре 40 ^{o}C в этаноле в течение 2 ч в присутствии триэтиламина. Взаимодействие с дигидрорезорцином аналогично проводилось в метаноле при избытке СН кислоты (1:3). Подобранные условия привели к синтезу целевых полициклических структур – *4,5H-2a,6,6-триметил-2-нитро-7-оксо-3-арил-1,1-диоксидотиолано[b]хроманов* **2a-k** и *4,6H-2a-метил-2-нитро-7-оксо-3-арил-1,1-диоксидотиолано[b]хроманов* **3a,c,e-i** с синтетически значимыми выходами до 80%.

Логично предположить, что первая стадия процесса идет через акт нуклеофильного присоединения, осуществляемый в классических условиях реакции Михаэля под воздействием основания. Последующее превращение сопровождается изомеризацией кратной связи сульфоленового кольца в β-положение и нуклеофильной атакой енольного гидроксила по C^3-атому нитроэтенового фрагмента гетероцикла, приводящему к синтезу производных хромана [3].

Анализ выходов трициклов **2i,e** и **3i,e** показал, что более эффективно (77-80%) взаимодействие протекает в реакциях диенов **1i,e** ароматическая система которых содержит электроноакцепторные заместители, способствующие разобщению сопряжения нитродиеновой системы и бензольного кольца.

Полученные конденсированные полициклы **2a-k** и **3a,c,e-i** выделены в виде одного диастереомера. Они представляют собой высокоплавкие бесцветные кристаллические вещества, строение которых принято на основании спектральных данных (ИК, ЯМР ^{1}H, ^{13}C), двумерных и гетерокорреляционных исследований (COSY, HMQC, HMBC).

Список литературы

1. Ефремова И.Е., Лапшина Л.В., Байчурин Р.И., Серебрянникова А.В., Савельев И.И. // ЖОХ. 2020. Т. 90. Вып. 8. С. 1153-1172.
2. Terao J., Mukai R. // Archives of Biochemistry and Biophysics. 2014. Vol. 559. P. 12-16.
3. Берестовицкая В.М., Селиванова М.В., Вакуленко М.И., Ефремова И.Е., Беркова Г.А. // ЖОрХ. 2009. Т. 45. Вып. 12. С. 1818-1821.

СИНТЕЗ ЗАМЕЩЕННЫХ ЭТИЛ-2-ГИДРАЗИНИЛИДЕНПРОПАНОАТОВ И ПОЛУЧЕНИЕ НА ИХ ОСНОВЕ ЭТИЛ-1,2,3-ТИАДИАЗОЛ-4-КАРБОКСИЛАТА

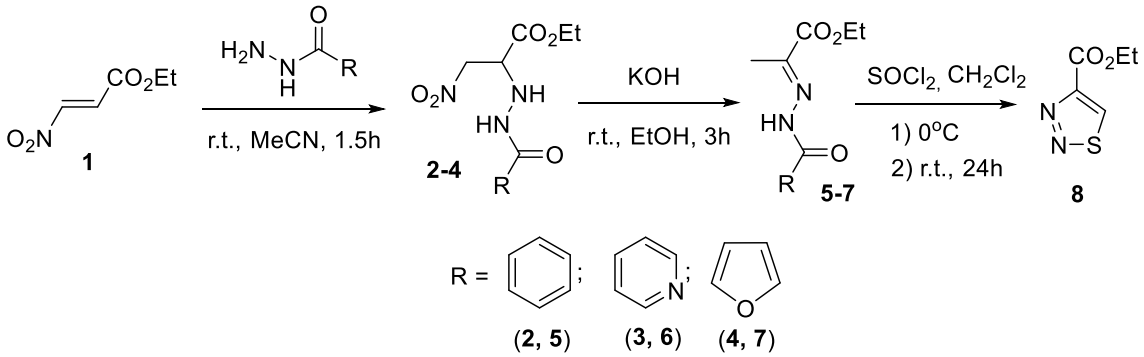
И.С. Адюков*, *В.В. Пелипко, С.В. Макаренко

РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург

adykov97@gmail.com

Алкил-3-нитроакрилаты являются представителями β-функционализированных нитроалкенов, интерес к которым не угасает на протяжении последних нескольких лет [1, 2].

Нами изучены реакции этил-3-нитроакрилата **1** с гидразидами карбоновых кислот, приводящие к получению *аза*-аддуктов Михаэля **2-4** с выходами до 97 %. Под действием эквимольного количества гидроксида калия в водно-спиртовом растворе эти соединения **2-4** при комнатной температуре элиминируют азотистую кислоту и образуют N′-замещенные этил-2-гидразинилиденпропаноаты **5-7** с выходами до 62%.



Строение продуктов **5-7** охарактеризовано данными ИК, УФ, ЯМР ^{1}H и ^{13}C спектроскопии с привлечением 2D-экспериментов.

Известно, что *N*-ацилгидразоны, взаимодействуя с тионилхлоридом, по реакции Хард-Мори образуют замещенные 1,2,3-тиадиазолы [3, 4].

Изучение полученных нами гидразинилиденпропаноатов **5-7** в условиях реакции Хард-Мори с тионилхлоридом привело к получению этил-1,2,3-тиадиазол-4-карбоксилата **8** с выходом до 81%. Его строение подтверждено спектральными данными.

Список литературы

1. Gabrielli S., Chiurchiù E., Palmieri A. β-Nitroacrylates: A Versatile and Growing Class of Functionalized Nitroalkenes // Adv. Synthesis Catal. 2019. Vol. 361. N 4. P. 630–653.
2. Пелипко В. В., Байчурин Р. И., Макаренко С. В. 3-Нитроакрилаты – перспективные субстраты для конструирования карбо- и гетероциклических структур // Изв. АН. Сер. Хим . 2019. № 10. С. 1821–1837.
3. Hurd C. D., Mori R. I. On acylhydrazones and 1, 2, 3-thiadiazoles // J. Am. Chem. Soc. 1955. Vol. 77. N 20. P. 5359–5364.
4. Gudala S., Ambati S. R., PatelJ. L. et al. An Efficient Synthesis of Pyrazolyl-1,2,3-thiadiazoles via Hurd–Mori Reaction // J. Heterocyclic Chem. 2019. Vol. 56. P. 2163–2169.

СИНТЕЗ 6-ГАЛОГЕНЗАМЕЩЕННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ЦИННОЛИН-4(1*H*)-ОНОВ – ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИНГИБИТОРОВ ПРОТЕИНТИРОЗИНФОСФАТАЗЫ 1В (ПТФ1В)

А.А. Бабушкина*, *В.Н. Михайлов

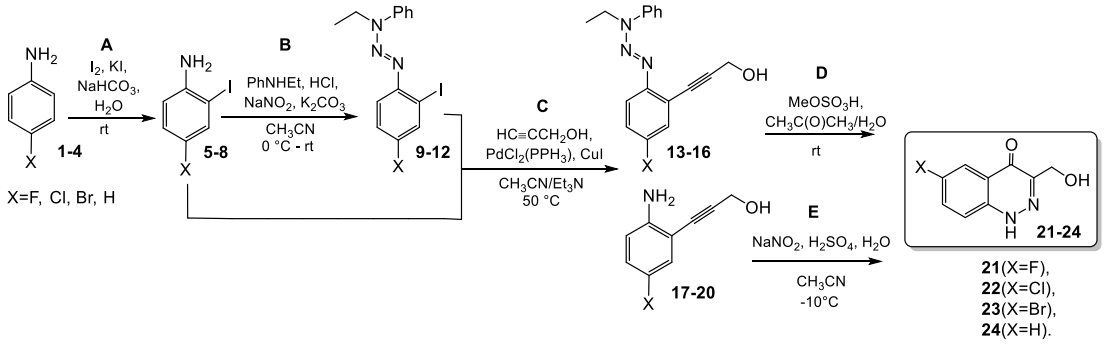
СПбГУ, Санкт-Петербург

babushkina.nastya@yandex.ru

Циннолин-4(1*H*)-он является важным гетероциклом, встречающимся в структуре многих фармокофоров, обладающих широким спектром биологической активности: антибактериальная, противовоспалительная, противоопухолевая и другие [1].

Данное исследование посвящено производным циннолин-4(1*H*)-онов, которые могут выступать в качестве ингибиторов протеинтирозинфосфатазы 1В (ПТФ1В) [2], проявляя тем самым потенциальную противодиабетическую активность.

По результатам молекулярного докинга в рамках принятой фармакофорной модели были определены объекты исследования – 6-галогензамещенные производные циннолин-4(1*H*)-оны. Для разработки оптимального метода синтеза целевого ряда соединений **21-24** нами предложено два альтернативных подхода.



В результате показаны возможности и ограничения каждой из представленных стратегий **A-B-C-D** и **A-C-E**. Проведена оптимизация ключевых стадий **D** и **E**. Исследовано влияние природы галогена на скорость и селективность циклизации Рихтера. Структуры полученных соединений подтверждены данными ЯМР-спектроскопии на ядрах ^{1}H, ^{13}C, ^{19}F (для **1**,**5**,**9**,**13**,**17**,**21**), а также ИК-спектроскопии и масс-спектрометрии высокого разрешения. С использованием гетероядерной корреляционной спектроскопии HMBC и HSQC ^{1}H-^{13}C проведено полное отнесение сигналов в спектрах ЯМР ^{1}H, ^{13}C для новых соединений.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ, проект № 19-73-00228. Исследование проводилось с использованием оборудования РЦ Научного парка СПбГУ: МРМИ, МАСВ, РДМИ, ВЦ.

Список литературы

1. Szumilak, M., Stanczak, A. // Molecules. 2019. Vol. 24. N 12. P. 2271-2296.
2. Zakharova I.O., Sorokoumov V.N., Bayunova L.V., Derkach K.V., Shpakov A.O. // J. Evol. Biochem. Physiol. 2018. Vol. 54. N 4. P. 273-280.

СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДНЫХ 2*H*-1-БЕНЗОПИРАН-2-ОНА

***М. Богдашина*[1], *Д.Ю. Ивкин*[1,2], *А.З. Абышев*[2]**

[1]РГПУ им. А.И. Герцена, [2]СПХФУ, Санкт-Петербург

charleydickenson@gmail.com

На основании проведенного анализа литературных источников с помощью баз данных Pubmed за 2000-2019 года, базы патентов РФ были выбраны 3 перспективные молекулы для создания на их основе новых активных фармацевтических субстанций – декурсинол, обтусифол, умбеллиферон. Проведён синтез указанных соединений, в количестве, достаточном для подтверждения подлинности и скрининговых фармакологических экспериментов. Подлинность полученных веществ подтверждена ИК- и ПМР-спектрами.

Для предсказания спектра возможных фармакологических активностей применена программа PASS (Prediction of Activity Spectra for Substances). С высокой долей вероятности (например, для декурсинола – 0.706) была предсказана активность ингибиторов экспрессии HIF1A. Также, для декурсинола с вероятностью 0.617 возможна реализация фармакологических эффектов за счёт ингибирования убихинол-цитохром С редуктазы. По этой причине для фармакологического скрининга выбраны простые и воспроизводимые модели изучения антигипоксического действия [1].

Антигипоксическая активность 3 испытуемых веществ при пероральном введении в эквимолярных дозах изучена на 3 моделях гипоксии: гемической, гистотоксической и гиперкапнической (гипоксия в гермообъёме). В качестве гипоксического стимула выступили натрия нитрит, натрия нитропруссид и увеличивающаяся концентрация углекислого газа во вдыхаемом воздухе соответственно. В качестве тест-системы использовали белых беспородных мышей самок массой 18-20 г, в качестве референсного препарата – этилметилгидроксипиридина сукцинат (ЭМГПС) в дозе 100 мг/кг, животные групп контроля получали перорально эквиобъёмное количество воды очищенной. Оценивалось время жизни животных в секундах. По совокупности полученных данных, эффективность испытуемых соединений представлена следующим рядом: декурсинол~ обтусифол> ЭМГПС> умбеллиферон.

Список литературы

1. Lagunin A.A., Povydysh M.N., Ivkin D.Yu., Luzhanin V.G., Krasnova M.V., Okovityi S.V., Nosov A.M., Titova M., Tomilova S., Filimonov D.A., Poroikov V.V. Molecular Informatics. 2020. Vol. 39. N 11. Article № 2000093 (11 p.)

ПОЛУЧЕНИЕ ЭФИРОВ АЛЛОБЕТУЛИНА

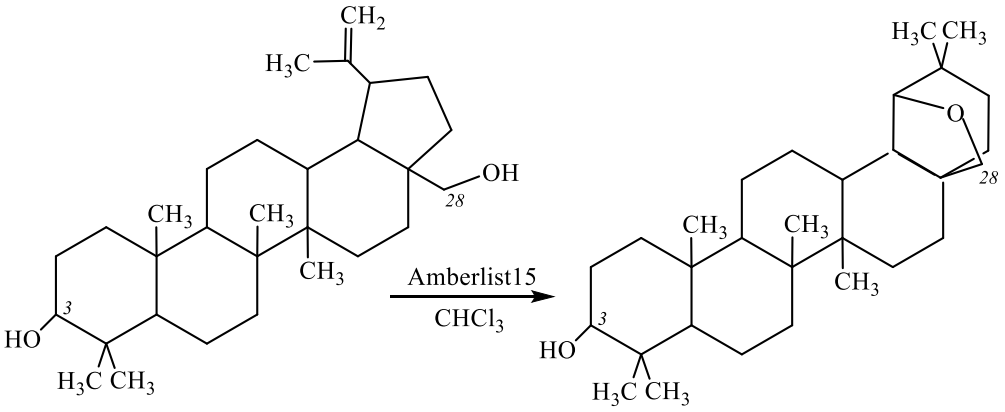
***М.А. Бурцева*[1], *Н.А. Анисимова*[1,2]**

[1]РГПУ им. А.И. Герцена, [2]ВШТЭ СПбГУПТД, Санкт-Петербург

burtsewa.maria1997@yandex.ru

Интерес к экстрактивным веществам коры березы обусловлен их высокой биологической и фармакологической активностью. Продукты переработки бересты (пентациклические тритерпеноиды лупанового и олеанового рядов), используются в качестве лекарственных препаратов, а также эффективных косметических средств. Наиболее распостроненным представителем тритерпеноидов лупанового ряда является бетулин **1**. Он относится к биологически активным веществам, которые находят практическое применение как лекарственные средства, обладающие высоким противоопухолевым, противовоспалительным, противовирусным, антиоксидантным и гепатопротекторным действием. Принимая во внимание доступность в природе и потенциальную фармацевтическую ценность бетулина, поиск новых способов синтеза соединений на его основе остается по-прежнему актуальным [1].

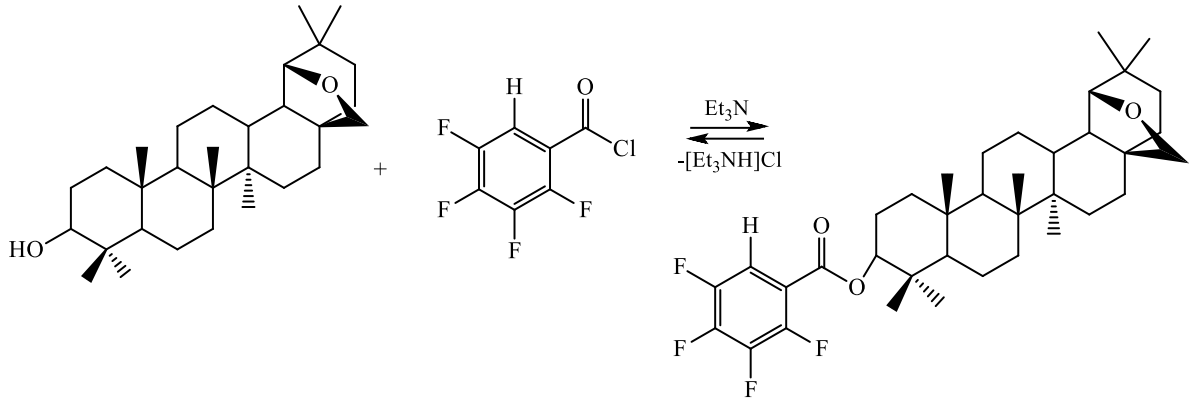
Аллобетулин **2**, как и бетулин является природным соединением и обладает широким спектром биологической активности; проявляет ингибирующее действие в отношении вируса гриппа В и отличается высокой противоязвенной и противоопухолевой активностью.



1 **2**

Эфиры аллобетулина могут быть использованы в качестве противовоспалительных, противоязвенных, иммуномодулирующих и противораковых веществ. Моносахаридные производные аллобетулина обладают бактерицидным, противораковым и противоязвенным действием, совмещая эти свойства с низкой токсичностью для человека, можно использовать их в терапевтических целях [2].

Целью настоящей работы являлось получение эфиров аллобетулина. Реакцию аллобетулина **2** осуществляли с тетрафторбензойной кислоты **3** в растворе хлороформа при 50-70°C в течение 5 часов [3]. Индивидуальный продукт **4** был выделен методом колоночной хроматографии на силикагеле.



Строение целевого производного эпоксиолеанана **4** доказано с использованием современных физико-химических методов исследования: ЯМР^{1}H, ^{13}C спектроскопии и двумерных гетероядерных экспериментов ЯМР^{1}H-^{13}C HMQC, HMBC, ^{1}H-^{1}H COSY.

В спектре ЯМР^{1}H соединения **4** наблюдаются сигналы протонов всех структурных фрагментов молекулы: метильные группы и конденсированные кольца проявляются в сильнопольной части спектра в диапазоне 0.8-1.8 м.д. Метиновые протоны ^{3}H и ^{19}H резонируют при 3.56 и 4.76 м.д.

Сигналы диастереотопных протонов метиленовой группы $^{28}CH_2$ закономерно проявляются в виде двух дублетов при 3.79 м.д. и 3.46 м.д. и коррелируют с одним сигналом атома углерода ^{28}C при 71.35 м.д. Сигнал метинового протона ^{19}H при 3.56 м.д. имеет кросс-пик с соответсвующим ему сигналом атома углерода ^{19}C при 88.03 м.д.. Сигнал единственного ароматического протона при 7.64 м.д. коррелирует с сигналом атома углерода бензольного кольца при 113.28 м.д.

Список литературы

1. Толстиков Г.А., Флехтер О.Б., Шульц Э.Э., Балтин Л.А. // Химия в интересах и устойчивого развития. 2005. № 1. С. 1-30.
2. Патент RU 2379314 Российская Федерация СО РАН (ИХХТ СО РАН) Способ получения аллобетулина // Институт химии и химической технологии / В.А. Левданский, Б.Н. Кузнецов.
3. Гаврилова, В.В. Синтез терпенилполифторбензоатов. Диссертация на соискание степени магистра. СПб., 2014. 82 с.

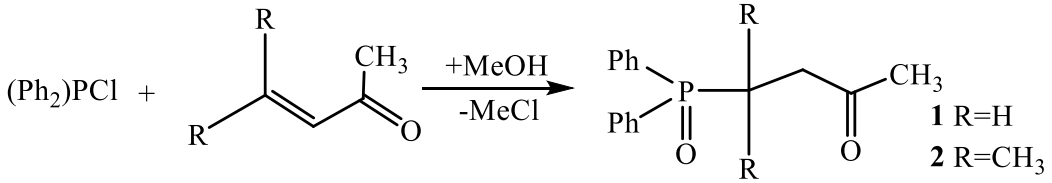
ДИФЕНИЛХЛОРФОСФИН В СИНТЕЗЕ ФОСФОРИЛИРОВАННЫХ ЦИАНСОДЕРЖАЩИХ ПИРИДОНОВ

***А.Н. Васильев*, А.Н. Лыщиков, О.Е. Насакин**

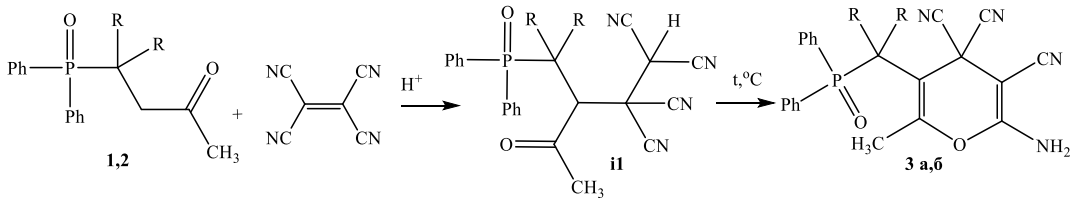
ЧувГУ им. И.Н. Ульянова, Чебоксары

polycyan@mail.ru

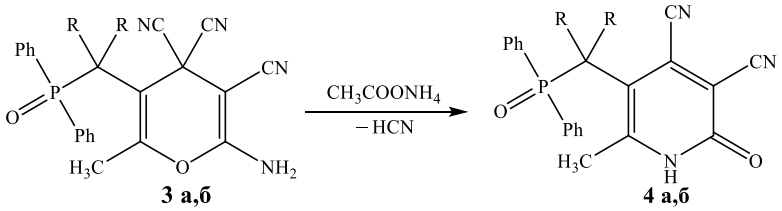
Трудно представить существование современного мира без продуктов химической промышленности. Химия гетероциклических соединений одно из самых бурно развивающихся направлений современной органической химии. В настоящее время известно что, нет ни одного биологического процесса, в котором, так или иначе, не участвовали бы гетероциклические соединения, причем зачастую они играют в них ключевую роль. Чрезвычайно актуальным является синтез новых производных пирана и пиридина. Особое значение имеет разработка малостадийных их методов синтеза. Известно, что гетероциклы, имеющие в своем окружении различные сочетания функциональных групп значительно расширяют круг их использования, например, фосфорильная и цианогруппа могут полностью изменить биологическую и химически активную составляющую гетероцикла. Известно, что фосфорильная группа способна значительно увеличивать биодоступность соединений за счет их высокого сродства к клеточным мембранам. В продолжение этой темы, нами были использованы метиленактивные фосфорсодержащие карбонильные соединения **1**, **2** [1]. В качестве карбонильной компоненты нами были использованы фосфорсодержащие кетоны, синтез которых осуществляется путем присоединения дифенилхлорфосфина к α,β-непредельным кетонам.



Ранее было известно, что тетрацианоэтилен способен взаимодействовать с кетонами в слабокислой среде с образованием полицианзамещенных производных. В продолжение этой темы нами были использованы вышеприведенные фосфорилированные кетоны **1, 2**. При дальнейшем изучении взаимодействия этих карбонильных соединений с циансодержащими соединениями было выявлено, что даже при незначительном нагревании в среде ацетонитрила образуются пираны **3 а,б** через промежуточную стадию образования интермедиата **i1**, который в последующем циклизуется в пиридоны **4 а,б** без потери фосфорильного фрагмента. Из литературных данных известно, что образование пиранового цикла при внутримолекулярном взаимодействии гидрокси- и цианогрупп является обратимым процессом [2, 3].



В продолжение этих исследований нами были изучены реакции рециклизации фосфорилированных пиранов **3 а,б** под действием ацетата аммония в кипящей уксусной кислоте. Подтверждением этому является синтез 2-оксопиридин-3,4-дикарбонитрилов **4 а,б** в результате нагревания 2-аминопиран-3,4,4-трикарбонитрилов в уксусной кислоте. По-видимому, реакция протекает через стадию рециклизации 2-аминопиранового кольца с образованием промежуточного интермедиата и замыканием последнего в стабильную дигидропиридиновую структуру без последующей ароматизации, что является особенностью полученных соединений.



Полученные пиридоны **4 а,б** обладают ярко выраженной флуоресценцией желто-зеленого цвета, что придает им привлекательность и возможность для их дальнейшего изучения. Для подтверждения структур синтезированных пиранов **3 а,б** и пиридонов **4 а,б** были использован комплекс спектральных методов.

Наличие липофильной составляющей гетероцикла **4 а,б**, флуоресцирующих свойств пиридонового фрагмента придает полученным соединениям определенную уникальность для изучения метаболизма и возможность их использования в функциональной диагностике. Синтезированные гетероциклы, сочетающие в структуре фосфорильный, амино-, оксо- и нитрильный фрагменты, а также их сочетание в форме енаминонитрильной и амид-имидольной формы предопределяет их дальнейшее изучение в плане химической модификации и как следствие поиск на их основе новых биологически активных соединений. Необычность структур полученных соединений с уникальным функциональным окружением в совокупности с оригинальным методом синтеза в одну стадию полифункциональных гетероциклов придает работе значимость в теоретической и практической органической химии.

Список литературы

1. Кормачев В.В., Федосеев М.С. // Препаративная химия фосфора. Пермь: УрО РАН, 1992. 458 с.
2. Васильев А.Н., Лыщиков А.Н., Насакин О.Е. // Сб. мат-лов IV Всеросс. студ. конф. с междунар. уч. «Химия и химическое образование XXI века». СПб: Астерион, 27-31 марта 2017. С. 26.
3. Кузьмин Д.Б., Васильев А.Н., Лыщиков А.Н, Насакин О.Е. // Сб. науч. статей IV Всеросс. научно-практ. конф. с междунар. уч. «Химия и современность». Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т, 22-23 апреля 2016. С. 48-50.

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА 2-ПРОПАРГИЛАМИНО-3-ХЛОР-1,4-НАФТОХИНОНА

***А.С. Гоманец*, О.Р. Гоманец, Д.С. Руденко, О.И. Фоминых**

КГПУ им. В.П. Астафьева, Красноярск

fominyh@kspu.ru

В последнее время вызывают большой интерес хиноидные соединения, содержащие терминальный ацетиленовый остаток. Интерес к подобным веществам обусловлен тем, что они могут служить субстратами в клик-реакциях, а также проявлять различные виды биологической активности. В частности установлено [1], что 2-((1-(4-(трифторметил)бензил)-1*H*-1,2,3-триазол-4-ил)метиламино)-1,4-нафтохинон (рис. 1) обладает высокой цитотоксической активностью.

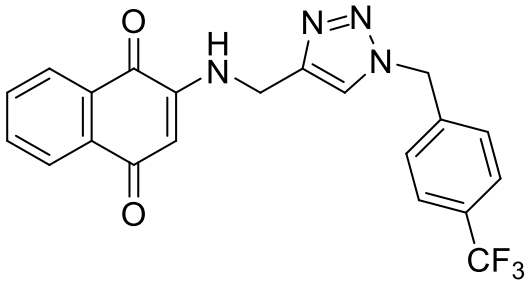
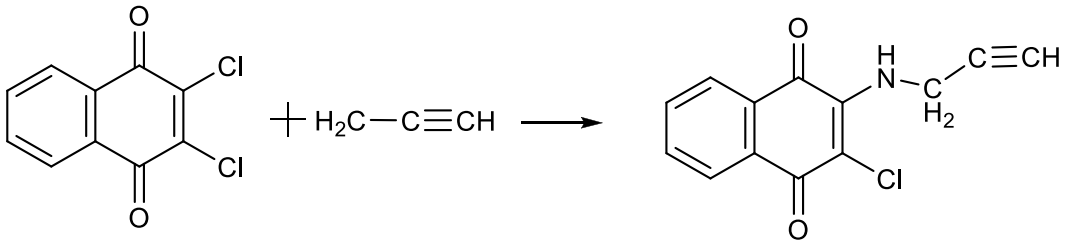


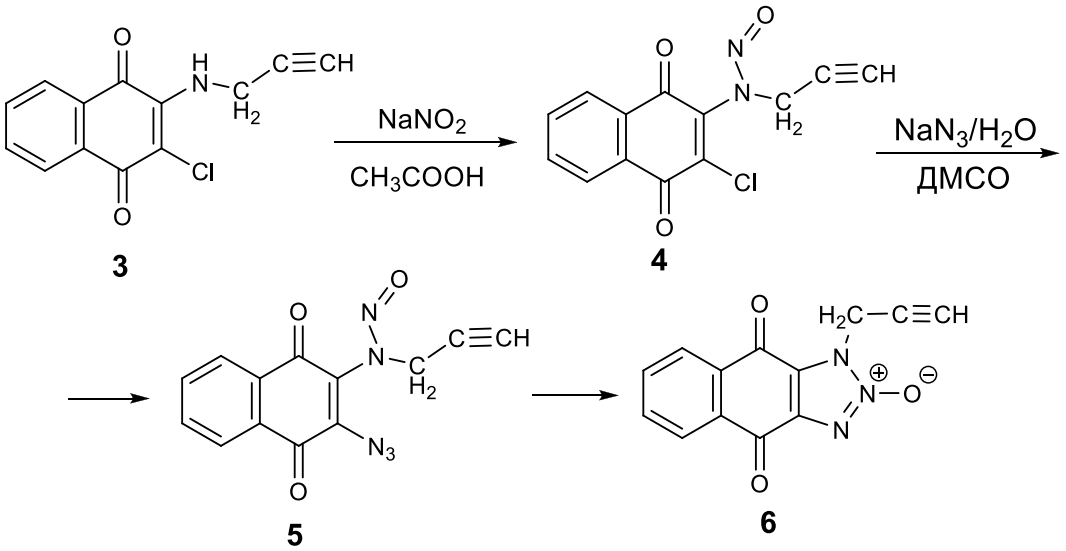
Рис. 1.

В нашей работе использовался 2-пропаргиламино-3-хлор-1,4-нафтохинон, полученный по известной методике [2]:



1 **2** **3**

Продукт **3** подвергался N-нитрозированию в уксусной кислоте под действием нитрита натрия. Как известно N-нитрозирование повышает нуклеофильную подвижность находящегося в положении *3* атома хлора. N-Нитрозохинон **4** обрабатывали водным раствором азида натрия. Полученный N-(3-азидо-1,4-диоксо-1,4-дигидронафто-2-ил)-N-(проп-2-инил)нитрозо амид (**5**) без выделения циклизовался в N-оксид **6**.



Как известно нафтотриазол-N-оксиды обладают высокой противоопухолевой активностью [3]. Биологическая активность полученного продукта **6** в настоящее время не исследовалась.

Строение соединений **4** и **6** подтверждено современными физико-химическими методами анализа (масс высокого разрешения, ЯМР ^{1}H-спектроскопия).

Список литературы

1. Gholampour M., Ranjbar S., Edraki N., Mohabbati M., Firuzi O., Khoshneviszadeh M. // Bioorg. Chem. 2019. Vol. 88. Article № 102967 (9 p.).
2. Diogo E.B.T., Dias G.G., Rodrigues B.L., Guimarães T.T., Valença W.O., Camara C.A., de Oliveira R.N., da Silva M.G., Ferreira V.F., de Paiva Y.G., Goulart M.O.F., Menna-Barreto R.F.S., de Castro S.L., da Silva Júnior E.N. // Bioorg. Med. Chem. 2013. Vol. 21. N 21. P. 6337-6348.
3. Gornostaev L.M., Tsvetkov V.B., Markova A.A., Lavrikova T.I., Khalyavina Y.G., Kuznetsova A.S., Kaluzhny D.N., Shunayev A.V., Tsvetkova M.V., Glazunova V.A., Chernyshev V.V., Shtil A.A. // Anti-Cancer Agents Med. Chem. 2017. Vol. 17. N 13. P. 1814-1823.

СИНТЕЗ КОМПЛЕКСОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ОСНОВЕ АМИДИНОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ *НИДО*-КАРБОРАНА

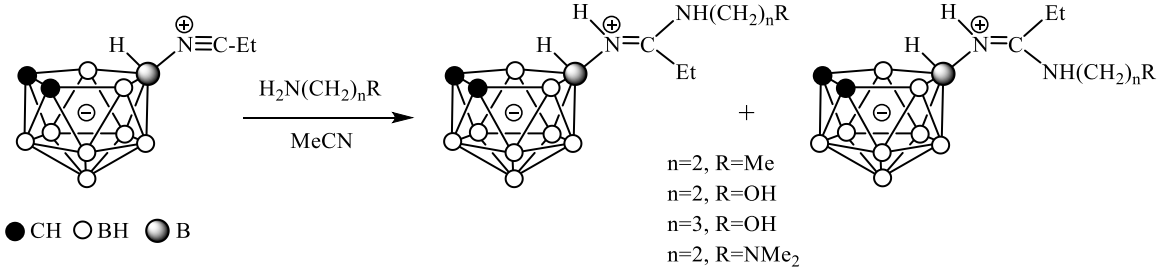
***Н.А. Городецкая*[1,2], *Е.В. Богданова*[2], *М.Ю. Стогний*[1,2], *И.Б. Сиваев*[2]**

[1] *МИРЭА – Российский технологический университет, Институт тонких химических технологий им. Ломоносова, Москва*

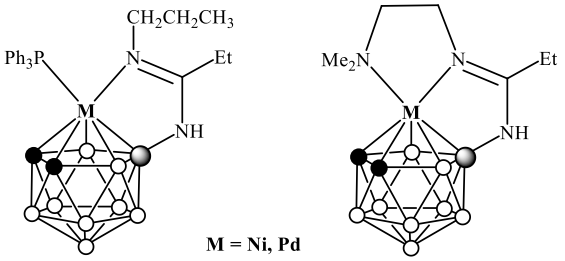
[2] *Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова, РАН, Москва*

agor2002@mail.ru

Необычные свойства анионного *нидо*-карборанового кластера и, прежде всего, трехмерная π-ароматичность открытой пентагональной грани, позволяют получать на его основе полусэндвичевые и сэндвичевые комплексы с широким рядом металлов [1]. Ранее было показано, что введение нитрилиевой группы по десятому положению в остов *нидо*-карборана дает возможность дальнейшей модификации кластера путем реакций нуклеофильного присоединения по активированной тройной -N≡C связи [2]. Так, нами был синтезирован ряд амидинов на основе *нидо*-карборана с помощью реакций нуклеофильного присоединения первичных аминов к этилнитрилиевому производному *нидо*-карборана.



Обнаружено, что данные *нидо*-карборановые лиганды легко вступают в реакции комплексообразования с различными фосфиновыми производными никеля(II) и палладия(II), образуя полусэндвичевые комплексы с полной или частичной координацией заместителя с металлом.



В работе также будут обсуждаться реакции комплексообразования синтезированных лигандов с фосфиновыми комплексами железа(II).

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Научного Фонда (грант №19-73-00229).

Список литературы

1. Grimes R.N. Carboranes. London: Academic Press, 2016. P. 711-903.
2. Stogniy M.Yu., Erokhina S.A., Suponitsky K.Yu., Anisimov A.A., Sivaev I.B., Bregadze V.I. // New J. Chem. 2018. Vol. 42. N 22. P. 17958-17967.

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ СТРЕССА В ПРОБАХ СЛЮНЫ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ

Т.А. Зурначян*, *Е.С. Мухина

ФГБОУ ВО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова», Абакан

elenadocent@mail.ru

Психоэмоциональное напряжение является мощным фактором стимуляции адаптационных процессов в организме человека. Однако длительные интеллектуальные нагрузки, являющиеся неотъемлемой составляющей образовательного пространства ВУЗа, вызывают хронический стресс. Одной из нежелательных последствий причин стресс-реализующих систем является усиление процесса перекисного окисления липидов (ПОЛ) в тканях, которому противостоит система антиоксидантной защиты (АОЗ) [1].

Целью настоящего исследования явилось изучение характера изменения компонентов системы ПОЛ-АОЗ слюны студентов на фоне нервного напряжения, обусловленного интенсивной интеллектуальной нагрузкой.

В исследовании принимали участие 20 здоровых юношей и девушек 2 курса Института естественных наук и математики. Забор материала исследования – не стимулированной слюны – проводился два раза: фоновая проба, отбиралась на обычных занятиях (состояние эмоционального покоя); тестовая проба – во время сессии (в период интенсивной интеллектуальной нагрузки). Для определения ситуативной и личностной тревожности испытуемых забор материала сопровождался психологическим тестированием по методу Спилбергера-Ханина.

Баланс генерации свободных радикалов и АОЗ слюны оценивали по накоплению ТБК-продуктов, образующихся при взаимодействии малонового диальдегида (МДА) с тиобарбитуровой кислотой (ТБК). Выраженность «окислительного стресса» – посредством определения активности антиоксидантного фермента каталазы (САТ, КФ 1.11.1.6) по методике М. А. Королюка и антиокислительной активности слюны (АОА) в модельной системе [2]. На фоне нервного напряжения у студентов было зафиксировано повышение содержание МДА при интенсивной интеллектуальной нагрузке от 2.85 ± 0,11 до 3.72 ± 0.17 нмоль/л, в то время как активность фермента АОЗ – каталазы и АОА слюны была понижена по сравнению с фоном на 14 и 43% соответственно.

Список литературы

1. Коленчукова О.А., Долгушина Е.Н., Рюпина А.А., Кратасюк В.А., Медведева Н.Н. // Гигиена и санитария. 2018. Т.97. № 4.С. 332-336.
2. Павлова М.М., Таренкова И.В., Петрова А.А. // Научное обозрение. Биологические науки. 2019. № 2. С. 57-62.

РЕАКЦИИ 4-(4-МЕТИЛФЕНИЛ)-2-ПИРРОЛИДОН-3-КАРБОГИДРАЗИДА С АРОМАТИЧЕСКИМИ АЛЬДЕГИДАМИ

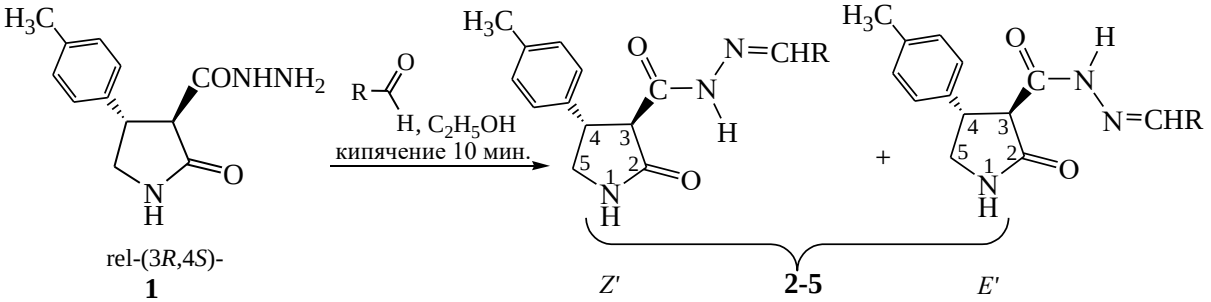
***С.А. Иванова*, Е.С. Остроглядов, О.С. Васильева**

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

kohrgpu@yandex.ru

Реакции 2-пирролидон-3-карбогидразидов с ароматическими альдегидами представляет несомненный интерес, так как позволяют получать новые потенциально фармакологически активные субстанции, молекулы которых содержат наряду с лактамным циклом гетарильные заместители и алкил(арил)иденовые фрагменты [1].

Нами изучено взаимодействие полученного по методике [2] диастереооднородного *rel*-(*3R,4S*)-4-(4-метилфенил)-2-пирролидон-3-карбогидразида **1** с гетероароматическими альдегидами. Найдены оптимальные условия их проведения: кипячение реакционной массы (соотношение гидразид : альдегид = 1 : 1.5) в этаноле в течение 10 минут. В результате получены *rel*-(*3R,4S*)-4-(4-метилфенил)-3-(гет)арилиден-гидразинкарбонил-2-пирролидоны **2-5** с высокими выходами (70-82 %).



R = фенил (**2**), 4-метоксифенил (**3**), 4-нитрофенил (**4**), пиридил-3 (**5**).

Строение синтезированных соединений **2-5** охарактеризовано методами ИК, ЯМР^{1}H, ^{13}C спектроскопии с использованием HMQC, HMBC-экспериментов. Установлено, что вещества **2-5** в растворе в ДМСО-d_6 существуют в виде смеси *Z'*- и *E'*-конформеров [относительно связи (O)C-NH] с преобладанием *Z'*-изомера.

Список литературы

1. Городничева Н.В., Васильева О.С., Остроглядов Е.С., Байчурин Р.И., Макаренко С.В., Карамов Ф.А., Лодочникова О.А., Литвинов И.А. // Изв. АН. Сер. Хим. 2020. № 3. С. 470-486.
2. Городничева Н.В., Остроглядов Е.С., Васильева О.С., Пелипко В.В, Гуржий В.В., Берестовицкая В.М. // ЖОрХ. 2016. Т. 52. Вып. 11. С. 1622-1630.

РЕАКЦИИ 1,3-ДИПОЛЯРНОГО ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЯ НИТРОНОВ К 2-(2-ОКСОИНДОЛИН-3-ИЛИДЕН)АЦЕТАТАМ

***Д.Д. Карцев*, М.М. Ефремова**

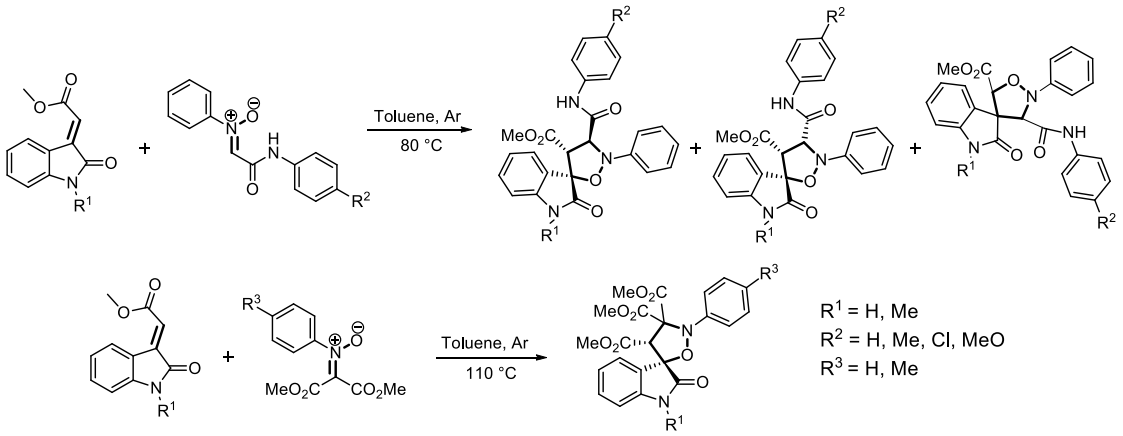
СПбГУ, Институт химии

st079514@student.spbu.ru

Спироизоксазолидиновый фрагмент широко распространён среди биологически активных веществ и представляет фармацевтическую значимость. Производные спироизоксазолидины обладают широким спектром биологического воздействия, а именно: противовирусной, антибактериальной и противоопухолевой активностями [1].

Селективный синтез спироизоксазолидиновых структур возможен путём реакции 1,3-диполярного циклоприсоединения нитронов к экзоциклическим двойным связям. Ранее нами были исследованы реакции циклоприсоединения нитронов к *N*-арилитаконимидам. Было показано, что реакции проходят регио- и стереоселективно с образованием 5-спиро региоизомеров. Также были исследованы превращения полученных циклоаддуктов. Была показана возможность их диастереоселективного восстановления до 1,3-аминоспиртов и аминолактонов [2].

Цели нового исследования включают изучение регио- и стереоселективности реакций циклоприсоединения нитронов к метил 2-(2-оксоиндолин-3-илиден)ацетатам, а также изучение реакций восстановления циклоаддуктов.



В ходе исследований было показано, что реакции *C*-карбомоил нитронов и *C,C*-бис(метоксикарбонил)нитронов с метил 2-(2-оксоиндолин-3-илиден)ацетатами проходят регио- и стереоселективно с образованием новых высокофункционализированых спиро-(индолин-изоксазолидинов) с хорошими выходами. В дальнейшем мы планируем изучение возможных превращений циклоаддуктов.

Список литературы

1. Berthet M., Cheviet T., Dujardin G., Parrot I., Martinez J. // Chem. Rev. 2016. Vol. 116. N 24. P. 15235-15283.
2. Teterina P.S., Efremova M.M., Sirotkina E.V., Novikov A.S., Khoroshilova O.V., Molchanov A.P. // Tetrahedron Lett. 2019. Vol. 60. N 39. Article № 151063 (5 p.).

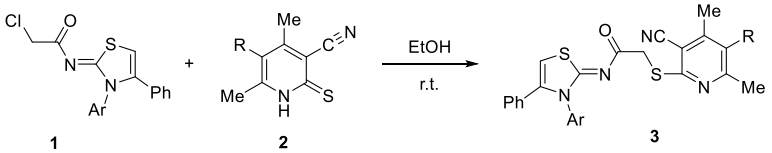
СИНТЕЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НОВЫХ ГИБРИДНЫХ МОЛЕКУЛ С ФРАГМЕНТАМИ ТИЕНОПИРИДИНА И 2-ИМИНОТИАЗОЛИНА

***В.К. Киндоп*, А.В. Беспалов, В.В. Доценко**

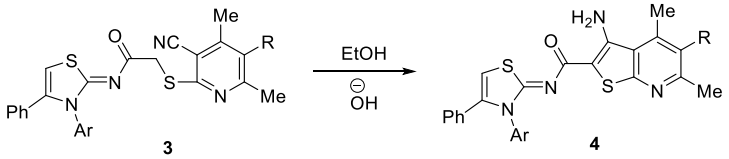
КубГУ, Краснодар

Slavakindop@mail.ru

На основе альфа-роданокарбонильных соединений нами были получены хлорацетамиды **1**, которые далее были введены в реакцию с различными 3-цианопиридин-2(1H)-тионами **2** в присутствии оснований. В результате были получены ранее не описанные продукты прямого S-алкилирования **3** с высокими выходами (85-96 %).



Добавление второго эквивалента основания и последующее небольшое нагревание реакционной смеси приводит к циклизации по Торпу-Циглеру и образованию ранее не описанных [1,2] производных тиено[2,3-b]пиридина **4**, в структуре которых также содержится ядро тиазолина. Это вероятно может повышать их фармакологический потенциал, поскольку генерирование фармакофорного тиенопиридинового фрагмента приводит к большей вариабельности направлений модификации, а также к росту способности связываться с более широким кругом рецепторов.



Строение полученных соединений **3** и **4** подтверждено данными ЯМР спектроскопии, ИК-спектрофотометрии и рентгеноструктурного анализа.

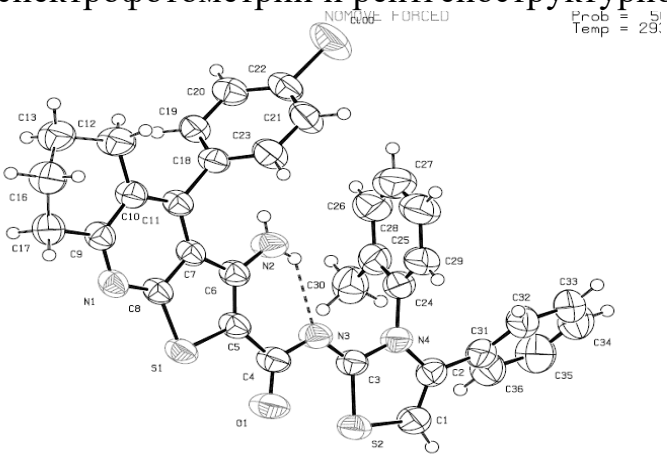


Рис.1 Рентгеноструктурный анализ одного из полученных соединений.

Кроме того, для полученных соединений нами были спрогнозированы возможные протеиновые мишени. Для данной цели нами был использован новый протокол протеин-лигандного докинга GalaxyWeb Sagittarius. Докинг с использованием протокола GalaxyWeb Sagittarius проводился в режимах Binding compatability prediction и Re-ranking using docking.

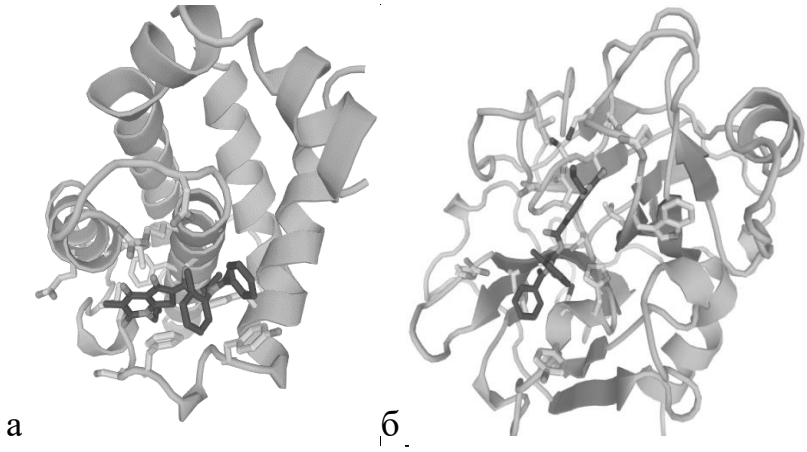
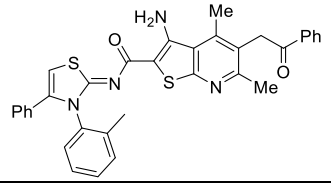


Рис.2 Модели связывания одного из полученных соединений с активными сайтами белков человека (а - 3zlo, б - 5e2p)

Возможные протеиновые мишени отмечены с помощью ID-идентификаторов в Protein Data Bank (PDB). Полученные соединения обнаруживают сродство к широкой группе белков (таблица 1).

Таблица 1. Результаты прогнозирования протеин-лигандного связывания.

Структура	PDB ID	Predock score	Docking score	Score
	3ZLO	0.462	-27.025	0.732
	5E2P	0.378	-23.645	0.614
	2O22	0.341	-22.221	0.563

Как можно заметить, для данного соединения наиболее выражено сродство к белкам - активаторам апоптоза (3ZLO, 2O22) и ингибиторам гидролаз (5E2P).

Список литературы

1. Litvinov V.P., Dotsenko V.V., Krivokolysko S.G. // Russ. Chem. Bull. 2005. Vol. 54. N 4. P. 864-904.
2. Litvinov V.P., Dotsenko V.V., Krivokolysko S.G. The chemistry of thienopyridines. В кн.: Advances in heterocyclic chemistry, 2007. Vol. 93. P. 117-178.

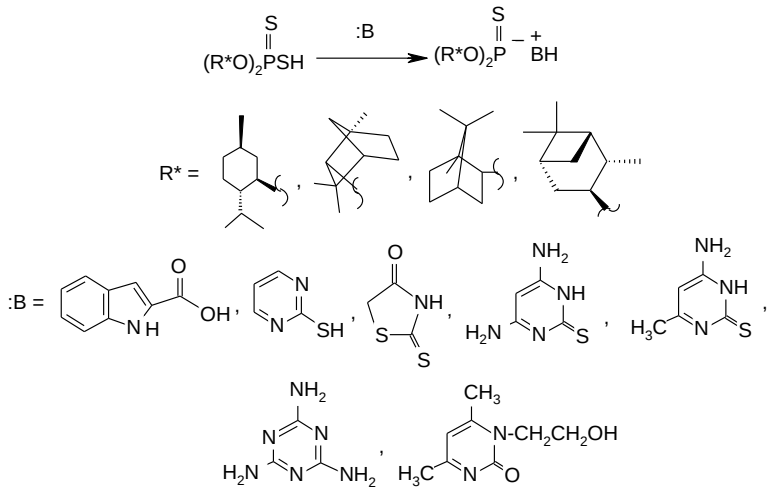
АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ГЕТЕРОЦИКЛЫ В СИНТЕЗЕ ХИРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ ДИТИОФОСФОРНЫХ КИСЛОТ

***Е.С. Кобелева*[1], *И.С. Низамов*[1, 2], *Р.З. Салихов*[1], *Э.С. Батыева*[2]**

[1]*К(П)ФУ,* [2]*ИОФХ ФИЦ КазНЦ РАН, Казань*

isnizamov@mail.ru

Гетероциклические соединения и их производные участвуют в биологических процессах, протекающих в живых организмах, и преобладают среди лекарственных препаратов. На их основе могут быть получены новые антимикробные средства. С этой целью мы использовали хиральные дитиофосфорные кислоты, полученные из оптически активных спиртов монотерпенового ряда. Нами проведен синтез хиральных солей дитиофосфорных кислот при введении индол-2-карбоновой кислоты, 2-меркаптопиримидина, роданина, 4,6-диамино-4-метилпиримидин-2(1*H*)-тиона и 6-амино-4-метилпиримидин-2(1*H*)-тиона в реакции с дитерпенилдитиофосфорными кислотами на основе (*S*)-(–)-ментола, (1*R*)-*эндо*-(+)-фенхилового спирта, (1*S*)-*эндо*-(–)-борнеола и (1*S*,2*S*,3*S*,5*R*)-(+)-изопинокамфеола в этаноле при комнатной температуре.



Меламин, используемый в производстве гербицидов, и ксимедон, ускоряющий процессы регенерации ожоговых ран, в реакциях с O,O-дитерпенилдитиофосфорными кислотами в этаноле в мягких условиях образуют соответствующие соли с сигналами в спектрах ЯМР ^{31}P-{^{1}H} в этаноле при 108-109 м.д. При изучении антимикробной активности хиральных солей дитиофосфорных кислот установлена их выраженная фунгицидная активность в отношении *Candida albicans* (17-20 мм зона задержки роста мицелия).

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 18-415-160012-р_поволжье_а.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ 5,7,7,12,14,14-ГЕКСАМЕТИЛ-1,4,8,11-ТЕТРААЗАЦИКЛОТЕТРАДЕКА-4,11-ДИЕНА С ХЛОРАНГИДРИДОМ ТЕТРАФТОРБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ

Д.А. Мелькова[1], Н.А. Анисимова[1,2]

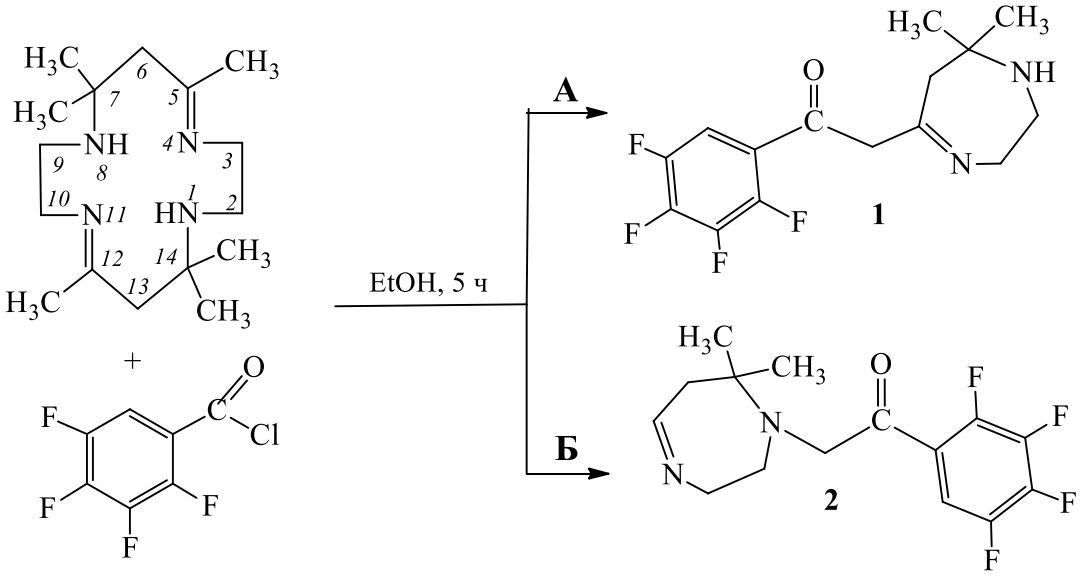
[1]СПбГУПТД: ВШТЭ, [2]РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

mall30@mail.ru

Интерес к азамакроциклическим соединениям обусловлен возможностью их использования в качестве ионофоров, органических лигандов, биологически активных и других практически значимых соединений [1, 2].

Впервые представители 14-членных азамакроциклических соединений были получены в 60-х годах прошлого века, однако химические свойства этих соединений до настоящего времени практически не изучены.

Нами исследовано взаимодействие 14-членного азамакроцикла с хлорангидридом тетрафторбензойной кислоты. Показано, что реакция протекает по двум направлениям с участием метильной и аминогрупп. При этом осуществляется раскрытие макроцикла и формирование C- и N-замещенных диазепинов **1** и **2**.



Строение образующихся продуктов реакции (**1**, **2**) доказано с использованием комплекса современных физико-химических методов исследования ИК, ЯМР ^{1}H, ^{13}C спектроскопии и двумерных гетероядерных экспериментов ЯМР ^{1}H-^{13}C HMQC, HMBC, ^{1}H-^{1}H COSY. Состав продуктов подтвержден масс-спектрометрией.

Список литературы

1. Яцимирский К.Б., Кольчинский А. Г. Синтез макроциклических соединений. К.: Наукова думка, 1987. С. 72.
2. Singh D., Kumar K., Kumar R., Singh J. // J. Serb. Chem. Soc. 2010. Vol. 75. N 2. P. 217-228.

АЦЕТИЛЕН-ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫЕ АЦИКЛИЧЕСКИЕ ДИАМИНОКАРБЕНОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПАЛЛАДИЯ(II) И ПЛАТИНЫ(II): СИНТЕЗ И СТАБИЛЬНОСТЬ

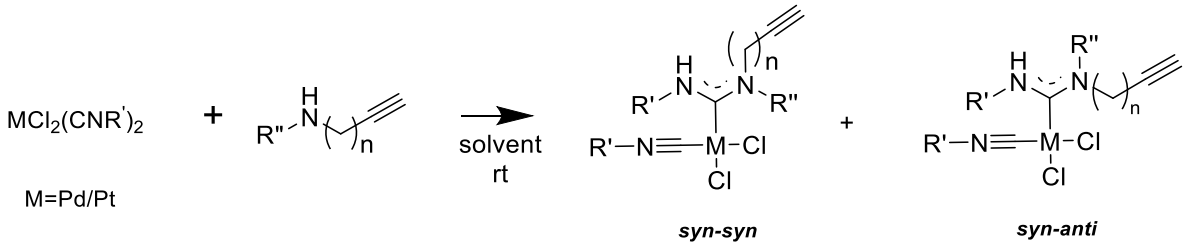
М.В. Мельник, ***В.Н. Михайлов***

СПбГУ, Санкт-Петербург

MelnikMaria-0708@mail.ru

Диаминокарбеновые комплексы Pd(II) и Pt(II) обладают доказанной антипролиферативной активностью [1, 2]. Важной задачей является разработка подходов к направленному структурному дизайну комплексов для увеличения селективности и эффективности их воздействия на опухолевые клетки. Функционализация комплексов терминальной тройной связью предоставляет широкие возможности для их последующей модификации через реакции [3+2]-диполярного циклоприсоединения [3].

В данной работе были синтезированы новые легко генерируемые алкинил-функционализированные ациклические диаминокарбеновые комплексы Pd(II) и Pt(II) путём металл-промотируемого нуклеофильного присоединения соответствующих алкинил-содержащих аминов к изоцианидным комплексам металлов.



Показано различие в стабильности комплексов в зависимости от металлоцентра и характера заместителей R’и R”. Исследованы факторы, влияющие на положение равновесия между *syn-anti* и *syn-syn* формами в растворе.

В случае определенных заместителей R’ и R” наблюдалось образование продукта хлороплатинирования тройной связи. Посредством анализа состава реакционной смеси и мониторинга протекания реакции с помощью спектроскопии ЯМР ^{1}H удалось обнаружить образование нескольких изомерных форм комплексов на начальных этапах реакции, структуры которых были установлены с помощью методов двумерной корреляционной спектроскопии COSY, NOESY, HMBC, HSQC.

Исследование проводилось с использованием оборудования РЦ Научного парка СПбГУ: МРМИ, МАСВ, РДМИ, ВЦ.

Список литературы

1. Gautier A. // Metallomics. 2012. Vol. 4. N 1. P. 23-32.
2. Patil S.A., Patil S.A., Patil R., Keri R.S., Budagumpi S., Balakrishna G.R., Tacke M. // Future Med. Chem. 2015. Vol. 7. N 10. P. 1305-1333.
3. Chardon E., Puleo G.L., Dahm G., Fournel S., Guichard G., Bellemin-Laponnaz S. // ChemPlusChem. 2012. Vol. 77. N 11. P. 1028-1038.

СИНТЕЗ НОВЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ 2-БЕНЗИЛИДЕН-3-МЕТИЛ-4-НИТРО-3-ТИОЛЕН-1,1-ДИОКСИДОВ

***Т.А. Нестерова*, И.И. Савельев, У.В. Степура, И.З. Агаризаева**

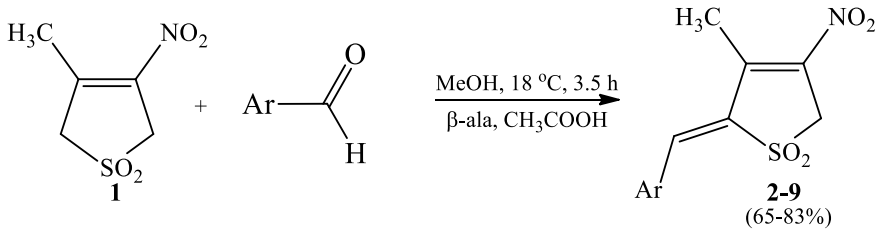
РГПУ им. А.И. Герцена

kohrgpu@yandex.ru

Гетероциклические нитросульфодиены ряда тиолен-1,1-диоксида — 2-бензилиден-3-метил-4-нитро-3-тиолен-1,1-диоксиды (БНТД) являются перспективными субстратами в синтезе полициклических сульфолансодержащих конденсированных систем, с кольцами пирозалидина, пирозалина, изоксозалидина и гидрохромана [1]. Однако развитие этого направления ограничивалось отсутствием удобного способа синтеза широкого ряда нитросульфодиенов, отличающихся электронной и пространственной организацией ароматического заместителя.

Для решения этой задачи нами исследовалась возможность применения модифицированной методики получения БНТД, основанной на конденсации ароматических альдегидов с нитротиолендиоксидом **1** в растворе метанола в присутствии β-аланина и уксусной кислоты.

Проведенный эксперимент показал, что данные условия оказались эффективны для повышения выходов известных нитродиенов и синтеза серии ранее неизвестных БНТД **2-9**, отличающихся разнообразным набором электроноакцепторных и электронодонорных заместителей, с выходом до 83%.



Ar= 2-$CH_3C_6H_4$ (**2**), 4-iPrC_6H_4 (**3**), 2-ClC_6H_4 (**4**), 3-ClC_6H_4 (**5**), 2,4-ClC_6H_4 (**6**), 3,4-ClC_6H_4 (**7**),4-COOMeC_6H_4 (**8**), 3-$NO_2C_6H_4$ (**9**)

Полученные диены **2-9** представляют собой высокоплавкие кристаллы желто-оранжевого цвета; их строение установлено на основании спектральных данных (ИК, УФ, ЯМР ^{1}H, ^{13}C), двумерных и гетерокорреляционных исследований (COSY, HMQC, HMBC, NOESY).

Установлено, что БНТД **2-9** представляют собой высокополяризованные диеновые системы с жесткофиксированной *Z,E*-s-*транс* конфигурацией. Варьирование заместителей в ароматическом кольце вносит существенную специфику в электронное и пространственное строение исследуемых диенов, что должно отразиться на закономерностях процессов формирования сульфолансодержащих полициклов.

Список литературы

1. Ефремова И.Е., Лапшина Л.В., Байчурин Р.И., Серебрянникова А.В., Савельев И.И.// ЖОХ. 2020. Т.90. Вып.8. С. 1153-1172. (DOI: 10.31857/S0044460X20080028)

СИНТЕЗ И ПЕРЕГРУППИРОВКА *N*-ОКСИДОВ ОКСАЗОЛОВ

***А.Г. Подрезова*, А.В Кутасевич, В.С. Митянов**

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва

alexandra.podrezova@mail.ru

N-оксиды оксазолов вызывают большой интерес в связи с их широким применением в качестве ценных «билдинг-блоков» в органическом синтезе.

Наибольший интерес представляют реакции перегруппировки *N*-оксидов оксазолов в 4-хлорметильные производные под действием $POCl_3$ [1]. Получаемые этим методом 4-хлорметил-2-арилоксазолы послужили основой для синтеза широкого ряда производных, проявляющих разнообразную биологическую активность [2, 3].

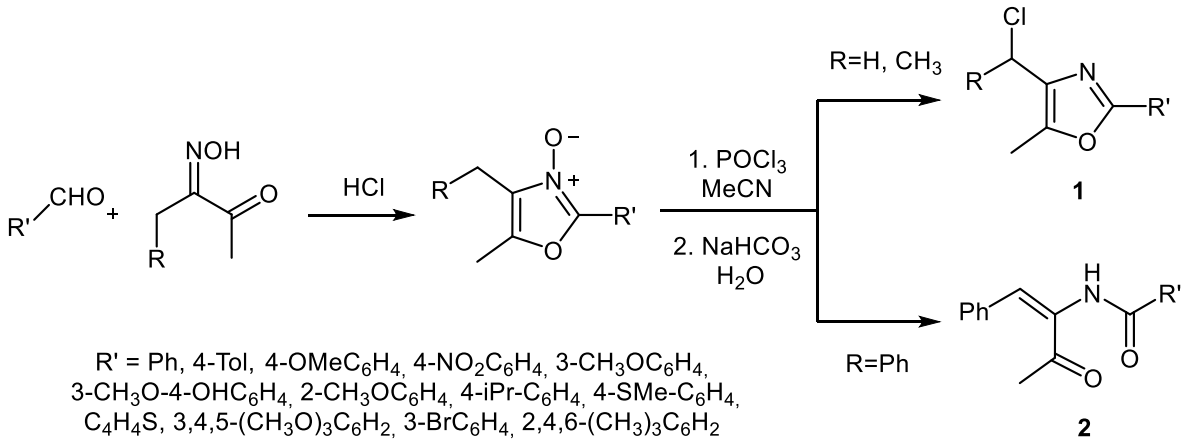


Схема 1. Синтез *N*-оксидов 2-арилоксазолов и их перегруппировка под действием $POCl_3$

Несмотря на то, что данный процесс известен относительно давно, все описанные в литературе примеры ограничиваются *N*-оксидами оксазолов, содержащими в положениях 4 и 5 оксазольного кольца только метильные группы. Механизм данной реакции достоверно не установлен.

Для систематического исследования перегруппировки и расширения круга доступных функциональных оксазолов в данной работе нами был синтезирован ряд новых *N*-оксидов оксазолов, содержащих в 4 и 2 положениях заместители различной природы.

Проведение реакции дезоксихлорирования на полученном ряде соединении показало, что если в четвертом положении находится бензильный заместитель, то продукт реакции не является хлорпроизводным **1**, вместо этого оксазольное кольцо раскрывается с образованием бензамидов **2** (схема 1). Первичный вывод о структуре был сделан на основании данных ЯМР ^{1}H, ^{13}C а также корреляционных спектров ^{1}H–^{13}C HSQC, HMBC и NOESY (рис.1).

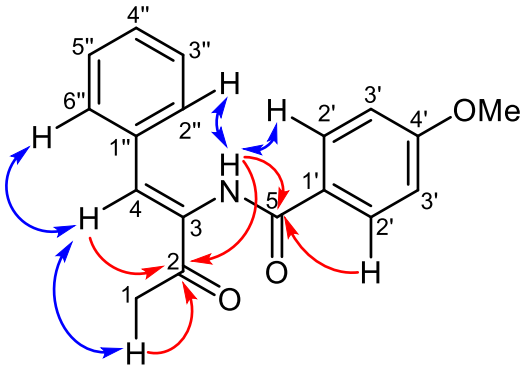


Рис. 1. HMBC и NOESYсоединния **2e**

Полученные продукты свидетельствуют о том, что механизм процесса перегруппировки отличается от ранее предложенной схемы [4] и предполагаемо протекает по другому пути, в котором ключевой интермедиат **A** подвергается раскрытию цикла с образованием катиона нитрилия **B**, а затем и имидоилхлорида **C** (схема 2). Последний в результате водной обработки реакционной смеси дает продукт **D**.

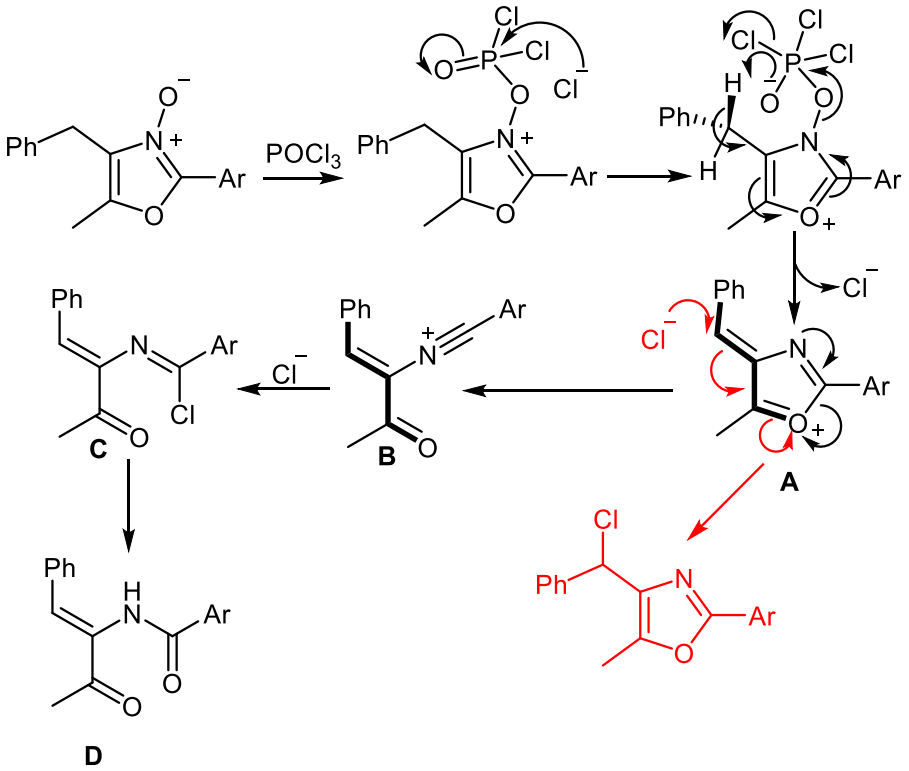


Схема 2. Предполагаемый механизм реакции

Список литературы

1. Goto Y., Yamazaki M. // Chem. Pharm. Bull. 1970. Vol. 18. N 4. P. 756-762.
2. Brooks D.A., Etgen G.J., Rito C.J., Shuker A.J., Dominianni S.J., Warshawsky A.M., Ardecky R., Paterniti J.R., Tyhonas J., Karanewsky D.S., Kauffman R.F., Broderick C.L., Oldham B.A., Montrose-Rafizadeh C., Winneroski L.L., Faul M.M., McCarthy J.R. // J. Med. Chem. 2001. Vol. 44, № 13. P. 2061-2064.
3. Bénardeau A., Benz J., Binggeli A., Blum D., Boehringer M., Grether U., Hilpert H., Kuhn B., Märki H.P., Meyer M., Püntener K., Raab S., Ruf A., Schlatter D., Mohr P. // Bioorganic Med. Chem. Lett. 2009. Vol. 19. N 9. P. 2468-2473.
4. Lee G.T., Jiang X., Vedananda T.R., Prasad K., Repič O. // Adv. Synth. Catal. 2004. Vol. 346. N 12. P. 1461-1464.

КРИОГЕЛИ КАРБОКСИМЕТИЛХИТОЗАНА ДЛЯ БИОМЕДИЦИНСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

***Ю.О. Привар,* Д.В. Балацкий, С.Ю. Братская**

Институт химии ДВО РАН, г. Владивосток

denis.balatskiy@bk.ru

Наличие хорошо разработанных методов карбоксиалкилирования хитозана, коммерческая доступность таких производных в сочетании с растворимостью в широком диапазоне pH, нетоксичностью и биосовместимостью определяют их высокую привлекательность для получения различных функциональных материалов, в том числе, биомедицинского назначения.

В данной работе предложен метод получения супермакропористых криогелей на основе коммерчески доступного N,O-крабоксиметилхитозана (КМХ) с общей степенью замещения карбоксильными группами – 1.49, степень O-замещения – 1.2 (Heppe Biolog, Германия). Криогели со средним размером пор до 210 мкм получены путем ковалентной-сшивки КМХ диглицидиловыми эфирами гликолей при температуре –10°C. Показано, что степень модификации полимера сшивающими агентами в случае КМХ значительно ниже, чем для хитозана [1], что можно объяснить замещением в КМХ первичных аминогрупп и C-6 гидроксильных групп, наиболее активно участвующих в реакции сшивки.

Несмотря на низкие степени функционализации сшивающим агентом (от 3.8 до 13% по данным элементного анализа для разных отношений полимер:сшивающий агент) были получены механически прочные криогели КМХ, поддерживающие скорость потока раствора через монолит до 200 колоночных объемов в час. Модуль Юнга, определенный из кривых сжатия цилиндрического образца криогеля, варьировал в диапазоне 6.5-13.3 кПа, тогда как для криогелей хитозана, полученных с этим же типом сшивающих реагентов, он достигал 90 кПа [1].

Показано, что полученные материалы могут быть модифицированы биологически активными лигандами (антибиотиками и флавоноидами) с использованием металло-хелатного подхода.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 20-13-00399.

Список литературы

1. Privar Y., Kodess M.I., Modin E., Nesterov D., Pestov A.V., Slobodyuk A., Marinin D.V., Bratskaya S. // Biomacromolecules. 2019. Vol. 20. N 4. P.1635-1643.

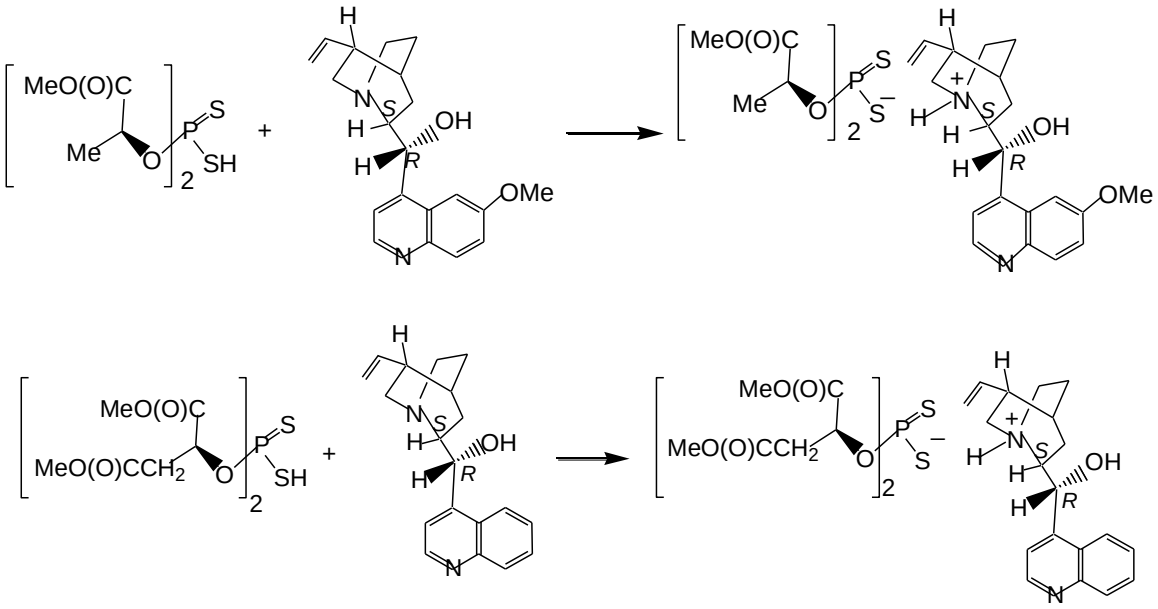
ЦИНХОНОВЫЕ АЛКАЛОИДЫ В СИНТЕЗЕ ХИРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ ДИТИОФОСФОРНЫХ КИСЛОТ НА ОСНОВЕ ЭФИРОВ МОЛОЧНОЙ И ЯБЛОЧНОЙ КИСЛОТ

***Д.И. Рахимова*[1], *Э.С. Батыева*[2], *И.С. Низамов*[1,2], *Р.З. Салихов*[1]**

[1]К(П)ФУ, [2]ИОФХ ФИЦ КазНЦ РАН, Казань

isnizamov@mail.ru

Хиральные соли дитиокислот фофора с потенциальной антимикробной активностью могут быть получены на основе природных азотистых органических соединений с хиральными центрами и фармакофорными группами, в качестве которых нами использованы цинхоновые алкалоиды. В реакциях цинхоновых алкалоидов с оптически активными дитиофосфорными кислотами, полученными из энантиомерно чистых молочной и яблочной кислот в виде их метилового и диметилового эфиров, могут быть синтезированы солевые структуры. Установлено, что хиральные дитиофосфорные кислоты, полученные в реакциях (*S*)-(−)-α-метиллактата и (*S*)-(−)-α-диметилмалата с тетрафосфордекасульфидом (δ_P 88.4 и 85.6 м.д. соответственно), образуют хинуклидиниевые соли с хинином, хинидином, цинхонидином и цинхонином (δ_P 114-117 м.д.).



Установлено методом лунок, что полученные соли обладают высокой антимикробной активностью в отношении грамположительной микрофлоры.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 18-415-160012-р_поволжье_а.

СИНТЕЗ ПОЛУСЭНДВИЧЕВЫХ КОМПЛЕКСОВ НИКЕЛЯ(II) НА ОСНОВЕ ТИОПРОИЗВОДНЫХ *НИДО*-КАРБОРАНА

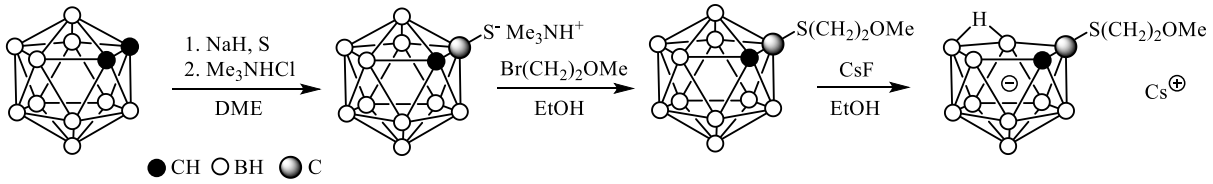
***Д.К. Семёнов*[1,2], *М.Ю. Стогний*[1,2], *И.Б. Сиваев*[2]**

[1] *МИРЭА – Российский технологический университет, Институт тонких химических технологий им. Ломоносова, Москва*

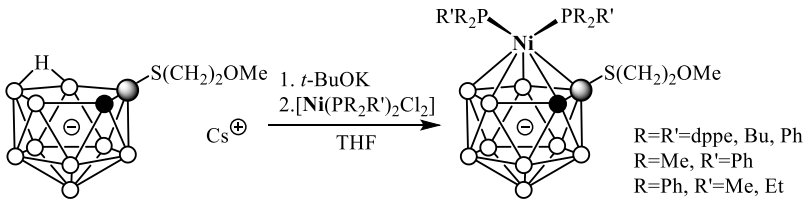
[2] *Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова, РАН, Москва*

dksemyonov@mail.ru

Карбораны и их производные, благодаря своей необычной трехмерной структуре, термической стабильности и псевдоароматичности являются перспективными соединениями для применения в медицине, дизайне новых материалов, фотохимии, катализе и проч. [1]. Ранее было показано, что введение меркапто-группы в остов *клозо*-карборана позволяет селективно получать моноуглеродзамещённые производные *клозо*- и *нидо*-карборанов [2]. Данный подход был нами использован для синтеза тиопроизводных *клозо*- и *нидо*-карборанов с концевой метокси-группой.



Тиопроизводное на основе *нидо*-карборана было использовано в качестве лиганда в реакциях комплексообразования с фосфиновыми комплексами хлорида никеля(II), такими как $[Ni(dppe)Cl_2]$ и $[Ni(PR_2R')_2Cl_2]$ (R=R'=Bu, Ph; R=Me, R'=Ph; R=Ph, R'=Me, Et).



В результате синтезирована серия полусэндвичевых комплексов никеля(II) с двумя легко уходящими лигандами. Полученные комплексы представляют интерес в качестве новых катализаторов [3].

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Научного Фонда (грант №19-73-00229).

Список литературы

1. Grimes R.N. Carboranes. London: Academic Press, 2016. P. 711-903.
2. Stogniy M.Yu., Sivaev I.B., Petrovskiy P.V., Bregadze V.I. // Dalton Trans. 2010. Vol. 39. N 7. P. 1817-1822.
3. Li P., Wang L., Perveen S., Ouyang Y., Zhang S., Jiao J., He G., Nie Y. // Chem. Eur. J. 2021. Accepted. First published: 17 January 2021. DOI: 10.1002/chem.202005014.

АЛКИЛТИОМЕТИЛИРОВАНИЕ 2,4-ДИ-*ТРЕТ*-БУТИЛФЕНОЛА

Е.М. Соболева, ***Т.С. Степанова, П.И. Пинко***

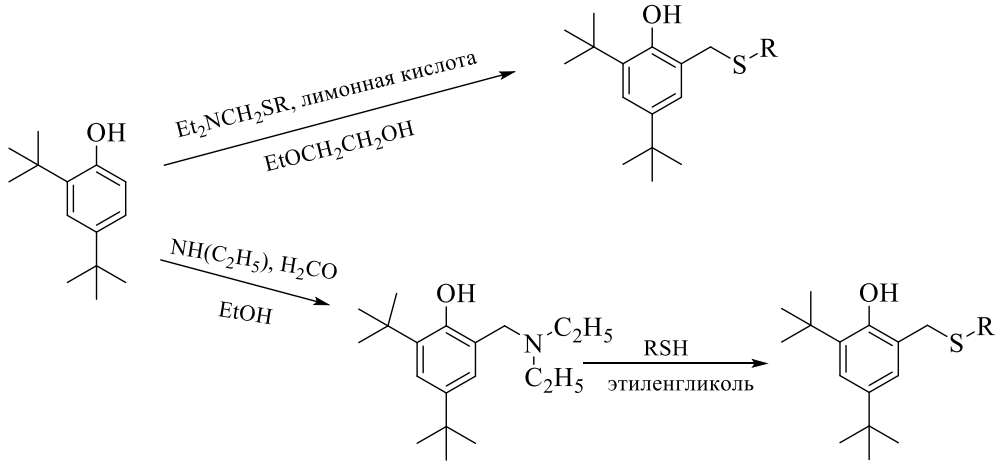
ФГБОУ ВО «НГПУ», г. Новосибирск

sts_08@bk.ru

Расширение ассортимента антиоксидантов с полифунциональным механизмом действия, способных взаимодействовать со свободными радикалами и инактивировать гидроперекиси за счет введения в структуру пространственно-затруднённых фенолов серосодержащих компонентов, является в настоящее время актуальным.

Ранее на кафедре в химии НГПУ были получены соединения, сочетающие в своем составе как экранированный фенол, так и тиоалкилфагменты, которые показали бóльшую антиоксидантную активность по сравнению с промышленными соединениями.

Синтез продуктов проводили двумя способами: прямое алкилтиомитилирование и через промежуточный синтез соответствующего основания Манниха, с последующим замещением аминогруппы на S-содержащий заместитель:



где R= C_2H_4OH, C_8H_{15}, $C_{12}H_{25}$, $C_{18}H_{37}$.

В качестве исходного вещества был выбран 2,4-ди-*трет*-бутилфенол алкилтиометилирование которого по первому пути проводили в среде этоксиэтанола в присутствии лимонной кислоты при мольных отношениях 2,4-ди-*трет*-бутилфенол: (N,N-диэтиламинометил)алкилсульфид 1:1,2 при кипении растворителя. Выходы составили более 60 % [1].

Второй путь был осуществлен через синтез промежуточного продукта – N,N-диэтил-3,5-ди-*трет*-2-гидроксибензиламина, который был получен по реакции Манниха – конденсацией исходного фенола с формальдегидом и диэтиламином [2], который в последствии нагревали с меркаптосоединениями в среде этиленгликоля [3]. Суммарный выход по двум стадиям составил 70 %.

Состав и строение всех синтезированных соединений доказаны элементным анализом, спектральными данными и ВЭЖХ.

Полученные вещества показали выраженную антиоксидантную активность при автоокислении метилолеата.

Список литературы

1. Бугаев И.М., Просенко А.Е. // Изв. АН. Сер. Хим. 2010. № 4. С. 843-844.
2. Билалов С.Б., Мовсумзаде М.М., Алиева Ф.Д. // Нефтехимия. 1992. Т. 32. № 6. С. 554-558.
3. Степанова Т.С., Трубникова Ю.Н., Олейник А.С., Гаас Н.А., Марков А.Ф., Кандалинцева Н.В., Просенко А.Е. // Бутлеровские сообщения. 2012. Т. 29. № 1. С. 47-54.

2-БЕНЗИЛИДЕН-3-МЕТИЛ-4-НИТРО-3-ТИОЛЕН-1,1-ДИОКСИДЫ В РЕАКЦИЯХ С 4-ГИДРОКСИКУМАРИНОМ

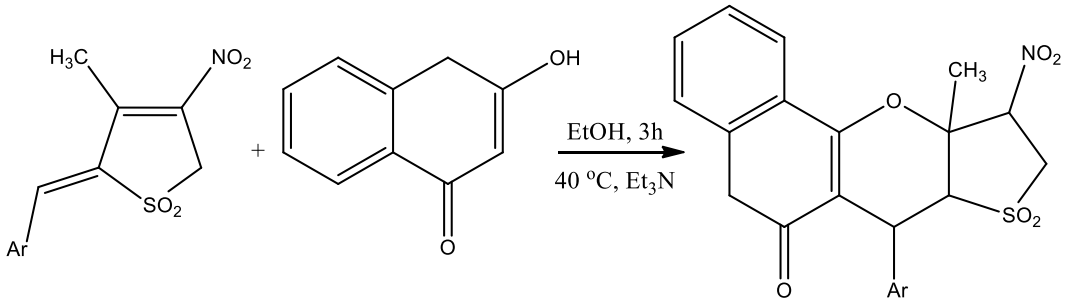
***У.В. Степура*, И.И. Савельев, И.З. Агаризаева, Т.А. Нестерова**

РГПУ им. А.И. Герцена

kohrgpu@yandex.ru

Исследуемые на кафедре органической химии РГПУ им. А.И. Герцена нитросульфодиены ряда тиолен-1,1-диоксида — 2-бензилиден-3-метил-4-нитро-3-тиолен-1,1-диоксиды (БНТД) являются эффективными прекурсорами для конструирования полициклических сульфолансодержащих систем с конденсированными кольцами пиразолидина, пиразолина, изоксазолидина и тетрагидрохромана [1].

С целью развития этого направления нами проводится исследование взаимодействия 2-бензилиден-4-нитро-3-тиолен-1,1-диоксидов **1a-i** с 4-гидроксикумарином. Данные реакции осуществляются в этаноле при 40 ^{o}C в течении трех часов с добавлением в качестве катализатора триэтиламина. В таких условиях впервые получены ранее неизвестные производные тетрагидрохромана **2a-i** с выходами до 90%.



1 a-i Ar: 2-$CH_3C_6H_4$ (**1a, 2a**); 4-$CH_3C_6H_4$ (**1b, 2b**); 2-ClC_6H_4 (**1c, 2c**); 3-ClC_6H_4 (**1d, 2d**); 4-ClC_6H_4 (**1e, 2e**); 2,4-$Cl_2C_6H_3$ (**1f, 2f**); 3,4-$Cl_2C_6H_3$(**1g, 2g**); 3-$NO_2C_6H_4$ (**1h, 2h**); 4-$NO_2C_6H_4$ (**1i, 2i**) **2a-i** (66-90%)

Варьирование заместителей в бензольном кольце диенов **1a-i** показало, что электроноакцепторное или пространственное влияние атомов галогена или нитрогруппы, повышающее электронодефицитность диеновой системы БНТД, способствует повышению выхода синтезируемых полициклов.

Полученные конденсированные системы **2a-i,** выделенные преимущественно в виде одного диастереомера, представляют собой устойчивые высокоплавкие бесцветные кристаллические вещества, строение которых принято на основании спектральных данных (ИК, ЯМР ^{1}H, ^{13}C) и гетерокорреляционных исследований (COSY, HMQC, HMBC).

Список литературы

1. Ефремова И.Е., Лапшина Л.В., Байчурин Р.И., Серебрянникова А.В., Савельев И.И.// ЖОХ. 2020. Т.90. Вып.8. С. 1153-1172.

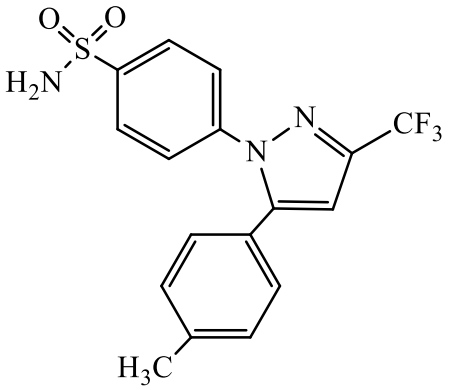
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ 1-НИТРО-3,3,3-ТРИХЛОРПРОПЕНА С ФЕНИЛАЗИДОМ

***Е.А. Турусов*[1], *Н.А. Анисимова*[1,2]**

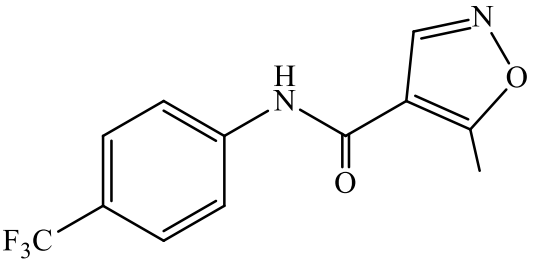
[1]РГПУ им. А.И. Герцена, [2]ВШТЭ СПБГУПТД, Санкт-Петербург

zhenyaturusov6@gmail.com

Известно, что нитроалкены, функционализированные $CHlg_3$ и NO_2 группами являются перспективными синтонами современного органического синтеза и представляют интерес для получения различных классов органических соединений, в том числе карбо- и гетероциклических систем [1], которые используются в качестве лекарственных препаратов [2] и обладают широким спектром биологической активности.



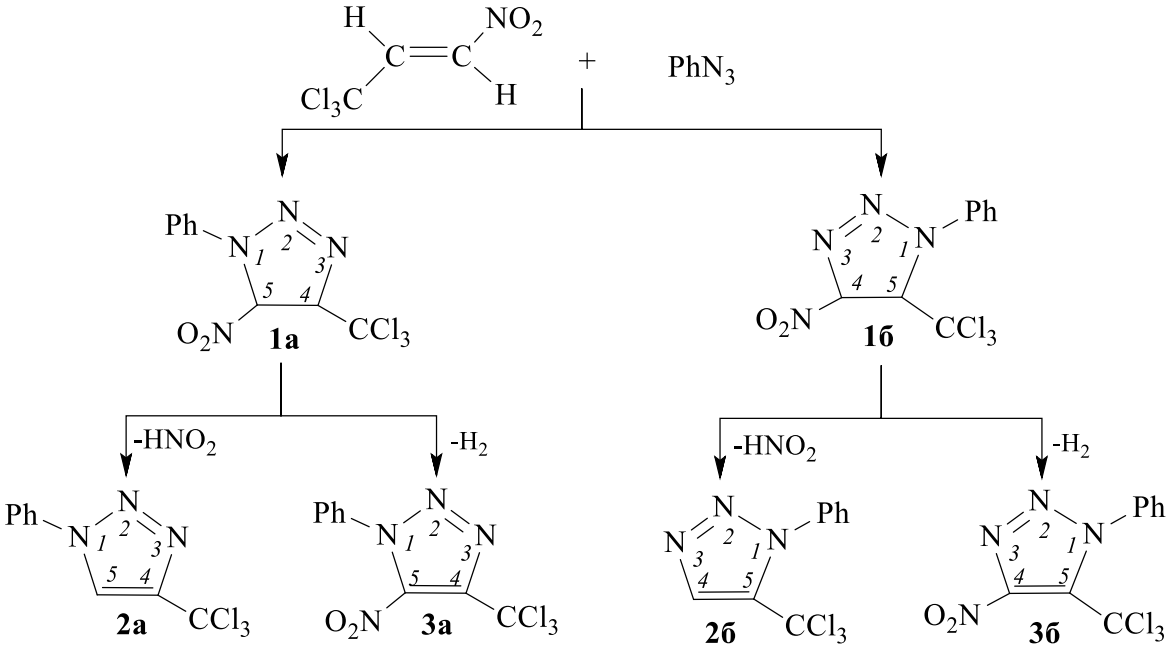
Целекоксиб. Противовоспалительное и анальгетическое средство



Лефлуномид. Антипролиферативное, противовоспалительное действие

Для синтеза функционализированных карбо- и гетероциклических соединений широко используются реакции циклоприсоединения.

Нами впервые осуществлено взаимодействие 1-нитро-3,3,3-трихлорпропена с фенилазидом. Реакцию исследуемого нитроалкена проводили при 20°C и 80°C (в бензоле). В обоих случаях реакция протекала через образование региоизомерных триазолинов (**1а, б**), которые уже в условиях эксперимента подвергались процессу внутримолекулярной трансформации — денитрации и дегидрированию; в результате получены соответствующие триазолы без нитро- (**2а, б**) и с нитро- (**3а, б**) группой. Движущей силой такого превращения, по-видимому, является образование более устойчивых ароматических структур — триазолов.



Об образовании триазолов без нитрогруппы (**2а, б**) свидетельствует наличие в спектрах ЯМР ^{1}H этих соединений сигнала олефиновых протонов H^5 при 8.13 м.д. для триазола (**2а**) и H^4 8.25 м.д. — для (**2б**).

Получение нитротриазолов (**3а, б**) подтверждает присутствие в спектре ЯМР^{1}H смеси этих соединений только сигналов неэквивалентных бензольных колец в диапазоне 7.18-7.80 м.д., проявляющихся в виде трех мультиплетов для каждого региоизомера. Неэквивалентность этих протонов для региоизомеров (**а, б**), вероятно, обусловлена различной ориентацией фенильного заместителя относительно $-NO_2$, $-CCl_3$ групп.
Правильность отнесения сигналов протонов и атомов углерода всех структурных фрагментов молекул триазолов (**2а,б, 5а,б**) подтверждена двумерными гетероядерными экспериментами ^{1}H-^{13}C HMBC, HMQC для всех типов триазолов. Состав подтвержден при помощи масс-спектрометрии.

Список литературы

1. Meneze F.G., Zucco H.G. // Quim. Nova. 2010. Vol. 33. N. 10. P. 2233-2244.
2. Машковский М.Д Лекарственные средства 16-е изд. М: Новая волна, 2012. С. 185, 742.

СИНТЕЗ 4-ОКСО-4-АРИЛ-3-(ИМИДАЗОЛ-2-ИЛ)МАСЛЯНЫХ КИСЛОТ НА ОСНОВЕ КОНДЕНСАЦИИ *N*-ОКСИДОВ ИМИДАЗОЛОВ С АРИЛГЛИОКСАЛЯМИ И КИСЛОТОЙ МЕЛЬДРУМА И ИХ ПРЕВРАЩЕНИЯ

***Е.С. Уварова*, В.С. Митянов, А.В. Кутасевич**

РХТУ имени Д.И. Менделеева, Москва

uvarovacatya@yandex.ru

Производные имидазола представляют значительный интерес, поскольку широко применяются в органическом синтезе и представлены среди некоторых важных лекарственных препаратов и веществ природного происхождения [1]. Один из подходов к синтезу имидазолов состоит в получении их в виде соответствующих *N*-оксидов. В то же время сами *N*-оксиды имидазолов могут использоваться в качестве билдинг-блоков для синтеза более сложных структур [2]. Наибольшую ценность представляют безусловно региоселективные методы создания С-С связей.

Так, на основе реакции *N*-оксидов 2-незамещенных имидазолов с арилглиоксалями и кислотой Мельдрума нами был разработан эффективный подход к синтезу 4-оксо-4-арил-3-(имидазол-2-ил)масляных кислот и их *N*-оксидов [3] (схема 1).

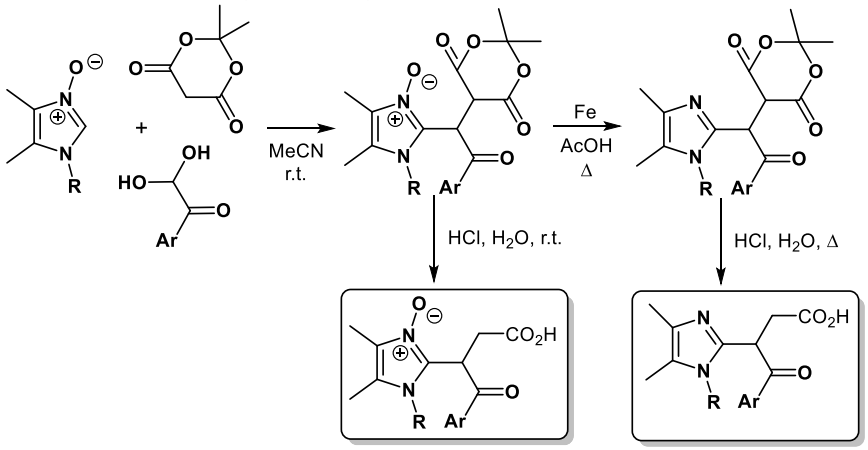


Схема 1. Конденсация *N*-оксидов имидазолов с арилглиоксалями и кислотой Мельдрума с последующим восстановлением

Следует отметить, что разработанный подход препаративно прост, не требует хроматографической очистки продуктов реакции, что делает его удобным методом синтез новых производных имидазола.

Список литературы

1. De Clercq E. // Med. Res. Rev. 2013. Vol. 33. N 6. P. 1215-1248.
2. Kutasevich A.V., Perevalov V.P., Mityanov V.S. // Eur. J. Org. Chem. 2020. N 3. P. 357-373.
3. Perevalov V.P., Mityanov V.S., Lichitsky B.V., Komogortsev A.N., Kuz’mina L.G., Koldaeva T.Yu., Miroshnikov V.S., Kutasevich A.V. // Tetrahedron. 2020. Vol. 76. N 8. Article № 130947.

СИНТЕЗ *N*-АРИЛЗАМЕЩЕННЫХ 3-АМИНОФУРО[2,3-*b*]ПИРИДИН-2-КАРБОКСАМИДОВ

А.В. Фараджева*, *Т.А. Строганова

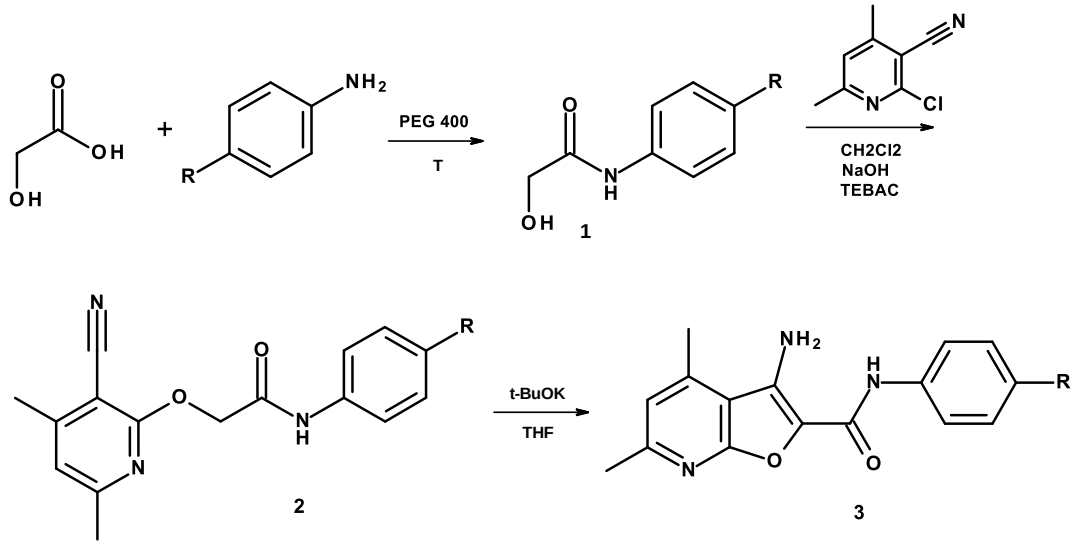
КубГТУ, Краснодар

orgsensei@mail.ru

3-Аминофуро[2,3-*b*]пиридины представляют собой гетероаналоги широко известных в химии гетероциклов 3-аминотиено[2,3-*b*]пиридинов. В отличие от последних производным фуропиридина посвящено гораздо меньшее количество работ. Одной из причин этого, по нашему мнению, являются достаточно трудоемкие методы их синтеза.

3-Аминофуро[2,3-*b*]пиридины, несомненно, представляют интерес с точки зрения изучения их химических свойств. Они, во-первых, могут использоваться в различных гетероциклизациях с образованием конденсированных систем, а во-вторых, наличие в их молекулах фуранового цикла дает возможность проведения трансформаций с его участием. Именно поэтому разработка удобных, простых в реализации методов синтеза новых представителей этой гетероциклической системы является важным и интересным направлением исследований.

Нами разработан метод синтеза N-арилзамещенных 3-аминофуро[2,3-*b*]пиридин-2-карбоксамидов на основе анилидов гликолевой кислоты **1**.



Взаимодействие анилидов **1** с 2-хлорпиридин-3-карбонитрилом проводили в условиях межфазного катализа в присутствии ТЭБАХ. Выходы продуктов **2** составляют от 64 до 80 %. Для замыкания фуранового кольца в качестве основания использовали t-BuOK, получая целевые фуропиридины **3** с выходами 53-72%. Строение полученных соединений доказано методами ИК и ЯМР спектроскопии, масс-спектрометрии высокого разрешения.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (проект FZEZ-2020-0004).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА *E*/*Z*–ИЗОМЕРИЗАЦИИ РЯДА 3-БЕНЗИЛИДЕНОКСИНДОЛОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СВЕТА

***М.С. Черномыз*[1], *М.Ю. Львова*[1], *Д.С. Новикова*[1]**

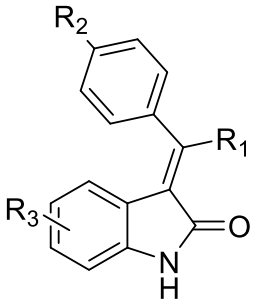
[1]*СПбГТИ(ТУ), Санкт-Петербург*

chernomiz.1999@gmail.com

Производные 3-бензилиденоксиндола проявляют широкой спектр биологической активности и часто используются при разработке лекарственных препаратов ввиду их синтетической доступности и возможности дальнейшей модификации. Для данных соединений характерна геометрическая изомерия, обусловленная наличием двойной связи в 3 положении оксиндольного ядра.

Ранее нами был синтезирован ряд соединений этого класса, проявляющий определенный вид биологической активности. Синтез проводился путем конденсации Кнёвенагеля между различными оксиндолами и карбонильными соединениями с последующей модификацией по атому азота оксиндольного ядра [1].

Известно, что процесс изомеризации 3-бензилиденоксиндолов является фотоиндуцированным. Мы использовали ряд промежуточных продуктов в синтезе наших активных соединений в качестве модельных. Основной задачей являлась оценка влияния различных заместителей, а также ряда других факторов на равновесное соотношение изомеров и скорость установления фотостационарного состояния. Для решения поставленных задач использовались методы газовой хроматографии и ЯМР спектроскопии.



R_1 = H, CH_3, C_2H_5
R_2 = H, Cl
R_3 = 5-Cl, 5-Br, 6-Cl

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ №19-73-10150.

Список литературы

1. Novikova D.S., Grigoreva T.A., Zolotarev A.A., Garabadzhiu A.V., Tribulovich V.G. // RSC Adv. 2018. Vol. 8. N 60. P. 34543-34551.

ПИРИМИДИНОВЫЕ И ПУРИНОВЫЕ СОЛИ О,О-ДИТЕРПЕНИЛДИТИОФОСФОРНЫХ КИСЛОТ

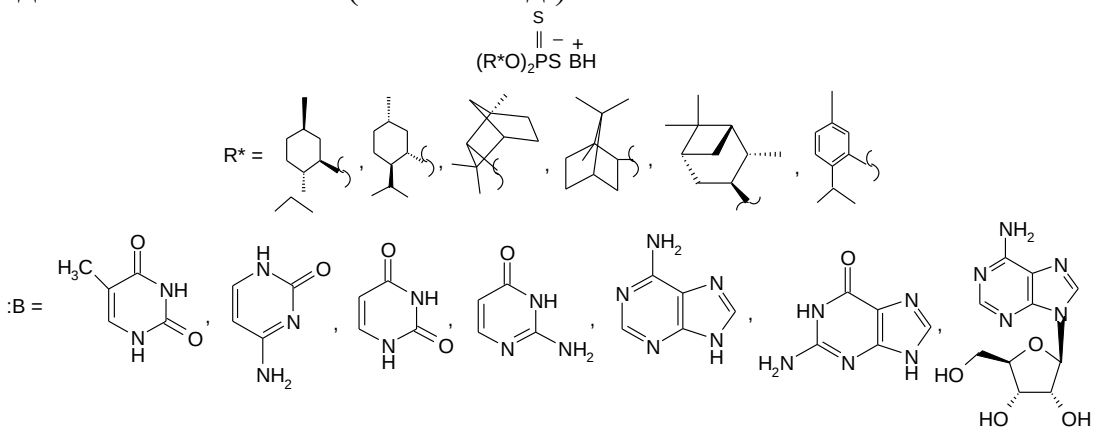
***А.Р. Шаймарданов*[1], *Р.З. Салихов*[1], *И.С. Низамов*[1, 2], *Э.С. Батыева*[2]**

[1]*К(П)ФУ,* [2]*ИОФХ ФИЦ КазНЦ РАН, Казань*

isnizamov@mail.ru

Антимикробные препараты нового поколения могут быть получены из природных азотистых органических соединений в реакциях с сильными органическими кислотами, в качестве которых мы выбрали дитиофосфорные кислоты, синтезированные из энантиомерно чистых и ароматических монотерпеновых спиртов. В качестве азотистых гетероциклических органических соединений, входящих в состав биомолекул, в том числе нуклеиновых кислот, использованы пиримидиновые и пуриновые основания

Установлено, что пиримидиновые (тимин, цитозин, урацил, 3-аминоурацил) и пуриновые (аденин, гуанин, аденозин) основания реагируют с О,О-дитерпенилдитиофосфорными кислотами, полученными из (1*R*,2*S*,5*R*)-(–)-ментола, (1*S*,2*R*,5*S*)-(+)-ментола, (1*R*)-эндо-(+)-фенхилового спирта, (1*S*)-эндо-(–)-борнеола, (1*S*,2*S*,3*S*,5*R*)-(+)-изопинокамфеола и тимола, в этаноле в мягких условиях образуют пиримидиновые и пуриновые соли дитиофосфорных кислот, в том числе оптически активные, сигналы которых в спектрах ЯМР ^{31}P-{^{1}H} в этаноле находятся в слабом поле (101-110 м.д.).



Гель-диффузионным методом выявлено, что полученные соли обладают высокой антимикробной активностью в отношении *Bacillus cereus, Staphylococcus aureus* и *Candida albicans*. Так, аденозиновая соль дитиофосфороной кислоты, полученной из (1*S*)-эндо-(–)-борнеола, подавляет приведенные микроорганизмы на 28, 27 и 16 мм соответственно (зона задержки роста микроорганизмов).

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 18-415-160012-р_поволжье_а.

РЕАКЦИИ ДЕКАРБОКСИЛИРОВАНИЯ 4-АРИЛ(ГЕТАРИЛ)-2-ПИРРОЛИДОН-3-КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

***Т.Е. Шелудченко*, А.А. Шуварова, О.С. Васильева, Е.С. Остроглядов**

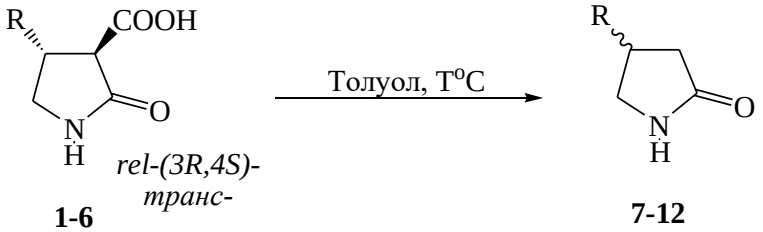
РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

kohrgpu@yandex.ru

Известно, что производные 2-пирролидона являются весьма эффективными исходными соединениями в синтезе действующих веществ-субстанций, широко известных ноотропных препаратов – рацетамов (пирацетам, фенотропил, леветирацетам и др.).

Одной из ключевых стадий общего способа получения производных 2-пирролидона является декарбоксилирование 2-пирролидон-3-карбоновых кислот путём нагревания выше их температуры плавления при пониженном давлении [1, 2]. Однако, этот метод имеет существенные недостатки – неравномерное нагревание реакционной массы и проведение реакции при высоких температурах, что приводит к выделению продукта не высокого качества.

В этой связи, нами разработан препаративно удобный метод декарбоксилирования 4-арил(гетарил)-2-пирролидон-3-карбоновых кислот. Он заключается в кипячении суспензии пирролидонкарбоновых кислот **1-6** в толуоле в течение от 5 до 48 часов (в зависимости от каждого представителя кислоты **1-6**).



R = фенил (**1,7**), 4-метилфенил (**2,8**), 4-хлорфенил (**3,9**), 4-метоксифенил (**4,10**), пиридин-3-ил (**5,11**), 1-метилбензимидазол-2-ил (**6, 12**).

Полученные этим способом 4-арил(гетарил)-2-пирролидоны **7-12** выделены с высокими выходами (81-92%), отличаются высокой степенью чистоты и не требуют дополнительной очистки при использовании их в последующих химических превращениях.

Предложенная методика декарбоксилирования 4-арил(гетарил)-2-пирролидон-3-карбоновых кислот технологически удобна, пригодна для масштабирования, что делает её перспективной для промышленного применения.

Список литературы

1. Берестовицкая В.М., Зобачева М.М., Васильева О.С. // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. Сер. Естественные и точные науки. 2002. № 2(4). С. 133-144.
2. Городничева Н.В., Васильева О.С., Остроглядов Е.С., Макаренко С.В. // ЖОХ. 2017. Т. 87. Вып. 10. С. 1737-1739.

ПИРИДИНСОДЕРЖАЩИЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ИМИДАЗОЛА С ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПРОТИВООПУХОЛЕВОЙ АКТИВНОСТЬЮ

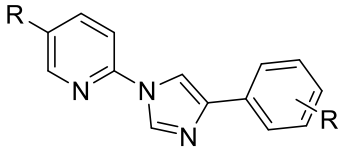
О.И.Балакирева, А.В.Семенов, М.А.Шонина

МГУ им. Н.П. Огарева, Саранск

olja.balakireva@mail.ru

Известно, что имидазол относится к привилегированным структурам в медицинской химии, и многие его производные обладают различной биологической активностью [1]. В частности, диарилзамещенные имидазолы обладают противоопухолевыми свойствами [2].

Аналогичную активность проявляют и метокси- и гидроксипроизводные 2-стильбазола [3]. Поэтому целью данной работы было получение диарилзамещенных производных имидазола с потенциальной противоопухолевой активностью, содержащих пиридиновый фрагмент с метоксильной или гидроксильной группой. В литературе для синтеза подобных соединений описаны два основных подхода, один из которых включает сборку имидазольного фрагмента, другой – использование готовой структуры. Для получения указанных гибридных структур мы использовали второй подход, включающий реакцию Сузуки.



Полученные соединения в дальнейшем будут направлены на исследование физиологической активности. Вероятно, наряду с противоопухолевой активностью проводимые трансформации структуры должны привести к расширению спектра физиологической активности, так как многие производные пиридина известны своими противомикробными, противовирусными, противовоспалительными свойствами.

Список литературы

1. Verma A., Joshi S., Singh D. // Journal of Chemistry. 2013. Article ID 329412 (12 p.).
2. Yang X.D., Wan W.C., Deng X.Y., Li Y., Yang L.J., Li L., Zhang H.B. // Bioorg. Med. Chem. Lett. 2012. Vol. 22. N 8. P. 2726-2729.
3. Martí-Centelles R., Murga J., Falomir E., Carda M., Alberto Marco J. // Med. Chem. Commun. 2015. Vol. 6. N 10. P. 1809-1815.

СИНТЕЗ 5-(5,7-ДИНИТРОХИНОЛИН-8-ИЛ)-4,6-ДИФЕНИЛПИРИМИДИН-2-АМИНА

***И.И. Устинов*, Ю.М. Атрощенко**

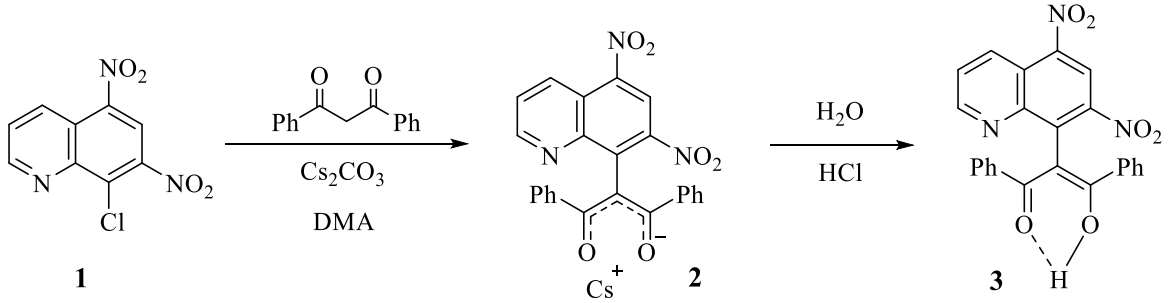
ТГПУ им. Л.Н. Толстого

bai2688@yandex.ru

Пиримидин и его производные являются компонентами молекул, выполняющих жизненно важные биологические функции (нуклеотиды, витамины группы В), а также составными частями многих известных лекарственных препаратов – антибиотиков амицетина и блеомицина, барбитуратов. Известно, что одним из простых и доступных способов построения пиримидинового ядра является взаимодействие 1,3-дикетонов или их синтетических эквивалентов с соединениями, содержащими фрагмент N–C–N (мочевина, гуанидин) [1, 2].

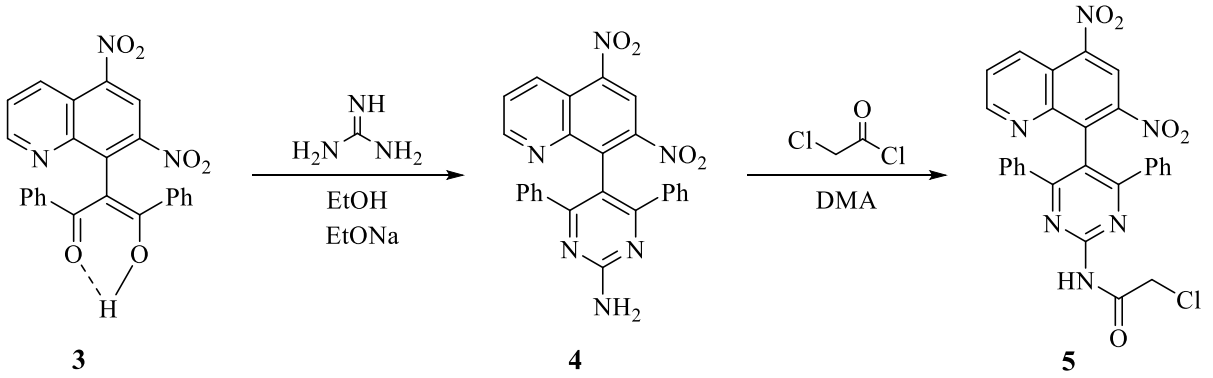
Для получения 5-(5,7-динитрохинолин-8-ил)-4,6-дифенилпиримидин-2-амина **4** в качестве β-дикарбонильного соединения был использован 2-(5,7-динитрохинолин-8-ил)-3-гидрокси-1,3-дифенилпроп-2-ен-1-он **3**. Соединение **3** синтезировано взаимодействием 8-хлор-5,7-динитрохинолина **1** с дибензоилметаном с последующим гидролизом соли **2** (схема 1) [3].

Схема 1



Полученный таким образом енол **3** подвергали длительному кипячению с гуанидином в этаноле в присутствии этилата натрия. При этом целевой продукт реакции **4** выделяется в виде темного масла, тяжело поддающегося очистке. Поэтому полученное соединение **4** переводили в амид **5** реакцией с хлорацетилхлоридом в ДМА (схема 2). Пиримидинохинолин **5** кристаллизуется из этанола в виде желтых игл.

Схема 2



Строение синтезированных соединений доказано спектральными методами (ЯМР, ИК).

Стоит отметить, что соединение **3** проявляет низкую реакционную способность в аналогичной реакции с мочевиной. Синтезировать продукт конденсации **3** с карбамидом не удалось.

Список литературы

1. Papet A.-L., Marsura A. // Synthesis. 1993. N 5. P. 478-481.
2. Fülle F., Müller C.E. // Heterocycles. 2000. Vol. 53. N 2. P. 347-351.
3. Ustinov I.I., Blokhin I.V., Shumskii A.N., Fedyanin I.V., Strashnov P.V., Ryabov M.A., Atroshchenko Y.M., Shakhkel'dyan I.V. // Russ. J. Org. Chem. 2017. Vol. 53. N 4. P. 557-561.

СЕКЦИЯ 2

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ, ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И НАНОХИМИЯ

ВЫДЕЛЕНИЕ ТИТАНА ИЗ НАСЫЩЕННОГО РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ РАСТВОРА Д2ЭГФК

***Д.А. Алферова*, В.В. Сергеев**

Санкт-Петербургский Горный университет, Санкт-Петербург

AlferovaDasha@yandex.ru

В представленном исследовании рассматривается альтернативный подход к технологии производства редкоземельных элементов (РЗЭ), где в качестве объекта выступает экстракционная фосфорная кислота (ЭФК), получаемая при производстве минеральных удобрений. Такое сырье содержит большое количество примесей и в целом является низкоконцентрированным, однако характеризуется повышенным содержанием ценной тяжелой группы РЗЭ и отсутствием радиоактивности.

Ранее в исследовании был предложен экстракционный метод выделения металлов с использованием ди-2-этилгексилфосфорной кислоты (Д2ЭГФК) [1].

Целью рассматриваемого этапа работы был поиск технологического решения очистки концентрата РЗЭ от примесного титана (IV), извлекаемого совместно с ценными компонентами.

Экстракция титана из высококонцентрированных растворов фосфорной кислоты (6 моль/л H_3PO_4) протекает согласно следующим уравнениям:

$$(TiO_n)^{2n+}_{aq} + n(H_2X_2)_{org} = (TiO)_nX_{2n\ org} + 2nH^+_{aq},$$

$$(TiO)_n^{2n+}{}_{aq} + 2n(H_2X_2)_{org} = (TiO)_n(HX_2)_{2n\ org} + 2nH^+_{aq}.$$

В качестве реэкстрагента использовалась этандиовая кислота, прочность комплексов которой с титаном ($lgK_{уст}(Ti) = 5.7$ [2]) больше прочности комплексов РЗЭ с Д2ЭГФК ($lgK_{уст}(Y) = 3.47$ [3]).

Было изучено влияние концентрации этандиовой кислоты, времени контакта фаз, скорости перемешивания, соотношения объемов V_{aq}/V_{org} и температуры.

Рассчитанные на основании экспериментальных данных энергия активации (2.8±0.4 кДж/моль) и тепловой эффект реакции (16.5±0.6 кДж/моль) показывают, что процесс является эндотермическим с лимитирующим массопереносом.

Применение ступенчатого контакта органической фазы экстрагента с этандиовой кислотой позволяет увеличить ёмкость экстрагента в 2-2.5 раза и повысить чистоту получаемых продуктов РЗЭ.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №19-19-00377)

Список литературы

1. Cheremisina O. et al. // International Multidisciplinary Scientific GeoConference-SGEM. 2019. Vol. 19. N. 1.3. P. 903-910.
2. Малука, Л.М. автореферат дис. ... д. х. н.: 02.00.04. Краснодар, 2005. 54 с.
3. Черемисина О.В. // Записки Горного Института. 2015. Т. 214. С. 39-50.

КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОКСИГИДРИЛЬНЫХ ПАВ ПРИ ПРЯМОЙ ФЛОТАЦИИ АПАТИТА

***Д.А. Баландинский*, Ф.И. Бурый**

Санкт-Петербургский Горный университет, Санкт-Петербург

canoneos600d@yandex.ru

Известно, что на эффективность флотационного процесса гидрофильных поверхностей влияет как физическая, так и химическая формы сорбции. Роль химической сорбции заключается в создании гидрофобного слоя путем прочного закрепления молекул на минеральной поверхности, а физической – в прорыве гидратной оболочки и укрупнении площади контакта пузырька воздуха с частицей руды. В недавних работах [1, 2] установлено, что поверхностно активные формы реагента растекаются по минеральной поверхности под действием сил поверхностного давления и тем самым способствуют увеличению площади сухого пятна.

В представленной работе установлена корреляция между снижением поверхностного натяжения раствора и увеличением степени извлечения апатита при флотации смесью жирнокислотного собирателя с алкиловыми эфирами фосфорной кислоты (рисунок 1).

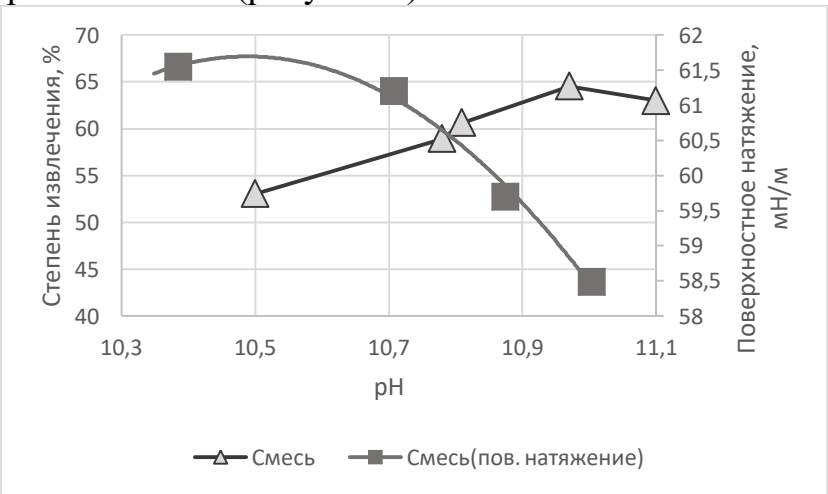


Рис. 1. Зависимость степени извлечения и поверхностного натяжения раствора смеси ПАВ от pH

Также путем измерения поверхностного натяжения определена ККМ раствора смеси ПАВ, равная 0,16 г/л. Установлен факт образования мицелл смешанного состава.

Список литературы

1. Семьянова, Д.В. // Сб. мат-лов междунар. научн. конф. «Интерэкспо Гео-Сибирь 2019». 2019. Т.2. № 4. С. 290-294.
2. Коновалов И.А., Кондратьев С.А. // Сб. мат-лов междунар. научн. конф. «Интерэкспо Гео-Сибирь 2019». 2019. Т. 2. № 4. С. 69-76.

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ АКТИВАЦИИ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

И.С. Бондарчук

НИ ТГУ, Томск

ivanich_91@mail.ru

Температурная зависимость скорости реакций является важнейшим фактором, определяющим их закономерности в различных условиях. Уравнение Аррениуса – одно из важнейших уравнений физической химии. В современной интерпретации это уравнение определяет температурную зависимость константы скорости химической реакции в следующей форме:

$$k = A \cdot \exp\left[-\frac{E}{RT}\right], \qquad (1)$$

Уравнение Аррениуса стало одним из основных уравнений химической кинетики, а энергия активации – важной количественной характеристикой реакционной способности веществ. Величина энергии активации служит важной характеристикой любой химической реакции и определение энергии активации является одной из основных задач химической кинетики [1].

В настоящее время существенное внимание уделяется возможностям применения таких программных средств как электронные таблицы Excel в процессе изучении дисциплины физическая химия, их использованию для расчета параметров химических реакций, таких как константа скорости и энергия активации и т.д. В подавляющем большинстве случаев, при решении задач физической химии программное обеспечение MS Excel используется в режиме калькулятора для выполнения простейших арифметических вычислений, вычислительные возможности MS Excel используются неэффективно. Используемые при этом программные алгоритмы не имеют законченной формы, отсутствие универсального критерия не позволяет достигнуть окончательного решения задачи, и, таким образом, однозначно формулировать результат. В частности, в основе одного из таких подходов к решению задач физической химии лежит постановка этих задач как оптимизационных, когда минимизируется разброс одного из идентифицируемых искомых параметров математической модели [2]. При таком подходе, алгоритмы вычислений имеют законченную форму, а используемый при этом инструментарий электронных таблиц используется более функционально, что, в конечном итоге, позволяет расширить диапазон анализируемых параметров, однозначно формулировать результат по сравнению с традиционно используемыми методиками [2].

В данной работе предложен алгоритм идентификации параметров уравнения Аррениуса с применением критерия оптимизации. В качестве инструмента решения оптимизационных задач можно применять встроенную надстройку MS Excel «Поиск решения». Рассматривается решение типовой задачи из сборника задач [3] по определению значений предэкспоненциального множителя A и энергии активации E по таблице значений зависимости констант скорости k_i реакции от температуры T_i

$$k_i = A_i \cdot \exp\left[-\frac{E}{RT}\right], \qquad (2)$$

где R – универсальная газовая постоянная, R = 8,314 Дж/(моль·К).

В качестве оптимизационного критерия (целевой функции), оптимум которой необходимо определить, при решении задачи оптимизации, наиболее целесообразным представляется использовать некоторый функционал F, отражающий относительный разброс вычисленного ряда значений предэкспоненциального множителя A_i. Решение поставленной задачи достигается минимизацией функционала по значению величины энергии активации E, имеющего следующий вид

$$F(E) = \frac{1}{\overline{A}}\left[\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N-1}\left(A_i - \overline{A}\right)^2\right]^{0,5}, \qquad \overline{A} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} A_i, \qquad (3)$$

где значение предэкспонента A_i выражается из уравнения (1) следующим соотношением

$$A_i = k_i \cdot \exp\left[-\frac{E}{RT_i}\right], \qquad (4)$$

Таким образом, значение энергии активации E определяется тем значением, при котором относительный разброс вычисленных по соотношению (4) из исходной таблицы данных $\{T_i,\ k_i\}$ величин предэкспоненциального множителя A_i имеет наименьшее значение.

Таким образом, в настоящей работе показан возможный подход к решению задачи физической химии с применением критерия оптимизации, используя возможности встроенной надстройки MS Excel «Поиск решения», на основе инструментария электронный таблиц MS Excel. Приводится методика и алгоритм вычислений на примере решения типовой задачи физической химии по определению значений предэкспоненциального множителя A и энергии активации E. Изложение материала сопровождается примерами реализации вычислительных алгоритмов с использованием инструментария электронных таблиц MS Excel и встроенной надстройки "Поиск решения". Приведено сравнение с результатами, полученными в рамках традиционных подходов.

Список литературы

1. Штиллер В. Уравнение Аррениуса и неравновесная кинетика. М.: Мир, 2000. 176 с.
2. Бондарчук И. С., Бондарчук С. С. Кинетика гомогенных химических реакций: методы решения в Excel. Томск: Изд-во Томского гос. пед. ун-та, 2019. 263 с.
3. Байрамов В.М. Химическая кинетика и катализ: Примеры и задачи с решениями: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2003. 320 с.

ПРИМЕНЕНИЕ АКТИВНОГО УГЛЯ, МОДИФИЦИРОВАННОГО ФУЛЛЕРЕНАМИ, ДЛЯ СОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ СРЕД ОТ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ

***М.О. Боровиков*, Е.А. Спиридонова**

СПбГТИ(ТУ), Санкт-Петербург

maximborovikov01@gmail.com

В настоящее время для устранения последствий возгорания или пожара всё чаще используют противоаварийные защитные системы, применимые как для открытых, так и для закрытых комплексов. В результате окисления и разложения при горении конструкционных материалов образуется множество вредных компонентов, содержащихся в воздухе. Для оперативного достижения уровня предельно допустимых концентраций токсичных газов и паров в газовой среде используются противоаварийные системы очистки сорбционного типа.

В данной работе предложено использовать комбинированную систему, состоящую из адсорбента, представленного активированным углём марки СКТ-6 (ООО ЭМЗ, г. Великий Новгород), и хемосорбента ВК-АВЕ на основе коксового угля (АО Сорбент, г. Пермь). Было произведено модифицирование адсорбента СКТ-6 ультразвуковой обработкой, пропиткой активированного угля раствором фуллеренов и последующей термообработкой для их закрепления на угле. Фуллерены на поверхности активного угля способствуют не только значительному увеличению адсорбционного пространства, но и повышению гидрофобности и динамической активности сорбента [1]. Улучшение данных свойств позволяет использовать комплексный адсорбент в экстремальных условиях в установке очистки газовой среды от таких продуктов горения, как бензол, *н*-декан, хлористый водород, фтористый водород, диоксид азота, диоксид серы и прочих.

На рисунке 1 представлена модель рабочей установки. Газовоздушная смесь поступает в блок с использованием нагнетательного компрессора, проходит комбинированную шихту через слои комплексного сорбента, после чего очищенный воздух поступает в окружающую среду.

В ходе испытаний было выявлено, что для активированного угля СКТ-6 введение фуллерена приводит к повышению гидрофобности углеродной поверхности, в результате чего повышается ее избирательность по отношению к органическим веществам. При повышении влажности очищаемого от паров органических соединений воздуха от 50 до 90 % происходит падение защитной мощности активированных углей по бензолу, толуолу, гексану и фенолу на 60-75 %.

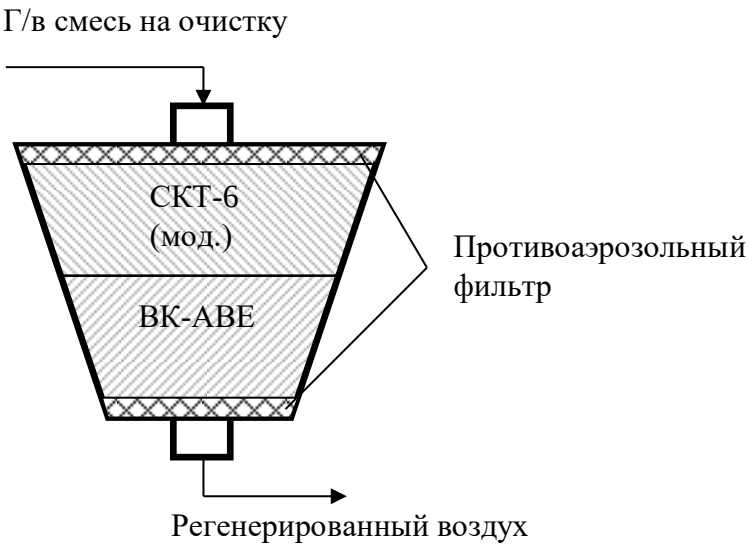


Рис. 1. Схема снаряжения блока для очистки газовой среды

В то же время, динамическая активность модифицированного фуллеренами активированного угля превосходит характеристики исходного активного угля при высокой влажности очищаемой газовоздушной среды и низких концентрациях в ней сорбируемых органических веществ, по парам гексана на 56 %, бензола – на 70 %; толуола и фенола – на 27 %.

Блок, снаряжённый модифицированным СКТ-6 и хемосорбентом ВК-АВЕ, позволяет обеспечить заданные предельно допустимые концентрации микропримесей за слоем ниже проскоковой концентрации в течение более 10 часов в соответствии с техническими требованиями.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (госзадание 785.00.Х6019).

Список литературы

1. Спиридонова Е.А., Хрылова Е.Д., Самонин В.В., Подвязников М.Л., Яковлева А.В., Кича М.А. // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2019. Т. 55. № 2. С. 209-214.

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОКРИСТАЛЛОВ ZnMn-ФЕРРИТА ТЕРМООБРАБОТКОЙ ПРОДУКТОВ РАСТВОРНОГО ГОРЕНИЯ

***М.А. Гаврилова*, Д.А. Гаврилова, И.С. Кондрашкова**

СПбГТИ(ТУ)

amonrud@yandex.ru

Цинк-марганцевые нанокристаллические ферриты представляют большой интерес для исследования благодаря широкому использованию материалов на их основе, например, источников питания, трансформаторов, запоминающих устройств, датчиков, фотокатализаторов [1]. Выбор способа получения существенно влияет на формирование, структуру, размеры частиц, а также на свойства целевого материала. Среди наиболее перспективных методов получения нанокристаллических оксидных порошков выделяют глицин-нитратный синтез, особенность которого состоит в быстром, сравнительно недорогом и технологически простом способе получения наноразмерного композита. Однако в случае ZnMn-феррита получение однофазного продукта осложняется формированием примесных кристаллических фаз, что негативно сказывается на функциональных свойствах материала [2]. Поэтому в работе был использован двустадийный подход на основе термической обработки синтезированного аморфного продукта растворного горения, который обусловлен достижением высокой фазовой чистоты формирующихся нанокристаллов ZnMn-феррита.

В данной работе рентгеноаморфные композиции, полученные в условиях избытка окислителя (нитрат-групп) при *G/N*=0.2, прокаливались при температурах 600, 650, 700 °C в течение 3-х часов, что приводило к образованию нанокристаллов $Zn_{0.1}Mn_{0.9}Fe_2O_4$. Полученные образцы исследовались комплексом физико-химических методов анализа, включающих XRD, DTA-TGA, SEM, EDXA. На основании результатов исследования установлено, что формирование нанокристаллов ZnMn-феррита происходит при T = 650 °C, причем образуется однофазный продукт со средним размером частиц 32±2 нм. Дальнейшее увеличение температуры приводит к росту размеров частиц (35±4 нм) и достижению максимальной степени превращения 93%.

Таким образом, показана принципиальная возможность получения однофазных нанокристаллов $Zn_{0.1}Mn_{0.9}Fe_2O_4$ путем термической обработки продуктов растворного горения. Установлено, что степень кристалличности и средний размер частиц полученного ZnMn-феррита достигают, соответственно, 93% и 35±4 нм при T = 700 °C.

Список литературы

1. Mirshekari G.R., Daee S.S., Mohseni H., Torkian S., Ghasemi M., Ameriannejad M., Hoseinizade M., Pirnia M., Pourjafar D., Pourmahdavi M., Gheisari K. // Adv. Mater. Res. 2012. Vol. 409. P. 520-525.
2. Peña M.A., Fierro J.L.G. // Chem. Rev. 2001. Vol. 101. N 7. P. 1981-2018.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИМИТИРУЮЩЕЙ СТАДИИ ПРОЦЕССА РАСТВОРЕНИЯ ФОСФАТА ЦЕРИЯ В КАРБОНАТНО-ЩЕЛОЧНЫХ СИСТЕМАХ

***С.А. Герасёв*, Р.Р. Кашурин, Я.А. Свахина, Т.Е. Литвинова**

ФГБОУ ВО «СПГУ», Санкт-Петербург

gerasev111@mail.ru

Редкоземельные элементы (РЗМ) представляют собой особую группу металлов, в которую входят 15 лантаноидов, скандий и иттрий. В природе церий является одним из самых распространенных лантаноидов, поскольку одновременно является легким элементом и имеет четный порядковый номер [1, 2].

При переработке апатитового концентрата сернокислотным методом в качестве побочного продукта образуется дигидрат сульфата кальция, который составляет основу фосфогипса (ФГ). Химизм процесса представлен уравнением (1):

$$Ca_5F(PO_4)_3 + 5H_2SO_4 + 10H_2O = 3H_3PO_4 + 5CaSO_4 \cdot 2H_2O + HF \qquad (1)$$

Мировая фосфатная промышленность в год производит более 250 млн тонн ФГ, причем на одну тонну получаемой экстракционной фосфорной кислоты приходится 3-5 тонн фосфогипса. Помимо сульфата кальция в состав отхода входят фосфаты и дигидрофосфаты кальция; фториды натрия и кальция; соединения кадмия, цинка, хрома и меди, а также соединения редкоземельных металлов, представленные преимущественно в фосфатной форме [3]. Возможность применения фосфогипса ограничивается тремя направлениями: сельское хозяйство, строительные материалы, сырье для химических процессов. Именно третье направление позволяет решить проблему утилизации ФГ комплексно: при обработке отвального фосфогипса карбонатным раствором осуществляется конверсия сульфата кальция в фосфомел и сульфат калия (натрия или аммония), а фосфатов РЗМ – в растворимую комплексную форму. Уравнения (2) и (3) описывают процесс конверсии раствором карбоната калия:

$$CaSO_4 \cdot 2H_2O + K_2CO_3 = CaCO_3 + K_2SO_4 + 2H_2O \qquad (2)$$

$$LnPO_4 + 2K_2CO_3 = KLn(CO_3)_2 + K_3PO_4 \qquad (3)$$

Определение лимитирующей стадии процесса растворения фосфата церия, протекающего по уравнению (3), сводится к вычислению константы скорости Аррениуса из кинетических кривых (рисунок 1) при различных температурах с последующим определением E_a из графической зависимости lnk-1/T.

Значение кажущейся энергии активации процесса растворения $CePO_4$ составляет 25.35 кДж/моль, что указывает на протекание процесса в диффузионной области.

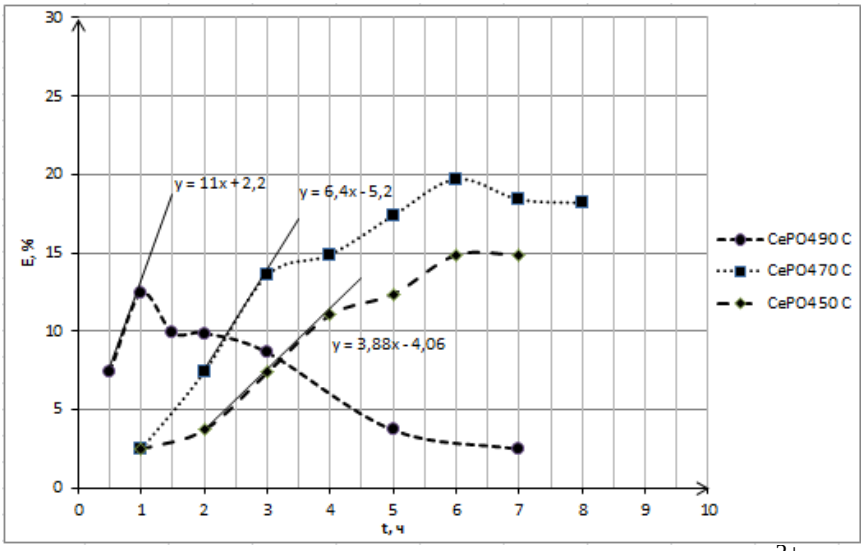


Рис. 1. Зависимость степени извлечения в раствор ионов Ce^{3+} (E) от времени t при различных температурах

Доказательством того, что процесс комплексообразования лимитируется внешней диффузией, является также сильное влияние интенсивности перемешивания пульпы на растворимость (рисунок 2).

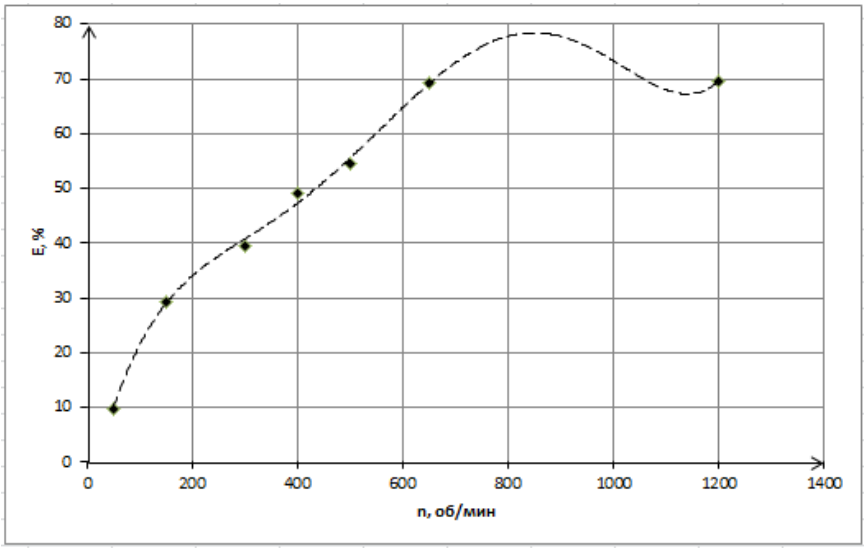


Рис. 2. Влияние интенсивности перемешивания (n) на растворимость (E)

Выводы, сделанные на основании двух методов, дают однозначное представление о лимитирующей стадии, а полученные значения констант скоростей и энергии активации будут применены при дальнейшем матмоделировании процесса конверсии ФГ.

Список литературы

1. Cotton S. // Chemie Nouvelle 2020. № 133. P. 1-12.
2. Tekam M.K., Mullasseri S., Singh A., Manjari K.S., Mishra S., Hans A.L., Mishra R. Yadav R. // Current Science. 2021. Vol. 120. N 1. P. 12-15.
3. Harrou A., Gharibi E.K., Taha Y., Fagel N., Ouahabi M.E // Minerals. 2020. Vol. 10. N 12. P. Article № 1067 (15 p.).

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО СОЕДИНЕНИЯ ВАНАДИЯ(V) С ГЛЮКОЗОЙ И ЛАКТОЗОЙ

Г.В. Горкуша, Д.О. Рузанов

СПбГТИ(ТУ), Санкт-Петербург

grigorygor2014@yandex.ru

До настоящего времени остается невыясненным механизм воздействия ванадийсодержащих соединений на баланс глюкозы и лактозы в организмах. Использование комплексных соединений ванадия перспективно в связи с их устойчивостью, также они не обладают токсичностью и легко выводятся из организма [1]. Известно, что комплексные соединения ванадия(V) являются инсулиномиметиками, воздействующими на компоненты ферментов, отвечающих за углеводный обмен в организме [2].

В настоящей работе изучено взаимодействие цитратного комплекса ванадия $K_4[V_2O_2(C_6H_6O_7)_2]\bullet 4H_2O$ (**1**) с углеводами различной структуры – глюкозой и лактозой.

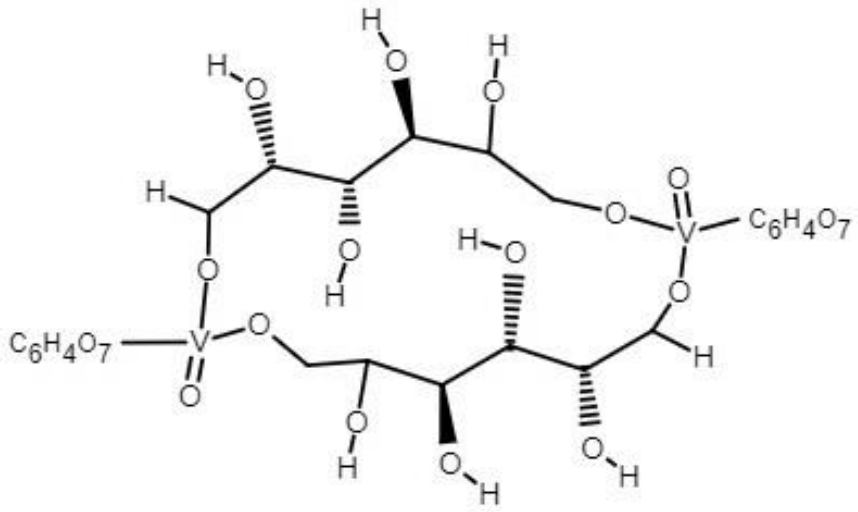
В результате проведенных исследований установлено, что биядерный цитратный комплекс ванадия(IV) в ходе реакции не разрушается и способен окисляться до цитратного комплекса ванадия(V).

Взаимодействие водных растворов глюкозы $C_6H_{12}O_6$ и комплекса **1** при pH~5 привело к получению соединения с предполагаемой формулой $C_{24}H_{32}O_{28}V_2$. Образец был выделен в виде конгломерата мелких кристаллов серо-фиолетового цвета. В результате взаимодействия водных растворов лактозы $C_{12}H_{22}O_{11}$ и комплекса **1** при pH~5 был получен конгломерат мелких кристаллов серо-фиолетового цвета. Проведенные физико-химические исследования показали идентичность образцов, что свидетельствует о протекании гидролиза лактозы до глюкозы и галактозы. Выход предполагаемого продукта по металлу составил 62% (глюкоза) и 46% (лактоза). Полученное соединение обладает хорошей растворимостью в воде, нерастворимо в метиловом и этиловом спиртах, ацетонитриле. Устойчиво при контакте с воздухом.

По результатам физико-химических анализов были сделаны следующие выводы: ИК-спектроскопией было определено наличие в комплексах групп V=O (756 $см^{-1}$), V-O-V (569 $см^{-1}$), C=O (1134 $см^{-1}$, 1251 $см^{-1}$), $COO-_{as,s}$ (1610 $см^{-1}$, 1402 $см^{-1}$), O-H (3450 $см^{-1}$, 3523 $см^{-1}$). УФ-спектроскопия показала пиковые значения для исходного и полученного комплексов при длине волны 280 нм.

По данным дифрактограммы линии полученных образцов идентичны и отличаются по интенсивности от линий глюкозы и лактозы.

Предполагаемая структурная формула соединения приведена на рисунке:



Исследование полученного соединения показывает, что ванадий(V) в составе комплекса $K_4[V_2O_2(C_6H_6O_7)_2]\bullet 4H_2O$ способен реагировать с углеводами, образуя устойчивое комплексное соединение с глюкозой и лактозой. Существование данного углеводного комплекса может свидетельствовать о возможности образования аналогичного соединения в организме, способствующего уменьшению количества свободной глюкозы в клетках. Ванадий(V) может быть предпочтительным заместителем фосфора в АТФ и АДФ в биохимических реакциях. Комплексные соединения ванадия(V) в будущем могут быть использованы для решения задач в медицинской практике по лечению сахарного диабета II типа [3].

Список литературы

1. Bhattacharyya S., Tracey A.S. // J. Inorg. Biochem. 2001. Vol. 85. N 1. P. 9-13.
2. Kaliva M., Kyriakakis E., Salifoglou A. // Inorg. Chem. 2002. Vol. 41. N 26. P. 7015-7023.
3. Marzban L., McNeill J.H. // J. Trace Elem. Exp Med. 2003. Vol. 16. N 4. P. 253-267.

ФОТОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ГЕТЕРОСТРУКТУР CeO_2/Au

Н.В. Гурьев*, *Е.И. Исаева

РГПУ им. А. И.Герцена, Санкт-Петербург

katiavolkova@yandex.ru

Известно, что наночастицы благородных металлов обладают уникальными, отличными от массивных образцов свойствами. Вследствие уникальных оптических и каталитических свойств наночастиц золота, они находят применение в медицине, диагностике онкологических заболеваний, катализе и других областях науки. Осаждение наночастиц золота на поверхность оксида церия(IV) способствует повышению его фотокаталитической активности [1]. В работе предлагается использовать фотохимический метод осаждения наночастиц золота на поверхность оксида церия(IV), варьируя природу растворителя. Использование фотохимического метода синтеза данных гетероструктур позволяет получать наночастицы с заданными параметрами и управлять их морфологией и размером, изменяя концентрацию ионов золота(III) и природу растворителя[2].

Цель работы – разработка методики фотохимического синтеза гетероструктур CeO_2/Au, исследование их состава и оптических свойств, а также кинетических закономерностей их формирования.

Для синтеза гетероструктур CeO_2/Au использовали $HAuCl_4$ (х.ч., ОАО Аурат) и CeO_2 (имп.). Модификацию оксида церия (IV) наночастицами золота осуществляли путем фотолиза водных и водно-спиртовых растворов $HAuCl_4$. Для этого комплексное соединение золота (III) растворяли в дистиллированной воде ($C_м$ = 10^{-3} М), после чего смешивали с равными объёмами воды, этанола или пропанола-2, а затем добавляли расчетное количество оксида церия (IV) в мольных соотношениях n(CeO_2):n(Au) = 10:1. В ряде экспериментов для повышения агрегативной устойчивости гетероструктур использовали 1% раствор поливинил-N-пирролидона (ПВП) (Полидон-А). Полученную суспензию перемешивали на магнитной мешалке и облучали монохроматическим УФ светом с длиной волны возбуждения 254 нм в течение 20-30 минут, регистрируя спектры поглощения (T80+ UV/VIS Spectrometer). Состав полученных частиц оценивали, используя метод рентгенодифракционного анализа.

Показано, что фотолиз водного 10^{-3}М раствора $HAuCl_4$ в присутствии CeO_2, в течение 30 минут не приводит к формированию наночастиц золота, о чем свидетельствует неизменное значение оптической плотности в видимом диапазоне спектра.

Добавление этанола (1:1) способствует формированию наночастиц золота уже на начальном этапе облучения (5 минут), о чем свидетельствует появление максимума плазмонного поглощения при λ_{max} = 535 нм.

Замена этанола на пропанол-2 в составе фотолита приводит к увеличению средней скорости формирования наночастиц золота в 2.7 раза, батохромному смещению максимума плазмонного поглощения и

формированию наночастиц золота большего размера, что также подтверждают данные рентгенодифракционного анализа (табл).

Рентгенодифракционный анализ образцов CeO_2/Au, полученных с использованием этанола и пропанола-2 в качестве растворителей и вторичных восстановителей, показал наличие пиков при 2θ равном 28.36, 32.89, 47.35, 56.24, 58.99, 69.38, 76.7° что отвечает кубической кристалической решетке церианита (JCPDS 34-0394) по точкам (111), (200), (220), (311), (222), (400), (331), (420) и пика при 2θ равном 38.06° (111), соответствующего кубической структуре золота (JCPDS 01-1172). Средний диаметр кристаллитов золота, рассчитанный по формуле Селякова-Шеррера в зависимости от условий синтеза варьировался в диапазоне от 15 до 40 нм.

Использование ПВП в качестве стабилизатора способствует увеличению степени монодисперсности частиц золота в составе гетероструктур CeO_2/Au и уменьшению их размера, но приводит к формированию наночастиц преимущественно в объёме фотолита, а не на поверхности CeO_2, что подтверждено наличием интенсивного плазмонного поглощения надосадочной жидкости после центрифугирования образцов в течение 10 мин. (скорость 2500 об./мин.) в спектрах поглощения в диапазоне длин волн 530-540 нм.

Таблица. Влияние состава фотолита на положение максимума полосы плазмонного поглощения (λ_{max}) и размера кристаллитов золота при фотолизе растворов $HAuCl_4$ ($C_м$ = $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л) в течение 30 минут и начальной скорости их формирования ($\upsilon_{нач,}$ 5 минут облучения).

	λ_{max}, *нм*	*D, нм*	$\upsilon_{нач}$, *мин*$^{-1}$
CeO_2/Au; H_2O/C_2H_5OH	535	17	0,0408
CeO_2/Au; H_2O/C_3H_7OH	545	36	0,1100

Список литературы

1. Ren Y., Tang K., Wei J., Yang H., Wei H., Yang Y. // Energy Technology. 2018. Vol. 6. №. 2. P. 379-390.
2. Исаева Е.И., Кирюхина С.Н., Горбунова В.В. // ЖОХ. 2013. Т. 83. Вып. 4. С. 529-533.

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ В МЕДИЦИНЕ

А.С. Игонин

РГПУ им А.И. Герцена, факультет химии, Санкт-Петербург

artem.igonin2002@gmail.com

В настоящее время во многих областях медицины используются наночастицы. Например, полимерные мицеллы используются для доставки лекарственных препаратов, которые могут помещаться в гидрофобную внутреннюю часть или ковалентно связываться с гидрофильной поверхностью мицелл; а квантовые точки применяются в имиджинговых системах за счет их способности к флюоресценции. Однако наибольшее распространение в медицинской практике имеют наночастицы металлов.

Цель работы – анализ отечественной и зарубежной литературы по способам получения и применению наночастиц металлов в медицине.

Наночастицы серебра широко используются в медицине для лечения и диагностики различных заболеваний: для лечения дерматитов инфекционного происхождения, ингибирования вирусов ВИЧ и герпеса, в качестве антимикробного и антибактериального компонента мазей, в иммунохимических методах исследования и для изучения биологических эффектов [1]. Наночастицы серебра проявляют широкий спектр действия, они подавляют рост патогенных бактерий, вирусов, грибов, биопленок. Относительно механизма действия серебра на бактерии известно, что соединения серебра взаимодействуют с белками, различными ферментами, нуклеиновыми кислотами, вызывают структурные изменения клеточной стенки и мембран бактерий, ингибируют цепи переноса электронов клетки, что приводит в конечном итоге к разрушению и гибели бактерий.

Также, основываясь на работе [2] можно сделать вывод, что основное действие, оказываемое наночастицами и ионами серебра на болезнетворные микроорганизмы, заключается в том, что ионы серебра могут ингибировать дыхательные ферменты, способствуя синтезу активных форм кислорода, и тем самым вызывать окислительные повреждения бактериальной клетки. Наиболее часто встречающимся и стабильным из таких повреждений является 8-оксогуанин (8-oxoG). В присутствии таких повреждений нарушается целостность двойной спирали ДНК и блокируется ее репликация [2].

Наночастицы золота применяются во многих областях медицины, например, могут быть носителями или переносчиками различных органических молекул, выполняющих функцию лекарственного препарата, больших биомолекул: белков, ДНК и РНК, а также генов. Использование наночастиц золота в качестве переносчиков препаратов обусловлено тем, что данные наночастицы имеют ряд специфичных качеств. Они не требуют больших затрат труда и времени при производстве; по сравнению с другими наночастицами, они имеют более высокую связывающую способность молекул, соединенных с наночастицами золота, к мишеням раковых клеток, антителам, углеводородам и фармакологическим препаратам.

Высвобождение этих препаратов может быть запущено внутренним (глутатион или pH) или наружным (например, свет) стимулами. Также наночастицы золота имеют высокие показатели биосовместимости и инертности; для доставки препаратов в клетку используются как ковалентные, так и нековалентные связи [3].

Помимо этого, наночастицы золота могут быть эффективными детекторами различных токсинов, вирусов и патогенных бактерий. Методы основанные на наночастицах золота, связанных со специфическими молекулами-мишенями, являются более простыми, недорогими, обладающими высокой степенью точности. При наличии вещества-мишени происходит высвобождение наночастиц золота и мгновенное изменение цвета раствора [3].

В литературе целый ряд работ посвящён исследованию наночастиц железа и его оксидов вследствие их ферромагнитных свойств. Магнитные наночастицы железа применяются для маркирования, сортировки, детектирования различных биологически активных веществ, а также в виде контрастного материала для магнитно-резонансной томографии [4]. Помимо этого, за счет того, что ферромагнитные наночастицы способны снижать количество кислорода, потребляемого митохондриями опухолевых клеток, они могут подавлять жизнеспособность некоторых онкологических образований. Также наночастицы железа могут быть использованы при терапии железодефицитной анемии. Как показали эксперименты на мышах, при моделировании гемолитической анемии с последующим применением наночастиц железа, у животных наблюдался рост количества эритроцитов.

Основываясь на приведенных данных, можно заключить, что в данный момент, применяемые в медицине наночастицы металлов, выполняют большой спектр задач, от дезинфекции ран, до детектирования злокачественных образований. Это однозначно говорит о целесообразности и перспективности дальнейшего развития данной отрасли медицинской науки. Однако, несмотря на все достоинства применяемых наночастиц, остаются открытыми вопросы о токсичности данных методов и о способах длительного хранения наноматериала, защищая его от контаминации, которые ученым еще предстоит решить.

Список литературы

1. Сосенкова Л.С., Егорова Е.М. // ЖФХ. 2011. Т. 85. № 2. С. 1-10.
2. Радциг М.А. Взаимодействия клеток бактерий с соединениями серебра и золота: влияние на рост, образование биопленок, механизмы действия, биогенез наночастиц. дис. … канд. биол. наук. М., 2013. 120 с.
3. Довнар Р.И., Смотрин С.М. // Журнал ГрГМУ. 2011. №4 (36). С. 17-21.
4. Никифоров В. Н. //Известия Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова. 2013. №. 1. С. 23-34.

СИНТЕЗ, УСТОЙЧИВОСТЬ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ ЖЕЛАТИНА

***Д.С. Кенс*, А.В. Беспалов**

Кубанский государственный университет, Краснодар

bespalov-alex@mail.ru

В настоящее время большое число работ посвящено получению и исследованию бактерицидной активности наночастиц серебра. Поскольку наночастицы металлов в растворах склонны к агрегации, для повышения устойчивости получаемых золей используют различные полимеры или поверхностно-активные вещества [1]. Одним из наиболее эффективных полимерных стабилизаторов является желатин [2]. Несмотря на то, что желатин достаточно часто применяется в качестве стабилизатора для наночастиц серебра, по-прежнему актуальным является вопрос влияния условий синтеза наночастиц в растворах желатина на их размер, а также устойчивость и биологическую активность получаемых гидрозолей.

Целью данной работы было получение золей серебра в водных растворах желатина при помощи различных восстановителей, исследование полученных систем спектральными и электронно-микроскопическими методами, а также определение их биологической активности по отношению к ряду патогенных микроорганизмов.

В результате проведенных исследований было установлено, что наиболее устойчивые золи образуются при использовании боргидрида натрия в качестве восстановителя, при этом частицы серебра характеризуются небольшим диаметром и узким распределением по размеру (4–8 нм). Использование гидразингидрата, дитионита натрия и цитрата калия приводило к образованию более крупных частиц (20–30 нм), при этом гидрозоли, полученные с использованием цитратного способа, обладали большей устойчивостью, что объясняется дополнительным стабилизирующим эффектом цитрат-анионов. При фотохимическом способе восстановления наблюдалось образование как небольших частиц диаметром менее 10 нм, так и их агломератов. Исследование бактерицидной активности полученных растворов показало, что наиболее широким спектром действия обладают золи, полученные при использовании боргидридного и фотохимического способов восстановления. По всей видимости, это связано с тем, что в данных системах присутствует значительное число частиц небольшого размера, обладающих более высокой биоцидной активностью.

Список литературы

1. Крутяков Ю.А., Кудринский А.А., Оленин А.Ю., Лисичкин Г.В. // Успехи химии. 2008. Т. 77. № 3. С. 242-269.
2. Вегера А.В., Зимон А.Д. // Известия Томского политехнического университета. 2006. Т. 309. № 5. С. 60-64.

КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ МЕДИ(II) КАК ПРЕКУРСОРЫ ДЛЯ ФОТОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ МЕДИ

С.С. Колмыков*, *Е.И. Исаева

РГПУ им. А. И.Герцена, Санкт-Петербург

katiavolkova@yandex.ru

Комплексные соединения относятся к одному из наиболее обширных и разнообразных классов неорганических соединений. Актуальность исследования комплексных соединений меди(II) заключается в их использовании в качестве прекурсоров для синтеза наночастиц меди и оксида меди(I), которые могут найти применение в медицине, катализе и оптике.

Цель работы – синтез, исследование состава и оптических свойств комплексных соединений меди(II) с лигандами различной природы, а также возможность их использования в качестве прекурсоров для фотохимического синтеза наночастиц меди и оксида меди(I).

В работе осуществлён синтез комплексных соединений меди(II) следующего состава: $[Cu(NH_3)_4]SO_4$, $[Cuen_2]SO_4$, $[Cupn_2]SO_4$, $K_2[Cu(C_2O_4)_2]\cdot 2H_2O$, где en – этилендиамин, pn – 1,2-пропилендиамин. Состав комплексных соединений подтверждали методами электронной и ИК-спектроскопии, термогравиметрическим методом анализа.

Оптические характеристики полученных комплексов меди(II) представлены в таблице.

Таблица. Данные электронной спектроскопии комплексных соединений меди(II).

Формула	$[Cuen_2]SO_4$	$[Cupn_2]SO_4$,	$[Cu(NH_3)_4]SO_4$	$K_2[Cu(C_2O_4)_2]$
λ_{max}, нм	244; 548	247; 550	247; 600	245; 720

По результатам электронной спектроскопии исследуемые комплексные соединения меди(II) характеризуются поглощением в УФ (244-247 нм) и видимой области (548-720 нм) спектра. Максимум поглощения в УФ области спектра характеризует полосу переноса заряда лиганд→металл (ПЗЛМ), а в видимой области – d-d переходы, причём в видимом диапазоне спектра наблюдается батохромный сдвиг полосы поглощения при переходе от $[Cuen_2]SO_4$ к $K_2[Cu(C_2O_4)_2]$, свидетельствующий об уменьшении силы поля лигандов в ряду en>pn>NH_3>$C_2O_4^{2-}$.

Полученные комплексные соединения меди(II) содержат доноры электронов во внутренней сфере, а наличие полосы поглощения при 244-247 нм позволяет использовать УФ облучение с $\lambda_{возб.}$ 254 нм для синтеза из них наночастиц меди. Показано, что фотолиз 0,01М водных растворов $[Cuen_2]SO_4$, $[Cupn_2]SO_4$, $K_2[Cu(C_2O_4)_2]$ светом с $\lambda_{возб.}$ 254 нм в течение 30 минут приводит изменению цвета раствора с голубого (фиолетового) на красный и появлению максимума плазмонного поглощения в диапазоне 570-600 нм, что свидетельствует о формировании наночастиц меди.

ЛИТИЙ – ИОННЫЙ СУПЕРКОНДЕНСАТОР С ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОДОМ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОЛИМЕРНЫМ КОМПЛЕКСОМ НИКЕЛЯ

И.Ю. Курганов

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

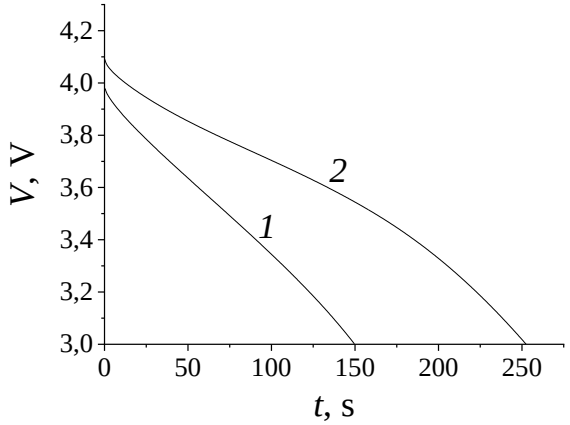
mr.kurganov-panda@yandex.ru

Литий – ионный суперконденсатор (ЛИСК) относится к типу накопителей электрической энергии, характеризующихся высокой энергоёмкостью, мощностью и эксплуатационным ресурсом. Одним из основных направлений совершенствования ЛИСК является поиск путей увеличения ёмкости его положительного электрода, так как именно она определяет ёмкость конечного устройства.

Были изготовлены прототипные ячейки ЛИСК, содержащие положительный электрод на основе высокопористого углеродного материала, модифицированного полимерным комплексом никеля (II) с лигандом N,N'-2,3-диметилбутан-2,3-диил-бис(салицилиденимин) (поли-[Ni(Saltmen)]), и предварительно литированный отрицательный электрод.

В работе приведены кривые, полученные в гальваностатическом режиме для электрода, модифицированного полимером, поли-[Ni(Saltmen)] (МЭ) и немодифицированного электрода (НЭ) в литий – содержащем электролите, а так же непосредственно для прототипных ячеек Н–ЛИСК и М–ЛИСК. Представлены зависимости сопротивления от зарядного напряжения и разрядной ёмкости от количества циклов заряда–разряда (2.7-3.85 V) для исследуемых ячеек.

Установлено, что модификация положительного электрода литий – ионного суперконденсатора проводящим полимером поли-[Ni(Schiff)] позволяет значительно увеличить удельную объёмную ёмкость ЛИСК по сравнению с исходной системой. При этом практически значимые характеристики устройства не ухудшаются, что делает перспективным использование предложенного подхода при разработке современных накопителей электрической энергии.



Кривые разряда, полученные в гальваностатическом режиме при плотности тока 2.5 mA·cm^{-2} для образцов НЭ (1) и МЭ (2).

КИНЕТИКА ЭКСТРАКЦИОННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИТТРИЯ И ЖЕЛЕЗА

***Е.С. Лукьянцева*, О.В. Черемисина**

Санкт-Петербургский Горный университет, Санкт-Петербург

lukyantseva_lena@inbox.ru

Редкоземельные элементы представляют интерес вследствие особых магнитных и оптических свойств. Основной способ их получения – экстракция из растворов переработки редкометалльных руд.

В качестве объекта исследований в работе использовался продукт переработки апатита – раствор фосфорной кислоты. Жидким экстрагентом выступала ди-2-этил-гексилфосфорная кислота (Д2ЭГФК), твёрдым – смола Левекстрел, импрегнированная Д2ЭГФК.

Установлено, что жидкостная экстракции иттрия в большей степени зависит от скорости перемешивания и протекает в диффузионной области.

Содержащиеся в исходных растворах примесные соединения Fe^{3+} также образуют стабильные комплексные соединения с экстрагентом. На графике зависимости ln(k) от обратной температуры (рис. 1) видно, что с повышением температуры, при которой проводится экстракция элементов, происходит изменение лимитирующей стадии экстракции Fe^{3+} с химической реакции на диффузию. Так, для извлечения иттрия и отделения его от Fe^{3+} экстракцию целесообразно проводить в низкотемпературной области, когда лимитирующие стадии различны.

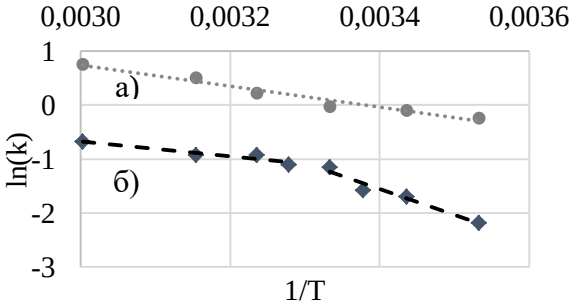


Рис. 1. Зависимость ln(k) от обратной температуры для а) Y; б) Fe.

Равновесие при извлечении иттрия достигается быстрее, поэтому для эффективного разделения Y^{3+} и Fe^{3+} время экстракции не должно превышать 2 минут, что позволит достичь коэффициента разделения, равного 23.15.

При твердофазной экстракции иттрия равновесие устанавливается за 2 часа, интенсивность перемешивания сорбента не влияет на скорость. Температура практически не влияет на степень извлечения иттрия, но позволяет сократить время достижения равновесия до 1 часа. В отличие от жидкостной экстракции, снизить степень извлечения железа (3+) в неравновесных условиях невозможно, но его абсолютная степень извлечения значительно меньше и составляет не более 9 %, когда для жидкостной достигает 20 %.

Работа выполнена при поддержке РНФ в рамках проекта № 19-19-00377.

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ РЕАКЦИИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ КИСЛОРОДА НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ НИКЕЛЯ И КОБАЛЬТА С ОСНОВАНИЯМИ ШИФФА

В.В. Максимова

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

veronikamaksimova@icloud.com

Все больший интерес в качестве потенциальных кандидатов на замену Pt для реакции электровосстановления кислорода (ЭВК) привлекают катализаторы, не содержащие металлы платиновой группы (МПГ). Среди различных типов катализаторов для ЭВК, не содержащих МПГ, наиболее перспективными являются материалы на основе углерода, содержащие азот и переходные металлы. Эти катализаторы могут быть получены с использованием широкого спектра предшественников, содержащих атомы углерода, азота и один (или более) активный переходный металл. Такими катализаторами могут быть полимерные комплексы кобальта и никеля с основаниями Шиффа, для характеристики которых были использованы методы электрохимической кварцевой микрогравиметрии, термогравиметрии, сканирующей электронной микроскопии с рентгеновским микроанализом и ЭСХА. В данной работе был применен простой способ получения катализаторов ЭВК путем термолиза в инертной атмосфере полимерных комплексов с основаниями Шиффа. Было экспериментально установлено, что оптимальной температурой термолиза для получения катализаторов ЭВК является температура 700 °С. СЭМ-исследование продуктов термолиза показало, что они представляют из себя наночастицы оксидов соответствующих металлов. В результате изучения состава поверхностного слоя электродов методом ЭСХА установлено также, что содержание металлов в поверхностном слое примерно соответствует массовым долям металлов в соответствующих полимерах. Исследование процесса ЭВК на электроде, модифицированном катализатором, было проведено с применением вращающегося дискового электрода и вольтамперометрии. Полученные катализаторы показали высокую удельную активность в расчете на массу исходного полимера (более 600 мА/мг). Наибольшие токи в реакции ЭВК показал электрод, модифицированный продуктами термолиза пленки поли-[Ni(CH_3OSalEn)].

ВЫСОКОПОРИСТЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ СОРБЕНТЫ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ ЦЕЗИЯ

***И.А. Малахова*[1], *Д.В. Балацкий*[1,2], *Ю.О Привар* [1]., *С.Ю. Братская*[1,2]**

[1]*Институт Химии ДВО РАН,* [2]*ДВФУ, Владивосток*

newira94@gmail.com

Полимерные материалы нашли широкое применение в качестве сорбентов, селективность и высокая аффинность которых обеспечивается либо наличием определенных функциональных фрагментов, либо формированием композитных материалов путем введения в полимерную матрицу наночастиц неорганических сорбентов [1]. Основной проблемой самостоятельного применения нанодисперсных неорганических сорбентов, являются трудности их отделения от растворов после сорбции, а иммобилизация в полимерной матрице – самым простым способом их преодоления. Для улучшения кинетических характеристик таких сорбентов применяются различные методы генерации пористой структуры, в том числе, с использованием в качестве порообразующего темплата кристаллов льда [2].

В данной работе высокопористые монолитные композитные сорбенты (криогели) для извлечения ионов цезия получены на основе полиэтиленимина (ПЭИ), ковалентно сшитого при температуре -20°С диглицидиловым эфиром 1,4-бутандиола [3], и ферроцианидов меди (II) и цинка (II). Формирование композитных монолитных сорбентов проводили *in situ* следующим образом: монолитный криогель ПЭИ насыщали в динамических условиях последовательно ионами металлов и $K_4[Fe(CN)_6]$ и промывали дистиллированной водой. Эффективность извлечения ионов цезия из с растворов концентрацией 20 мгCs/л (pH~6) исследовали в статических условиях при Т:Ж 1:1000, время контакта 24 ч. Равновесное содержание цезия определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

Рис.1а демонстрирует существенные различия в сорбционных свойствах композитных сорбентов ПЭИ/CuFCN (ферроцианид меди) и ПЭИ/ZnFCN (ферроцианид цинка), хотя соответствующие неорганические сорбенты демонстрировали сравнимую эффективность извлечения ионов цезия. Очевидно, что хелатирующая полимерная матрица оказывает значительное влияние на формирование неорганической фазы. Методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ-EDX) было показано, что композиты ПЭИ/CuFCN (ферроцианид меди), не проявляющие сорбционную активность в отношении ионов цезия, сохраняют пористую структуру криогеля ПЭИ с размером пор 128±30 мкм и имеют однородный элементный состав с атомным отношением Cu/Fe=2, соответствующим теоретическому для ферроцианида меди. При этом кристаллы неорганической фазы не идентифицируются ни методом СЭМ, ни рентгенофазовым анализом.

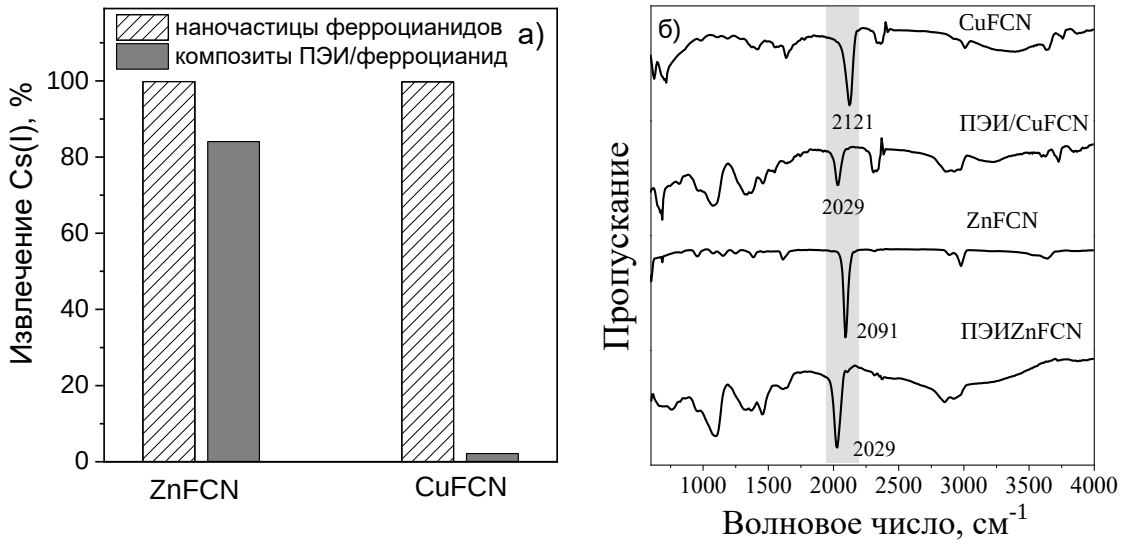


Рис. 1. Эффективность извлечения ионов цезия ферроцианидами меди и цинка (CuFCN и ZnFCN соответственно) и композитами ПЭИ/CuFCN и ПЭИ/ZnFCN (а). ИК-Фурье спектры ферроцианидов меди и цинка и композитов ПЭИ/CuFCN и ПЭИ/ZnFCN (б)

В ИК-Фурье спектрах зафиксировали значительное (на 92 см$^{-1}$) смещение в низкочастотную область полосы, характерной для –C≡N связи (область 2040-2100 см$^{-1}$), для композита ПЭИ/CuFCN по сравнению с наночастицами ферроцианида меди (CuFZ) – Рис.1б, что указывает на ослабление взаимодействия иона Cu(II) с цианидным лигандом вследствие наличия N-донорного лиганда ПЭИ. В случае композита ПЭИ/ZnFCN смещение этой полосы в ИК-спектре менее выражено (Рис.1б). Вероятно, высокая устойчивость комплексов Cu(II)-ПЭИ препятствует формированию кристаллической фазы ферроцианида меди, ответственной за селективную сорбцию ионов цезия. Поскольку при достаточно близких величинах произведения растворимости для ферроцианидов Cu(II) и Zn(II) константы устойчивости комплексов ПЭИ с ионами Zn(II) заметно ниже, чем с ионами Cu(II) [3], полимерная матрица не препятствует образованию сорбционно активной неорганической фазы в случае композита ПЭИ/ZnFCN.

Полученные монолитные композитные материалы обеспечили эффективность извлечение ионов цезия 99.99% из раствора с концентрацией 20 мгCs/л в динамических условиях при скорости потока 85 к.о./ч.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 19-33-90143.

Список литературы

1. Kumar P.S., Önnby L., Kirsebom H. // J. Mater. Chem. A. 2014. Vol. 2. N 2. P. 1076-1084.
2. Lozinsky V. // Gels. 2018. Vol. 4. N 3. Article № 77 (12 p.).
3. Golikov A., Malakhova I., Privar Yu., Parotkina Yu., Bratskaya S. // Ind. Eng. Chem. Res. 2020. Vol.59. N 43. P.19415-19425.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ СОРБЦИОННОГО ПРОЦЕССА НА ИОНООБМЕННОЙ СМОЛЕ

О.В. Черемисина, М.А. Пономарева, Ю.А. Машукова, А.В. Ситко

Санкт-Петербургский Горный университет, Санкт-Петербург

mya55@mail.ru

Для обработки экспериментальных данных наиболее эффективно использование двухпараметровых математические модели, позволяющих построить изотермы сорбции для расчёта параметров ионообменных процессов [1]. Однако каждая из существующих термодинамических моделей имеет некоторые допущения, которые обуславливают удовлетворительную корреляцию с экспериментальными данными только в некотором диапазоне концентраций и при определённых параметрах сорбционного процесса. Разработка универсальной модели, с достаточной точностью описывающей ионообменные равновесию для любого диапазона концентраций, является актуальной задачей. В ходе данной работы был проведён сравнительный анализ нескольких широко применяемых термодинамических моделей и предложено использование линеаризованного закона действующих масс (ЛЗДМ) для математического описания процессов сорбции.

Эксперимент проводили в статических условиях с использованием макропористого слабоосновного анионита Cybber EV009 в нитратной форме. Сорбционный процесс был изучен для ЭДТАцеррат-ионов методом переменных концентраций при непрерывном перемешивании на протяжении 6 часов в термостатированном шкафу при температура 298К и соотношении объёмов раствора и сорбента 5:1, а также постоянном значении ионной силы, равной 1 моль/кг ($NaNO_3$) [2].

С помощью математических преобразований закон действующих масс был приведён к линейной форме:

$$\frac{1}{\Gamma_{CeTr^-}} = \frac{1}{\Gamma_\infty} + \frac{[NO_3^-]\gamma^2_{\pm NaNO_3}}{K * \Gamma_\infty * [CeTr^-] * \gamma^2_{NaCeTr}}.$$

Линейные формы изотерм сорбции ЭДТАцеррат-ионов для исследуемого анионита были построены с использованием моделей Темкина, Дубинина-Радушкевича, Ленгмюра, Фрейндлиха и Флори-Хаггинса. Модели Ленгмюра и Флори-Хаггинса продемонстировали низкий коэффициент корреляции с экспериментальными данными, что делает невозможным их применение для описания данного ионообменного равновесия. Согласно рассчитанной по модели Дубинина-Радушкевича энергии Гиббса сорбции ЭДТАцеррат-ионов (9.95±0.49 кДж/моль) самопроизвольное протекание процесса невозможно. Значение константы ионообменного равновесия (К=36434±1821), полученной с использованием модели Темкина, является нехарактерной для сорбционных процессов.

Термодинамические модели Флори-Хаггинса и Фрейндлиха также не могут быть применены для описания равновесия в рассматриваемой системе, поскольку значения полной ёмкости анионита, рассчитанные по данным моделям (1.12±0,06 моль/кг и 1.03±0.05 моль/кг соответственно) не согласуются с данными, указанными в сертификате сорбента (2 моль/кг).

По разработанной модели линеаризованного закона действующих масс была посчитана константа ионообменного равновесия (9.00±0.05 моль/кг), по которой вычислили энергию Гиббса сорбции ЭДТАцеррат-ионов на анионите Cybber EV009 (-5.54±0.27 кДж/моль), а также значение полной ёмкости сорбента (2.00±0.10 моль/кг). Таким образом, исходя из полученных термодинамических параметров сорбции, можно сделать вывод о целесообразности применения ЛЗДМ для описания ионообменного равновесия изученного процесса.

Работа выполнена в рамках проекта № 19-19-00377 «Технологические основы извлечения и селекции стратегически значимых редкоземельных элементов из продуктов апатитового производства», поддержанного РНФ в конкурсе 2019 года «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований отдельными научными группами» от 22.04.2019 г.

Список литературы

1. Foo K.Y., Hameed B.H. // Chem. Eng. J. 2010. Vol. 156. N 1. P.2-10.
2. Dada A.O. Dada, A.P. Olalekan, A.M. Olatunya, O. Dada // IOSR J. Applied Chem. 2012. Vol. 3. N 1. P. 38-45.

ТВЕРДОФАЗНАЯ ЭКСТРАКЦИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (РЗЭ) ИЗ ФОСФОРНОКИСЛЫХ РАСТВОРОВ ПЕРЕРАБОТКИ АПАТИТОВЫХ РУД

В.Ю. Михеева

Санкт-Петербургский Горный университет, Санкт-Петербург

89173889819@mail.ru

К нежелательным явлениям при проведении жидкостной экстракции можно отнести применение летучих и токсичных органических растворителей, а также образование межфазной эмульсии. Твердофазная экстракция по сравнению с жидкостной имеет несомненное технологическое преимущество в возможности совместимости данного способа с основной технологией получения фосфорной кислоты, что обеспечит масштабируемость производства соединений РЗЭ.

В качестве материалов для проведения процесса твердофазной экстракции в работе использованы пористые инертные носители на основе гидрофобизированного силикагеля, импрегнированного экстрагентами ди-2-этилгексилфосфорной кислотой (Д2ЭГФК), N,N,N'N'-тетраоктиламидом дигликолевой кислоты (TODGA) и N,N,-диоктиламидом дигликолевой кислоты (MTODGA) в присутствии ионной жидкости 1-бутил-3-метилимидазолий-бис [(трифторметил)сульфонил] имид (ИЖ) и без. В качестве объекта исследования использованы модельные и технологические растворы выщелачивания апатитовых руд.

Наилучшими показателями селективности по отношению к РЗЭ обладают кислые фосфорорганические экстрагенты, в частности Д2ЭГФК. Для определения эффективности использования Д2ЭГФК с целью разделения РЗЭ на группы и индивидуальные компоненты построены изотермы сорбции из фосфорнокислых растворов (4,5 моль/л H_3PO_4 и 0,19 моль/л H_2SO_4), имитирующих состав растворов переработки апатитового концентрата (рисунок 1).

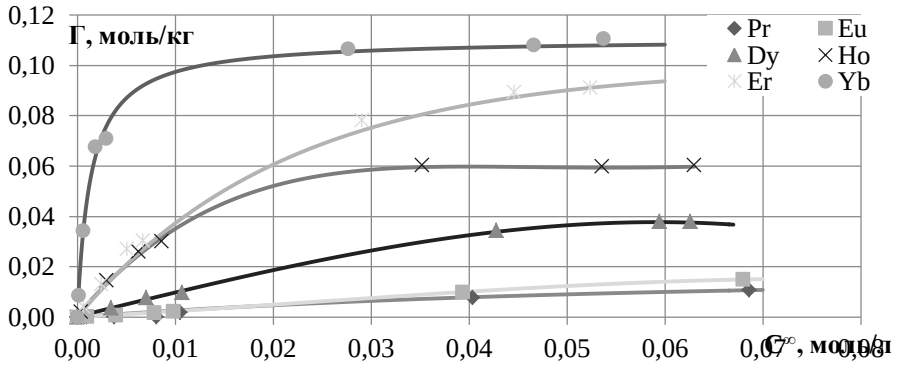


Рисунок 1 – Изотермы сорбции РЗЭ сорбентом, импрегнированным Д2ЭГФК

Получены экстракционные активности РЗЭ (таблица 1), которые характеризуются увеличением химического сродства РЗЭ к Д2ЭГФК в порядке уменьшения кристаллографического радиуса.

РЗМ	Pr	Eu	Dy	Ho	Er	Yb	Y
Г, моль/кг	0.011±0,001	0.015±0.001	0.038±0.002	0.06±0.003	0.091±0.005	0.111±0.006	0.460±0.02
K	1.23±0.06	12.28±0.61	13.58±0.68	57.43±2.88	79.64±3.98	733.05±36.65	42.14±2.11
$-\Delta_r G$, кДж/моль	0.52±0.01	6.21±0.31	6.46±0.32	10.03±0.20	10.84±0.54	16.34±0.82	9.26±0.46

Таблица 1 – Ряд экстракционной активности РЗЭ

Таким образом, использование ТВЭКС-Д2ЭГФК эффективно для выделения тяжелой группы РЗЭ из технологических растворов фосфорной кислоты, однако использование данного экстрагента для извлечения остальных РЗЭ нецелесообразно ввиду низких показателей экстракционного извлечения.

Для извлечения средней и легкой группы РЗЭ были использованы гликольамидные экстрагенты как отдельно, так и с добавлением ИЖ. Получены термодинамические характеристики ТВЭКС и проведена их сравнительная характеристика (таблица 2).

Коэффициенты	TODGA	MTODGA	TODGA +ИЖ	MTODGA +ИЖ	TODGA+ MTODGA +ИЖ	Д2ЭГФК
Распределения Ce	<0.1	<0.1	7.6	16.2	6.9	<0.1
Распределения Y	4.7	0.8	10.9	52.6	1.3	19.6
Разделения Y/Ce	>47	>8	1.4	3.2	0.2	>196

Таблица 2 – Сравнительная характеристика используемых сорбентов импрегнированного типа

Сорбент, импрегнированный MTODGA, обладает большей емкостью и характеризуется более высокими коэффициентами распределения и разделения РЗЭ относительно TODGA, что обусловлено вкладом ионного обмена за счет иона гидроксония в составе экстрагента. Присутствие ИЖ понижает как величину емкости импрегната, так и коэффициенты разделения, оказывая влияние на компенсацию донорноакцепторных связей, уменьшая сольватацию молекул кислорода MTODGA к катионам РЗЭ. Более низкие коэффициенты разделения РЗЭ получены в процессе твердофазной экстракции с участием TODGA, что исключает катионообменный механизм экстракции. Добавление ИЖ приводит к эффекту снижения значений коэффициентов разделения.

Исходя из проведенной работы и полученных результатов, можно достичь максимально эффективного извлечения и разделения РЗЭ за счет смены состава экстрагента в зависимости от стадии процесса.

Работа выполнена в рамках проекта № 19-19-00377 "Технологические основы извлечения и отбора стратегически важных редкоземельных элементов из апатитовой продукции" от 22 апреля 2019 года, поддержанного Российским научным фондом.

СИНТЕЗ, ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ TiO_2/Gd_2O_3

***А.А. Паромова*, Т.Б. Бойцова**

РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия
aaparomova@mail.ru

Оксид титана (TiO_2) является неорганическим полупроводниковым материалом, обладающим высокой фотокаталитической активностью, хорошей стабильностью, нетоксичностью и низкой стоимостью. Однако его практическое применение ограничено низкой чувствительностью к видимому свету и быстрой рекомбинацией носителей заряда. Снижению рекомбинации носителей заряда и повышению фотокаталитической активности TiO_2 способствует модификация соединениями редкоземельных элементов, например, европия, самария и гадолиния [1, 2].

Цель данного исследования заключалась в разработке метода синтеза композитного материала TiO_2/Gd_2O_3, установление корреляций между составом и строением, а также изучение его каталитических свойств в реакции фотодеградации метилового оранжевого.

В работе представлены результаты исследования влияния температуры (в диапазоне 750-950 ^{o}C), продолжительности (20-60 мин) отжига и концентрации реагентов на фазовый состав, размер кристаллитов, степень кристалличности образцов. При температуре отжига 750°C во всех образцах методом РФА установлено наличие анатаза, рутила и гексагональной модификации Gd_2O_3. Рассчитанные по формуле Селякова–Шеррера средние размеры кристаллитов анатаза, рутила и оксида гадолиния не зависят от продолжительности отжига в диапазоне 40-60 мин и составляют 22.7, 20.0 и 24.0 нм, соответственно.

Фотокаталитическую активность наночастиц TiO_2, модифицированных Gd_2O_3, оценивали по деградации метилового оранжевого при облучении светом с длиной волны 254 и 365 нм.

Наиболее подходящими условиями для получения образцов, проявляющих каталитические свойства, являются: время отжига 40 мин при температуре 750 ^{o}C, содержание Gd_2O_3 – не более 5%. Результаты показывают, что в реакции деградации метилового оранжевого наночастицы TiO_2, допированные Gd_2O_3, демонстрируют увеличение фотокаталитической активности в 1,5 раза, по сравнению с чистым TiO_2. Это связано со снижением скорости рекомбинации фотоиндуцированных пар электрон-дырка за счет введения в композит широкозонного полупроводника Gd_2O_3.

Список литературы

1. Weber A.S., Grady A.M., Koodali R.T. // Catal. Sci. Technol. 2012. №. 2. P.683-693.
2. Jing Z., Weicheng W., Song Y., Gang C., Shanlin Z., Xiang W., Can L. // Applied Surface Science. 2015. Vol. 344. З. 249-256.

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ Gd_2O_3/TiO_2, МОДИФИЦИРОВАННЫХ СЕРЕБРОМ

А.А. Синицына, В.В. Горбунова

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

alena.sinicyna.99@mail.ru

Интерес к синтезу и изучению свойств материалов на основе оксида Gd_2O_3 вызван перспективой их использования как в качестве контрастных агентов в ультразвуковой, магнитно-резонансной диагностике и компьютерной томографии для маркировки опухолевых клеток, так и в качестве коррозионно-стойких покрытий, добавок при низкотемпературном синтезе керамики и фотокализаторов преобразования энергии.

Целью данной работы является синтез и исследование фотокаталитической активности композитов состава $Gd_2O_3/TiO_2/Ag$ в реакции фотодеградации метилового оранжевого.

Методика получения композитов основана на темплатном методе синтеза включающем пропитку зольного фильтра раствором тетрабутокститана в пропаноле-2, содержащем нитраты гадолиния и серебра. После отжига при 750˚С в течение 20, 40 и 60 мин были получены композиты $Gd_2O_3/TiO_2/Ag$, состав которых подтвержден рентгенодифракционным методом. Методом ИК-спектроскопии доказано, что оптимальным временем отжига при 750˚С составляет 40 минут.

Рассчитанные по формуле Селякова–Шеррера средние размеры кристаллитов, анатаза, рутила, оксида гадолиния и серебра, содержащихся в образцах не зависят от продолжительности отжига в диапазоне 40-60 мин и составляют 22.7, 20.0, 24.0 и 33.8 нм, соответственно. Облучение растворов, содержащих $2.5\cdot10^{-5}$ моль/л МО, производилось при перемешивании монохроматическим УФ (λ 254 нм) и видимым светом (λ 365 нм) лампы Philips TUV 4W/G4 T5; соотношение массы фотокатализатора к объему фотолита составляло 3 и 10 мг на 10 мл; толщина слоя фотолита – 10 мм. Каталитическую активность образцов оценивали спектрофотометрически (US/VIS SPE) по спаду характерного для МО поглощения при 465 нм.

Таблица. Средняя скорость обесцвечивания раствора МО ($V\cdot10^{-3}$ мин$^{-1}$)

Образец	$\lambda_{обл.}$ 254 нм		$\lambda_{обл.}$ 365 нм	
	Навеска фотокатализатора, мг/10 мл			
	3	10	3	10
TiO_2+0,6%Gd_2O_3+0,2%Ag	3,5	14	5,0	6,0
TiO_2+3,0%Gd_2O_3+0,2%Ag	8,0	12	6,5	8,5
TiO_2	2,0	-	3,5	-

Установлено, что эффективность фотокаталитической активности образцов зависит от энергии возбуждающего света, состава и массы фотокатализатора.

ИЗУЧЕНИЕ ЕМКОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НОВОГО МАТЕРИАЛА БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ КАТИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

***А.В. Ситко*, Ю.А. Машукова, М.А. Пономарева, О.В. Черемисина**

Санкт-Петербургский Горный университет, Санкт-Петербург

aleksandr.sitko113@yandex.ru

На сегодняшний день для снижения негативного влияния на окружающую среду актуальной задачей является уменьшение содержания катионов металлов до значений норм ПДК в сточных водах металлургических, химических и других производств. Основным методом, который является применимым для решения этой задачи, является использование сорбции на различных активных углях и углях биологического происхождения [1, 2]. В роли перспективного сорбционного материала может выступать уголь биологического происхождения на основе отходов птицепроизводсва, полученный термической газификацией просушенного куриного помета в среде кислорода [3].

В работе были проведены исследования сорбционных свойств органического материала биологического происхождения, полученного из отходов птицефабрики, установлены значения пористости, удельной поверхности, определен химический, фракционный и фазовый состав. По полученным данным сделан вывод о том, что применение нового органического материала биологического происхождения в качестве сорбента для очистки сточных вод от катионов ртути (II), марганца (II), железа (III) и свинца (II) является перспективным. В результате исследований получено оптимальное значение pH, которое составляет не менее 2, так как при более низких значениях происходить разрушение материала (биоугля).

Перед проведением сорбционных исследований биоуголь промывали дистиллированной водой до значения нейтральной среды промывного раствора.

В результате исследования процесса сорбции Mn^{2+} в статических условиях (т:ж=100 (0.2 г : 20 мл), pH≈2, время контакта 2 часа, фракция >1 мм) получены следующие термодинамические и сорбционные характеристики: полная емкость Γ_{∞}=0.204±0.001 моль/кг; константа ионообменного равновесия K=175.05±8.7 и энергия Гиббса ионного обмена $\Delta G^0_{298} = -43.35 \pm 2.2$ кДж/моль.

Исследования сорбции катионов Pb^{2+}, Hg^{2+}, Fe^{3+} и также Mn^{2+} проводились в динамических условиях (скорость элюирования 0.5 об/мин, фракция >1 мм). Поглощение катионов Pb^{2+}, Hg^{2+}, Fe^{3+} происходит вследствие механического удерживания осадка (малорастворимого соединения металлов) в зернах органического материала.

Значения полной динамической емкости для металлов составило: 0.99±0.05; 0.35±0.02; 0.41±0.02 моль/кг для свинца, ртути и железа, соответственно. И для марганца 0.19±0.01 моль/кг.

Список литературы

1. Gao J., Liu Y., Li X., Yang M., Wang J., Chen Y. // Sci. Rep. 2020. Vol. 10. Article № 7473 (13 p.).
2. Teng D., Zhang B., Xu G., Wang B., Mao K., Wang J., Sun J., Feng X., Yang Z., Zhang H. // Environmental Pollution. 2020. Vol. 265. Part A. Article № 115001.
3. Batool S., Idrees M., Hussain Q., Kong J. // Chem. Physics Lett. 2017. Vol. 689. P. 190-198.

СРАВНЕНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ И НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА ТИТАНА

А.А. Смирнова

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

mirtokyst14@list.ru

В настоящее время существует проблема изготовления солнечных батарей, которые бы генерировали электрическую энергию. Основа солнечных батарей – фотоэлементы, которые по своей природе являются полупроводниками.

Цель работы: сравнительный анализ отечественной и зарубежной литературы по способам получения и свойствам полупроводниковых материалов на основе монокристаллического кремния и наночастиц диоксида титана, которые используются для изготовления солнечных элементов (СЭ).

Широкое применение получили СЭ из монокристаллического кремния, благодаря своей высокой фоточувствительности (КПД ~ 27%). Такие фотоэлементы состоят из кремниевых пластин толщиной 300 мкм, находящихся в металлургическом контакте [1]. Принцип действия кремниевых элементов основан на переносе электронов из валентной зоны в зону проводимости с образованием свободных носителей тока (электронов и дырок). Этот процесс происходит, когда фотоэлемент освещается светом с энергией не меньше, чем ширина запрещенной зоны ($\Delta W_З$) полупроводника. Для монокристаллического кремния $\Delta W_З$ = 1.1 эВ, что соответствует поглощению света в длинноволновом диапазоне (λ = 1128 нм) инфракрасной (ИК) области спектра. Чтобы кремний можно было использовать в качестве фотоэлемента, он должен обладать высокой степенью чистоты. В литературе описаны лабораторные способы получения кремния [2]. Однако сверхчистый кремний обязан содержать не более 10^{-11}% примесей, что требует технологических сложностей. Еще одним недостатком можно отметить разогрев кремниевых материалов, значительно укорачивающий срок службы солнечной батареи [1].

Альтернативой элементам из кремния может служить нанокристаллический диоксид титана, поскольку чистота полупроводникового материала из оксида титана (IV) никак не влияет на эффективность преобразования солнечной энергии в электрическую. Диоксид титана существует в виде нескольких полиморфных модификаций: рутила, анатаза и брукита. Самой большой фотоактивностью обладает модификация анатаза из-за малой скорости рекомбинации пар электрон-дырка. Анатаз получают гидролизом тетрахлорида титана при небольшом нагревании (600 °С) или прокаливанием титановой кислоты при температуре, не превышающей 700 °С. Значительная ширина запрещенной зоны TiO_2 ($\Delta W_З$ = 3.2 эВ) ограничивает поглощение солнечного излучения

диапазоном ультрафиолета, который составляет около 5% солнечного спектра. Согласно литературным данным, одним из решений данной проблемы может служить сенсибилизация наноразмерного (0.02 мкм) оксида титана (IV) комплексными соединениями рутения (II) или порфиринами [3]. Большая удельная поверхность нанокристаллов диоксида титана позволяет легко адсорбировать молекулы красителя, благодаря чему ΔW_3 уменьшается до 1.55 эВ, и расширяется полоса поглощения (λ = 800 нм). Смещение длины волны в область ИК-волн способствует увеличению КПД до 13%. Наличие тонкого слоя диоксида титана поверх сенсибилизированного слоя замедляет процесс перехода электронов из зоны проводимости в валентную зону, что позволяет продлить работу солнечных батарей.

КПД элементов на основе наноразмерного диоксида титана, сенсибилизированного синтетическим органическим красителем меньше, чем у СЭ из монокристаллического кремния, но первый выигрывает у второго по ряду преимуществ: легкий синтез наночастиц диоксида титана, долгая служба солнечных батарей на его основе, а также отсутствие необходимости получать особо чистые полупроводниковые структуры.

Таким образом, нанокристаллы диоксида титана, сенсибилизированные красителем, являются одним из наиболее перспективных фотопреобразователей.

Список литературы

1. Ищенко А.А., Фетисов Г.В., Асланов Л.А. Нанокремний: свойства, получение, применение, методы исследования и контроля. М.:ФИЗМАТЛИТ, 2011 648 с.
2. Гофман У., Рюдорф В., Хаас А., Шенк П.В., Губер Ф., Шмайсер М., Баудлер М., Бехер Х.-Й., Дёнгес Э., Шмидбаур Х., Эрлих П., Зайферт Х.И. Руководство по неорганическому синтезу: В 6-ти томах. Т.3. Пер. с нем./ Под ред. Г. Брауэра. М.: Мир, 1985. 392 с.
3. Получение и исследование наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям / под ред. А.С. Сигова. 2-е изд. (эл.). М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. 146 с.

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ЛИГАНДА НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НИКЕЛЯ(II)

А.Н. Солодов, ***Е.И. Исаева***

РГПУ им. А.И.Герцена, Санкт-Петербург

katiavolkova@yandex.ru

В промышленности для поверхностной технологической обработки металлических изделий широко применяются различные способы никелирования. Нанесение никелевых покрытий обычно осуществляется путём восстановления комплексных соединений никеля(II) такими восстановителями как гипофосфит натрия, гидразин, гидроксиламин или тетрагидридоборат натрия.

Цель работы – синтез, исследование состава и оптических свойств комплексных соединений никеля(II) с лигандами различной природы и рассмотрение возможности их применения в процессе химического никелирования.

В работе осуществлён синтез комплексных соединений никеля(II) $[Ni(NH_3)_6]SO_4$, $[Nien_3]SO_4$, $[Nipn_3]SO_4$, $K_2[Ni(C_2O_4)_2]\cdot xH_2O$, где en – этилендиамин, pn – 1,2-пропилендиамин. Состав полученных комплексов подтверждён методами электронной и ИК-спектроскопии, термогравиметрическим методом анализа.

Оптические характеристики синтезированных комплексов никеля(II) представлены в таблице.

Таблица. Данные электронной спектроскопии комплексных соединений никеля(II).

Формула	$[Nien_3]SO_4$	$[Nipn_3]SO_4$,	$[Ni(NH_3)_6]SO_4$	$K_2[Ni(C_2O_4)_2]$
λ_{max}, нм	220; 343; 542	222; 344; 545	215; 362; 583	230; 383; 664

По результатам электронной спектроскопии исследуемые комплексные соединения никеля(II) характеризуются поглощением в УФ (215-230 нм) и видимой области (542-664 нм) спектра. Максимум поглощения в коротковолновой УФ области спектра характеризует полосу переноса заряда лиганд→металл и внутрилигандные переходы, а в видимой области – d-d переходы, причём в видимом диапазоне спектра наблюдается батохромный сдвиг полосы поглощения при переходе от $[Nien_3]SO_4$ к $K_2[Ni(C_2O_4)_2]$, свидетельствующий об уменьшении силы поля лигандов в ряду $en>pn>NH_3>C_2O_4^{2-}$.

На термограмме $K_2[Ni(C_2O_4)_2]\cdot xH_2O$ (в атмосфере аргона) прослеживается наличие трёх областей, соответствующих следующим стадиям разложения соединения: удаление кристаллизационной воды (100 до 300°C); разложение оксалатного комплекса никеля(II) с образованием оксалата калия, никеля и CO_2 (300 до 440°C); разложение оксалата калия на карбонат калия и CO (выше 440°C). Конечными продуктами термического разложения являются карбонат калия и никель. Полученные комплексные соединения никеля(II) содержат доноры электронов во внутренней сфере, что позволяет рассматривать их перспективные соединения в процессах никелирования.

ОБРАЗОВАНИЕ ПОЛИМЕР – МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА С ПОЛИАМФОЛИТАМИ НА ОСНОВЕ АЛИФАТИЧЕСКИХ ДИАМИНОВ

***К.А. Федорова*, Т.Е. Горкина, Т.А. Суставова, В.А. Липин**

СПбГУПТД ВШТЭ, Санкт-Петербург

ksuchayka@mail.ru

Полиамфолиты в своём составе содержат две потенциально комплексообразующие группы – кислотные и основные, при этом степень их участия в образовании координационных комплексов будет определяться структурой и составом сополимеров, степенью ионизации составляющих звеньев, а также конформационным состоянием макромолекул, зависящим от pH среды, ионной силы раствора, температуры и т.д. [1].

Наличие тяжёлых металлов в воде несёт в себе экологическую опасность для всех живых организмов, поэтому улучшение качества воды является первостепенной задачей [2].

Целью работы являлось получение полиамфолитов нового состава и исследование их комплексообразующей способности с металлами переходной валентности при различных значениях pH среды.

Были получены полиамфолиты на основе полиакриловой кислоты и алифатических диаминов: этилендиамина (ЭДА), 1,3-диаминопропана (ПДА), 1,4-диаминобутана (БДА) [3]. Исследована эффективность взаимодействия синтезированных полиамфолитов с солями тяжелых металлов (Cu^{2+}, Ni^{2+}) путём определения оптической плотности.

Было определено в ходе экспериментов, что эффективность удаления Cu^{2+} полученными полиамфолитами возрастает в гомологическом ряду. Однако эффективность удаления Ni^{2+} уменьшается с увеличением углеродного радикала в цепи алифатического диамина.

Наибольшей эффективностью действия полученные полиамфолиты обладают в диапазоне значений pH=2-11.

Исходя из полученных данных, синтезированные полимеры амфотерного типа на основе полиакриловой кислоты и алифатических диаминов могут быть использованы для очистки сточных вод от тяжелых металлов.

Список литературы

1. Бектуров Е.А., Кудайбергенов С.Е., Рафиков С.Р. // Успехи химии. 1991. Т. 60. Вып. 4. С. 835-851.
1. Kudaibergenov S.E. Recent Advances in the Study of Synthetic Polyampholytes in Solutions. В кн.: Advances in polymer science. 1999. Vol. 144. P. 115-197.
3. Липин В.А., Суставова Т.А., Евдокимов А.Н., Горкина Т.Е. // Патент РФ 2714670, 2020.

ВЛИЯНИЕ ИОННОГО СОСТАВА ВОДНОГО РАСТВОРА НА ПОВЕДЕНИЕ ПОЛИАМФОЛИТОВ

***К.Э. Федорова*, Т.Е. Горкина, Т.А. Суставова, В.А. Липин**

СПбГУПТД ВШТЭ, Санкт-Петербург

Karina.fyodorova@list.ru

Полиамфолиты являются перспективными материалами в различных областях промышленности из-за своих уникальных свойств, в частности вследствие наличия противоположно заряженных групп, которые обуславливают их высокую эффективность действия в широком диапазоне значений величины pH и ионной силы раствора. Полимеры амфотерного типа могут быть использованы в качестве, например флокулянтов для очистки сточных вод [1, 2].

Целью работы являлось получение и исследование влияния ионного состава водного раствора на конформационное состояние макромолекул полиамфолитов.

Были получены полиамфолиты нового состава на основе полиакриловой кислоты и алифатических диаминов: этилендиамин (ЭДА), 1,3-диаминопропан (ПДА), 1,4-диаминобутан (БДА)[3]. Изучены основные свойства синтезированных полимеров амфотерного типа методом потенциометрического титрования. Были изучены свойства полимеров растворенных в дистиллированной воде, модельной воде, проточной воде и в 0.01Н растворе хлорида натрия.

Было установлено, что при концентрации растворов полиамфолитов 0.1% в дистиллированной воде изоэлектрическая точка (ИЭТ) присутствует только у полимера на основе ЭДА. Макромолекулы синтезированных полимеров находятся в развернутом конформационном состоянии в сильно щелочной среде. Полимер на основе ЭДА имеет наибольшую приведенную вязкость в проточной и модельной воде, а в 0.01Н растворе NaCl полиамфолит на основе ПДА проявляет «антиполиэлектролитный» эффект.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что полиамфолит на основе ЭДА обладает большей устойчивостью к ионному составу водного раствора, что может быть полезным при очистке сточных вод, поскольку вода может иметь различный ионный состав.

Список литературы

1. Ouerghemmi S., Dimassi S., Tabary N., Leclercq L., Degoutin St., Chai F., Pierlot C., Cazaux F., Ung A., Staelens J.-N., Blanchemain N., Martel B. // Carbohydrate polymers. 2018. Vol. 196. P. 8-17.
2. Горкина Т.Е., Иркова А.С., Суставова Т.А., Липин В.А. // Сб. мат-лов V Всеросс. студ. конф СПб: Издательство РГПУ им. А. И. Герцена. 25-29 марта 2019. С. 28.
3. Липин В.А., Суставова Т.А., Евдокимов А.Н., Горкина Т.Е. // Патент РФ 2714670, 2020.

РАСЧЕТ РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ КОРОТКОЦИКЛОВОЙ БЕЗНАГРЕВНОЙ АДСОРБЦИИ ПРОЦЕССА ОСУШКИ

С.П. Хохлачев, ***В.В. Самонин***

СПБГТИ(ТУ), Санкт-Петербург

Sergei.hohla4eff@yandex.ru

Большое распространение процесс короткоцикловой безнагревной адсорбции (КБА) получил за счет ряда преимуществ перед традиционным методом осушки, использующим стадию термической регенерации сорбента от паров воды. Эти преимущества выражаются в отсутствии затрат на нагревание, автоматизировании процесса КБА, более долгой непрерывной работе.

В работе оценивали принципиальную возможность проведения процесса КБА для глубокой осушки воздуха в следующих условиях: рабочее давление в системе 5 атм., исходная влажность 99%, температура 60 °С и достижения температуры точки росы –40 °С.

Для достижения необходимой абсолютной влажности воздуха предложено использовать силикагель марки КСМГ (гранулы 3 мм), так как динамическая емкость мелкопористого силикагеля меньше зависит от линейной скорости потока, чем динамическая емкость крупнопористого силикагеля. Так же КСМГ обладает развитой пористой структурой и имеет невысокую характеристическую энергию адсорбции по воде, в отличии от цеолитов, применение которых в данных условиях нецелесообразно.

Существуют разнообразные схемы реализации данного процесса. Наиболее оптимальной в данных условиях можно считать двухадсорберную схему, когда одновременно происходит процесс адсорбции и десорбции. Десорбцию планируется проводить путем сброса давления и возврата в противоточном режиме части продуктового воздуха.

К основным параметрам процесса КБА относят время полуцикла, соотношение расхода продуктового воздуха к возвратному, длину слоя, скорость потока воздуха.

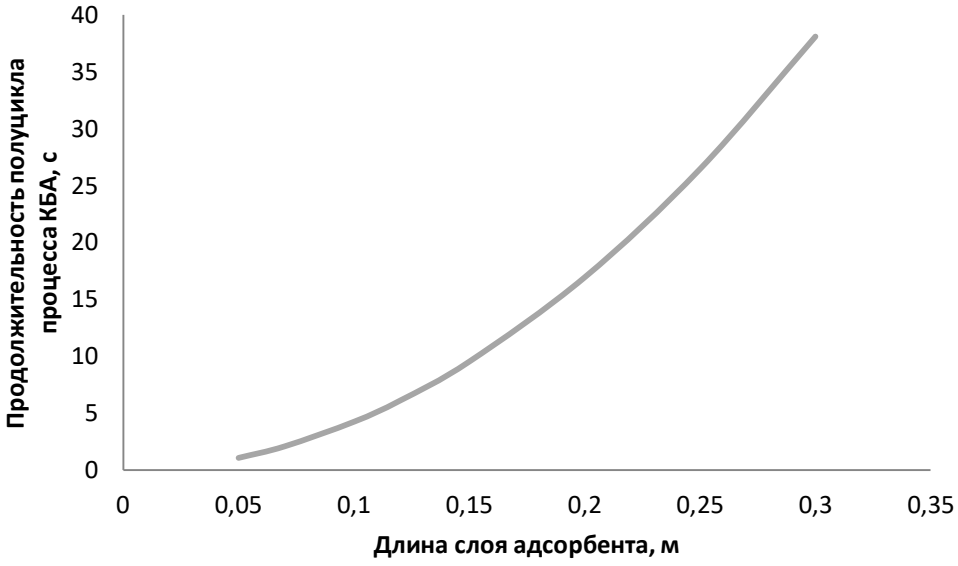
Для оценочного определения данных параметров используют подход, приведенный в [2]. Корректируют рассчитанные данные путем постановки модельных экспериментов.

Расчет параметров проводили исходя из соотношения:

$$\lg\left(\frac{C}{C_0}\right) = -A \cdot \tau_{Г} \cdot \tau_{ПЦ}^{-0,5} * d^{0,8}$$

Где С и C_0 — конечное и исходное влагосодержание; $\tau_г$ — время пребывания газа в адсорбере; d — средний диаметр гранул адсорбера; $\tau_{пц}$— время полуцикла; А — константа, которая определяется температурой, давлением при адсорбции и коэффициентом избытка обратного потока [1].

На основе результатов расчетов показано, что возможно достижение необходимого влагосодержания. Зависимость времени полуцикла от длины слоя представлено на рис. 1.



с

Рис. 1. Зависимость расчетного времени продолжительности полуцикла и длины слоя для достижения точки росы -40 °С.

Так как процесс КБА проводят во внутридиффузионной области и происходит лишь поверхностная отработка гранул материала (в процессе адсорбции участвует 10–30 % от объема всей гранулы), то чем больше длина слоя материала, тем продолжительнее может быть цикл адсорбции.

В работе также проведены предварительные расчеты влияния скорости потока воздуха, исходной концентрации, температуры на продолжительности времени полуцикла адсорбции. Показана степень влияния различных факторов процесса на режим работы КБА. Отмечена возможность варьирования данных параметров.

Список литературы

1. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. М.: Химия, 1984. 592 с.
2. Шумяцкий Ю. И. Промышленные адсорбционные процессы. М.: КолосС, 2009. 183 с.

СЕКЦИЯ 3

АНАЛИТИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОСМЕТИЧЕСКИХ АКТИВОВ НА ПОВЕРХНОСТИ КОЖИ МЕТОДАМ ИК-ФУРЬЕ СПЕКТРОМЕТРИИ

А.А. Бойцова*, *И.Н. Фадейкина, П.И. Наумова

Государственный университет «Дубна», Дубна

Boytsova.alina@bk.ru

Область изучения косметических средств и активных веществ, входящих в их состав, является на данный момент интенсивно развивающейся. Механизмы трансдермального переноса косметических активов чрезвычайно сложны [1]. Количественный анализ компонентов сложных смесей органических веществ, какими являются косметические средства, требует внимательного выбора метода анализа, пробоподготовки и способа пробоотбора.

Работа посвящена определению некоторых косметических активов на поверхности кожи методом ИК-Фурье спектрометрии. В качестве основного исследуемого вещества выбрана гиалуроновая кислота (ГК) определенной молекулярной массы. Предложен способ построения градуировочной зависимости. Проведены эксперименты по пробоотбору вещества с поверхности кожи.

Гиалуроновая кислота входит в состав многих косметических препаратов как в чистом виде, так и в форме композиций с другими веществами, ускоряющими или замедляющими проникновение (в зависимости от задачи) во внутренние слои кожи. ИК-Фурье спектрометрия позволяет определять характерные полосы поглощения колебаний определенных связей и функциональных групп, что позволяет при аккуратном выборе полосы определять по её интенсивности наличие компонентов в составе смеси и их количество [2].

В данной работе для исследования была выбрана фракция гиалуроновой кислоты (ГК) *1 000 000 Da (Hyaluronic Acid HMW),* использовались ИК спектрометр с Фурье-преобразованием *IRAffinity 1s (Shimadzu*, Япония), пресс-форма, агатовые ступки для перетирания, держатель для таблеток, кристаллический KBr (*99,99%* для ИК спектрометрии). Для количественного анализа была построена градуировочная зависимость. Получены ИК спектры с различной концентрацией ГК (1 мг, 2.5 мг, 5 мг, 10 мг, 12 мг) в таблетках KBr. Полученные спектры отличаются по интенсивности, что позволяет определить её как линейную функцию от концентрации. ИК спектры, полученные при съемке таблеток бромида калия с различным содержанием ГК, приведены на рисунке 1.

Характеристическая полоса для дальнейшего анализа выбиралась исходя из её симметричности и наличия шумов на базовой линии спектра. Характерными являются колебания С-Н связей и С=О связей карбоксильной группы. Градуировочные графики и расчётные данные указывают на линейный характер зависимости.

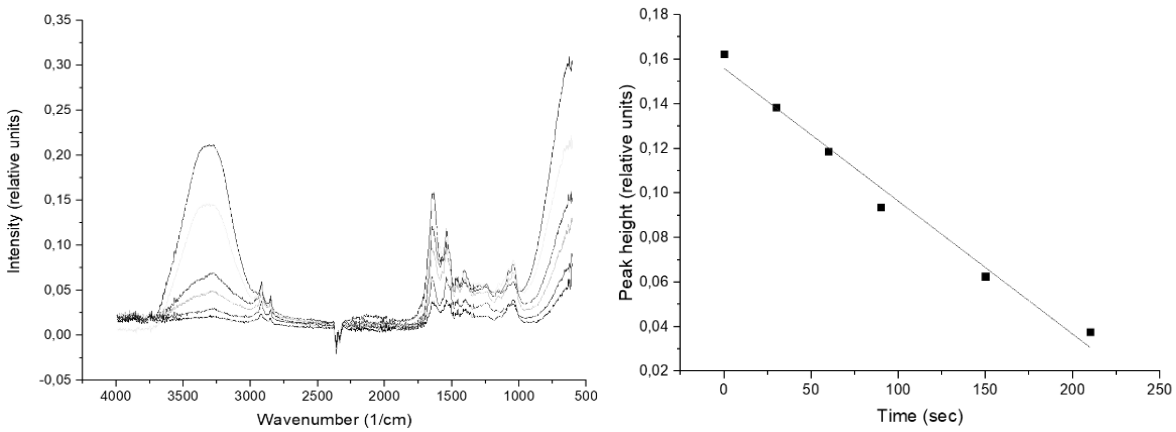


Рис. 1. ИК спектры ГК в различной концентрации и уменьшение её содержания на поверхности кожи от времени

Проведены предварительные эксперименты по пробоотбору водного раствора ГК с поверхности кожи при помощи соляных таблеток бромида калия. В качестве объекта исследования выбрана кожа рук. Проводилось предварительное обезжиривание поверхности кожи этиловым спиртом. Далее наносился раствор ГК и через определенное время проводился пробоотбор с последующей регистрацией ИК спектра. Убыль концентрации позволяет судить о скорости впитывания, а также определить основные кинетические параметры процесса [3].

Таким образом, ГК имеет различную молекулярную массу, что сильно влияет на процесс трансдермального переноса при впитывании в кожу. Пробоотбор ГК и построение градуировочной зависимости имеет свои сложности, поскольку ГК является водорастворимой, что осложняет исследование на ИК-Фурье спектрометре. Пробоподготовка в виде соляных таблеток бромида калия позволяет решить проблему построения градуировочного графика. На трансдермальный перенос ГК влияют вспомогательные вещества, входящие в состав косметических средств.

Список литературы:

1. Guy R.H. Transdermal Drug Delivery. В кн.: Handbook of Experimental Pharmacology. 2009. Vol. 197. С. 399-410.
2. Зуев Б.К., Филоненко В.Г., Нестерович Д.С., Поликарпова П.Д. // Журн. аналит. химии. 2018. Т. 73. № 10. С. 763-767.
3. Задымова Н.М. // Коллоидный журнал. 2013. Т. 75. № 5. С. 543-556.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБНАЖЕНИЙ ДЕВОНСКИХ ПЕСЧАНИКОВ БАССЕЙНА РЕКИ ЛУГИ

Д.В. Буданова, И.Ю. Тихомирова

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

budanova.dianochcka@yandex.ru

Район исследований лежит в пределах древней девонской низины. На равнинных территориях песчаные породы девона скрыты мощным осадочным чехлом, но на обрывистых берегах рек песчаники выходят на поверхность обнажениями. Лужский район расположен в бассейне реки Луги и ее притоков: Оредежа, Сабы и Ящеры. Основными коренными породами являются среднедевонские белые и красноцветные песчаники, пески и глины, толща которых достигает 150 метров. Песчаник – мелкообломочная осадочная горная порода, представляющая собой однородный или слоистый агрегат обломочных зёрен размером от 0,05 мм до 2 мм, связанных каким-либо минеральным веществом.

Целью работы явилось изучение состава и свойств обнажений девонских песчаников бассейна реки Луги. Для достижения цели были исследованы гранулометрический и минеральный состав красных и белых песчаников, объемная плотность, плотности твердой фазы почв, общая порозность.

Объектами исследования являлись 7 проб белых песчаников, с мест выхода коренных пород (обнажений) левого притока Луги – р. Ящеры в среднем и нижнем течении и 8 проб красных песчаников с мест обнажений правого притока Луги – р. Сабы, отобранных в соответствии с ГОСТ 12071-2014 в июне-августе 2019 года.

Макроэлементный состав образцов определен методом РФА (силикатный анализ). Анализы выполнялись в ресурсных центрах СПбГУ «Методы анализа состава вещества», «Рентгено-дифракционные методы анализа». Химический состав свидетельствует о сильной выветренности пород — содержание SiO_2 в некоторых образцах пород достигает 84%. Исследованные образцы содержат незначительное количество магния и кальция. Отношение CaO к MgO меньше единицы; содержание K_2O в белых песчаниках (р.Ящера) составляет 2-4%, в красных песчаниках (р. Саба) –7-12%. На основе данных силикатного анализа были рассчитаны кларки концентраций (КК).

Механический состав почвы устанавливался ситовым анализом. Определено содержание элементарных частиц почвы различных размеров, включающих обломки горных пород, частицы минералов. Результаты анализа свидетельствуют о том, что в белых и красных песчаниках доминирующей является фракция с размером частиц менее 0,25мм (67.7% и 76.3% соответственно). Содержание фракции 0.25-0.50 мм составило 17.3% у белых песчаников (р. Ящера) и 22.4% у красных песчаников (р.

Саба). По классификации Качинского Н.А. исследуемые образцы относятся к мелким пескам.

Гравиметрическим методом определялась плотность (объемная масса) абсолютно сухой почвы из рассыпного образца с нарушенным сложением (со всеми имеющимися в почве порами) в единице объема. Полученные данные свидетельствуют о плотном сложении песчаников: плотность сложения лежит в пределах от 1.4 до 1.6 г/см^3, что позволяет их отнести к минеральным рыхлым почвам. Плотность песчаника напрямую зависит от плотности твердой фазы, а, следовательно, и от минерального состава грунта.

Плотность твердой фазы почвы представляет собой интегрированное значение плотностей всех компонентов твердой фазы почвы: обломочных, глинистых, новообразованных минералов и органических соединений, т.е. также зависит от минерального состава грунта[1]. Значения плотностей твердой фазы были получены пикнометрическим методом. Плотность твердой фазы почвы – масса сухого вещества почвы в единице объема твердой фазы почвы без пор. Плотность твердой фазы белого песчаника (р. Ящера) составляет 2.5-2.6 г/см^3. По результатам силикатного анализа (РФА) белые песчаники в своем составе имеют 76-84% SiO_2, 2-3% Al_2O_3, 2-4% K_2O, 6-17% Fe_2O_3%. Породообразующими в песчанике являются алюмосиликаты (калиевый полевой шпат, плагиоклазы d = 2,6-2,7 г/см^3), каолинит – глинистый минерал, образующийся при выветривании плагиоклаза с плотностью твердой фазы d = 2.6 г/см^3. В красных песчаниках обнажений (р.Саба) плотность твердых частиц составляет 2.6-3.0 г/см^3. По данным РФА состав красных песчаников: 30-75% SiO_2, 2-5% Al_2O_3, 7-13% K_2O, 29-48% Fe_2O_3. Повышенные значения твердой фазы по сравнению с белыми песчаниками обусловлены наличием тяжелых темноцветных минералов (гематита d = 4,3 г/см^3). На основе данных плотности твердой фазы почв и объемной массы рассчитана общая порозность исследуемых образцов. Порозность почвы (пористость, скважность) – это суммарный объем пор между твердыми частицами, занятый водой и воздухом. У белых песчаников (р. Ящера) общая порозность составила 28.9%, у красных (р. Саба) – 35,8%. Полученные данные свидетельствуют о чрезмерно низкой общей пористости, характерной для уплотненных иллювиальных горизонтов. Порозность в значительной степени зависит от механического состава: чем мельче механический состав почвы, тем выше порозность. В белых песчаниках доля фракции с размером частиц менее 0.25 мм составила 67.7%, в красных – 76.3%. Песчаники трудно проницаемы для корней растений и могут только являться средой для произрастания мхов.

Список литературы

1. Грунтоведение. Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А., Голодковская Г.А., Васильчук Ю.К., Зиангиров Р.С. М.: Издательство МГУ, 2005. 1024 с.

АДСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПЕСЧАНИКОВ ЛУЖСКОГО РАЙОНА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ОТНОШЕНИЮ К ПАРАМ ВОДЫ

С.И. Галкина*, *И.Ю. Тихомирова

РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург

sofya.galkina.96@mail.ru

Благодаря огромной активности поверхности, почва постоянно выполняет важнейшую функцию сорбента поступающего в почву тонкодисперсного вещества. Основной механизм данной функции почв – адсорбция коллоидами почвы газов, жидкостей, особенно воды, молекул и ионов веществ, поступающих в почву различными путями. Сорбционная функция оказывает существенное влияние на снабжение растений элементами питания в культурных агроценозах. Водопоглотительная и водоудерживающая способность почв определяется их пористой структурой.

Целью данного исследования является изучение адсорбционных свойств песчаников Лужского района Ленинградкой области по отношению к парам воды.

Объектами исследования были 15 образцов почв, отобранных на обнажениях девонских песчаников бассейна реки Луги в июне – августе 2019 года. Обнажение на р. Ящера сложено белым песчаником с включением железо-марганцевых стяжений. Второе обнажение находится на 44 км западнее на левом берегу р. Саба (левый приток р. Луги) в 18 км выше устья и сложено красноцветными плотносцементированными песками.

Для установления элементного состава был использован метод рентгенодифракционного анализа (Дрон-7, центр коллективного пользования РГПУ им. А.И. Герцена)

Для определения адсорбции использовался эксикаторный метод как наиболее простой по аппаратурному оформлению. Этот метод широко используется при исследовании адсорбции паров воды на поверхности твердых тел, так как определенное, заданное давление паров воды легко создать в термостатируемом замкнутом сосуде (эксикаторе), поместив в него насыщенный раствор какого-либо «осушителя» с известным равновесным давлением паров растворителя. С этой целью в работе были использованы растворы серной кислоты различной концентрации, дающие насыщенные растворы для поддержания постоянной влажности при 20 °С. На каждом образце песчаника были измерены полные изотермы адсорбции паров воды.

По данным рентгенодифракционного анализа основным минералом белого песчаника является кварц, содержание других минералов незначительно. Основным минералом красного песчаника также является кварц, но добавляется каолинит и гематит (рис.1).

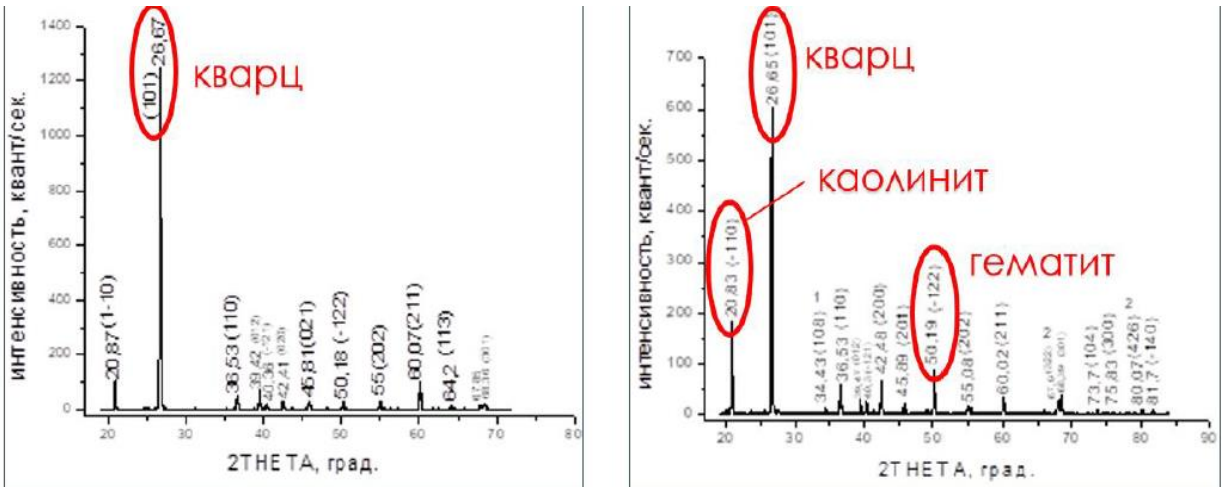


Рис.1 Дифрактограммы образцов белого и красного песчаника

Изотермы адсорбции белых песчаников р. Ящера относятся ко II типу [1]: в начальной области относительных давлений – выпуклы по отношению к оси давлений, при p/ps > 0,6 – вогнуты. Адсорбция паров воды на гидроксилированной поверхности непористого кремнезема является в основном физической адсорбцией. Изотерма полностью обратима. Емкость монослоя воды, определенная по точке В на изотерме адсорбции, позволила рассчитать величину удельной поверхности. Для образца №3 сорбционная активность по отношению к парам воды при P/P_s = 1 составила 0,85 ммоль/г, величина удельной поверхности - 1,81 $м^2$.

Красные песчаники с обнажений р. Саба, обладающие более темной окраской, характеризуются более высокими значениями сорбционной способности по отношению к парам воды (для образца №12: 0,17 ммоль/г) и величиной удельной поверхности (2,90 $м^2$). На изотермах адсорбции–десорбции IV типа наблюдается петля гистерезиса в области высоких относительных давлений до p/ps = 0,45. Адсорбционный гистерезис связан с капиллярной конденсацией в мезапорах.

Результаты адсорбционного исследования белых (обнажения р. Ящера) и красных песчаников (р. Саба) свидетельствуют о различии в характере изотерм адсорбции-десорбции на песчаниках, отличающихся по цвету. Образцы песчаников малопористые, сорбционная активность по отношению к парам воды песчаников с включениями каолинита и железа в 2 раза больше по сравнению с кварцевыми песчаниками и характеризуются наличием адсорбционного гистерезиса.

Благодаря высокому содержанию SiO_2 и пылеватотонкопесчаному механическому составу почвообразующие породы территории Лужского района обладают малой поглотительной способностью. Сильно опесчаненным пылеватым породам свойственны малая смачиваемость и малая водоудерживающая способность.

Список литературы

1. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность пористость. М: Мир, 1984. 306 с.

СОДЕРЖАНИЕ ^{90}Sr и ^{137}Cs В ПОЧВЕННЫХ КОМПОНЕНТАХ ОЗЕРА ТРАВЯНОЕ (ВУРС, ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.А. Голубева

ЮУрГГПУ, Челябинск

golubevaarina@yandex.ru

На территории Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС), образовавшегося в результате аварии на ПО «Маяк» в 1957 году, находится несколько десятков озер, подвергшихся техногенному воздействию, которые различающихся по морфометрическим параметрам, условиям формирования гидрохимического состава и удаленностью от места взрыва. Одним из таких является озеро Травяное, расположенное в дальней (периферийной) зоне ВУРСа.

Почвы являются ключевым звеном в круговороте химических элементов: при техногенном загрязнении они выполняют барьерную функцию, аккумулируя поллютанты, участвуя в регуляции биогеохимических процессов миграции и часто выступая как источник вторичного загрязнения водоема в отдаленный поставарийный период [2].

Целью данной работы является исследование загрязнения радионуклидами приозерных почв дальней зоны ВУРСа на примере озёра Травяное на современном этапе. Материалом для исследования послужили почвы элювиальной и супераквальной ландшафтной позиции водосбора озера Травяное.

Озеро Травяное расположено в северной части Каслинского района Челябинской области (Средний Урал), относится к бассейну реки Багаряк.

Определение ^{137}Cs и ^{90}Sr проводили на базе Отдела континентальной радиоэкологии Института экологии растений и животных УрО РАН (г. Заречный). Для определения удельной активности ^{137}Cs в образцах почв использовали инструментальные методы. Измерения проводили, в зависимости от предполагаемой активности, на гамма-спектрометре фирмы «CanberraPackard» (США).

В таблице 1 представлено содержание ^{90}Sr и ^{137}Cs по почвенному профилю.

Для супераквального разреза почвенного компонента оз. Травяное в целом характерно немонотонное уменьшение удельной активности ^{90}Sr, с наиболее высокими значениями на глубине 0-5 см по почвенному профилю. Далее происходит понижение удельной активности, по-видимому, это может быть связано с неглубоким залеганием грунтовых вод, подмывающих нижележащий слой почвенных горизонтов. Наибольшие значения активности ^{137}Cs зафиксированы на глубине 0-5 см. На глубине более 45 см активность имеет значения ниже предела обнаружения.

Эллювиальный разрез почвы также характеризуется немонотонным убыванием удельной активности ^{90}Sr. Пик удельной активности ^{90}Sr наблюдается на глубине 10-14 см. Наибольшие значения удельной

активности ^{137}Cs были зафиксированы на глубине разреза 5-10 см, что возможно, связано с аккумуляцией его растениями.

Таблица 1.

Анализ содержания ^{90}Sr и ^{137}Cs в пробах почвенного компонента водосборной территории озера Травяное

Супераквальная позиция			**Элювиальная позиция**		
Глубина отбора, см	**Активность ^{90}Sr, Бк/кг**	**Активность ^{137}Cs, Бк/кг**	**Глубина отбора, см**	**Активность ^{90}Sr, Бк/кг**	**Активность ^{137}Cs, Бк/кг**
0-5	342.0	29.0	0-3	297.0	30.5
5−10	134.0	13.7	3−6	451.0	59.4
10−15	85.4	6.4	6−10	238.0	43.6
15-20	119.0	3.4	10−14	733.0	27.5
20-25	93.8	1.4	14-18	483.0	14.8
25-30	48.9	2.6	18-22	228.0	9.7
30-35	31.7	2.3	22-26	186.0	2.3
35-40	37.3	4.9	26-30	20.8	2.9
40-45	25.1	6.5	30-34	31.1	3.1
45-50	н/о	н/о	34-36	21.4	1.6
			36-38	11.4	6.0
			38-42	9.0	10.8
			42-45	182.0	8.4
			45-50	4.6	3.8
			50-55	19.3	17.2
			55-70	13.6	8.0

Список литературы

1. Глазовская М.А. Общее почвоведение и география почв. М.: Высшая школа, 1981. 400 с.
2. Сутягин А.А., Левина С.Г., Дерягин В.В., Парфилова Н.С. // Микроэлементы в медицине. 2011г. Т. 12. Вып. 3-4. С. 64-66.

МОДИФИКАЦИЯ МАЛДИ МИШЕНИ МЕТАЛЛ-АФИННЫМИ СОРБЕНТАМИ В ХОДЕ ЭЛЕКТРОРАСПЫЛЕНИЯ В НОРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

***С.К. Ильюшонок*[1], *Е.П. Подольская*[2,3]**

[1]*СПбПУ, Санкт-Петербург, Российская Федерация*
[2]*ФГБУ НКЦТ им. С.Н. Голикова ФМБА России, Санкт-Петербург, Российская Федерация*
[3]*ИАП РАН, Санкт-Петербург, Российская Федерация*

ilsemen21@mail.ru

В последние годы такие специфические направления молекулярной биологии, как протеомика, и в частности, фосфопротеомика значительно продвинулись в своем развитии. Одним из основных стимулов послужило усовершенствование таких высокочувствительных методов анализа, как масс-спектрометрия с мягкими методами ионизации, к которым относятся матрично-активированная лазерная десорбция/ионизация и ионизация электрораспылением.

На сегодняшний день основным подходом, который используется для извлечения фосфорилированных белков и пептидов из сложных многокомпонентных смесей, является металл-аффинная хроматография. При этом зачастую исследуемый образец имеет фракцию с очень низким содержанием белка, из-за чего, выделение фосфопептидов наиболее распространеным колоночным методом приводит к полной потере целевых компонентов на сорбенте. Поэтому, актуальной задачей является разработка новых способов микроэкстракции, которые позволят минимизировать потери при обогащении образцов искомыми компонентами. К одним из таких методов можно отнести модификацию МАЛДИ мишени металл-аффинными материалами на основе оксидов металлов, с последующим масс-спектрометрическим анализом образца непосредствено с сорбента.

Нами предложен новый подход к модификации поверхности МАЛДИ мишени металл-аффинными сорбентами с помощью бескапельного электрораспыления при атмосферном давлении в нормальных условиях. В качестве объектов исследования в нашей работе были рассмотрены материалы на основе диоксида циркония ZrO_2 двух видов (нанопорошок Sigma-Aldrich и пористый нанодисперсный порошок).

Для нанесения порошков ZrO_2 на поверхность мишени суспензию сорбента в растворе для электрораспыления (50% водный ацетонитрил с 1% муравьиной кислотой) подавали через металлический капилляр, к которому было приложено напряжение 4,7 кВ. В качестве противоэлектрода использовали МАЛДИ мишень. В процессе распыления образовывался жикостный мениск, имевший форму конуса Тейлора. Из вершины конуса происходила полевая десорбция заряженных частиц, в результате которой на поверхности ячеек мишени были получены пятна нанопорошка ZrO_2 и пористого нанодисперсного ZrO_2. Сформированные пятна представляли собой слой частиц, устойчивый к механическому воздействию и

растворителям, которые были использованы в процессе пробоподготовки.

На полученных в ходе бескапельного электрораспыления пятнах ZrO_2 была проведена металл-аффинная хроматография смеси триптического гидролизата глобина человека и синтетических фосфорилированных пептидов. По результам МАЛДИ масс-спектрометрического анализа исходной смеси (Рис. 1А) были обнаружены только сигналы пептидов гемоглобина и двух нефосфорилированных форм синтетических пептидов (№1, 4). В свою очередь по результатам анализа образцов после металл-аффинной хроматографии на пятнах пористого нанодисперсного ZrO_2 (Рис. 1Б) и нанопорошка ZrO_2 (Рис. 1В) были детектированы интенсивные сигналы фосфорилированных пептидов (№2,3,5-7). При этом следует отметить, что сигналы фосфорилированных пептидов в случае использования пористого нанопорошка ZrO_2 имели более выскокую интенсивность по сравнению с неспецифически связывшимися пептидами глобина. По всей видимости, это связано с преимуществами пористой структуры частиц сорбента.

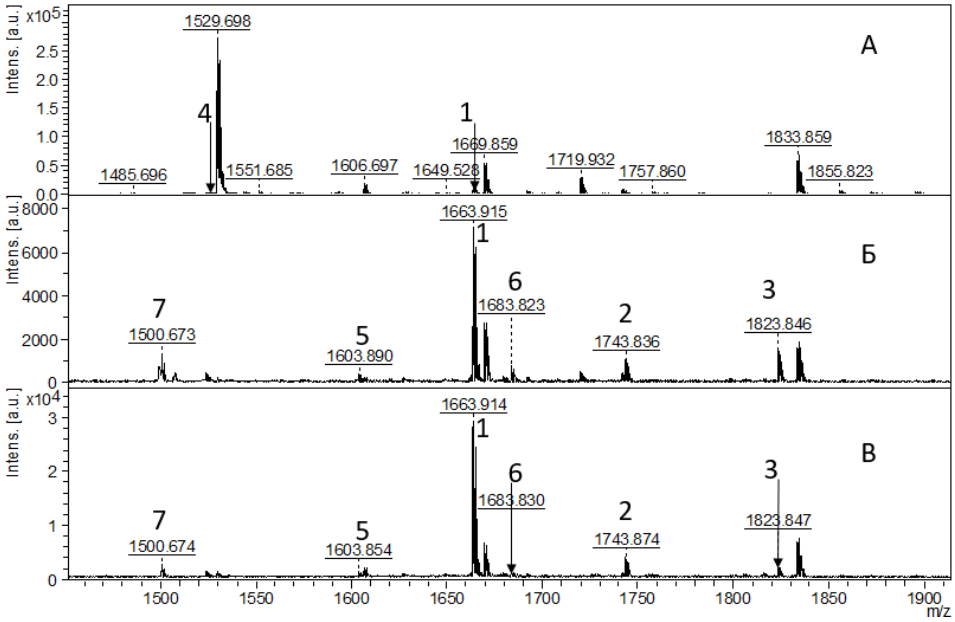


Рис. 1. Масс-спектры смеси триптического гидролизата глобина и синтетических пептидов: А - исходная смесь; Б – ZrO_2 (пористый); В – ZrO_2 (нанопорошок)

Таким образом, в результате работы показана возможность модификации МАЛДИ мишени нанопорошком диоксида циркония с использованием метода бескапельного электрораспыления. Показано, что напылённые пористые наночастицы обладают свойствами металл-аффинных сорбентов. Нанесённые на мишень пятна ZrO_2 были успешно использованы для специфичной экстракции фосфорилированных пептидов из смеси синтетических пептидов и триптического гидролизата глобина человека методом металл-аффинной хроматографии.

Авторы выражают благодарность ресурсному центру «Развитие молекулярных и клеточных технологий» Научного парка СПбГУ за возможность проведения масс-спектрометрического анализа.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ЛИОФИЛИЗАТА ИКРЫ *STRONGYLOCENTROTUS DROEBACHIENSIS*

Н.М. Кажаева [1], ***А.С. Гладчук***[2,3], ***Е.П. Подольская***[3,4]

[1]СПбГТИ(ТУ), [2]СПбГУ, [3]ФГБУ НКЦТ им. С.Н. Голикова ФМБА России, [4]ИАП РАН, Санкт-Петербург

kajaeva255@yandex.ru

Морские ежи – донные обитатели северных и бореальных морей Атлантического и Тихого океанов. Гонады морских ежей широко используются в современной медицине по причине уникального набора биологически активных веществ (БАВ). В медицинской литературе отмечаются ценные фармакологические свойства икры морских ежей, которая проявляет гиполипидемическое действие, нормализует липидный профиль крови, оказывает благоприятное действие на сердечно-сосудистую систему и функцию щитовидной железы, обладает антиоксидантным и мембранопротекторным эффектом [1]. Описано также противоопухолевое и противовоспалительное действие экстрактов из гонад морского ежа [2].

В данной работе исследован состав сублимированной икры камчатского зеленого морского ежа *S. droebachiensis* − одного из важнейших промысловых представителей данного семейства. К наиболее важным группам БАВ, входящих в состав икры *S. droebachiensis*, относят каротиноиды, жирные кислоты, фосфолипиды, микроэлементы и белки.

Изучение белкового состава лиофилизата осуществляли посредством метода матрично-активированной лазерной десорбции/ионизации – масс-спектрометрии (МАЛДИ-МС) триптических гидролизатов белков, предварительно подвергнутых электрофоретическому разделению в полиакриламидном геле. Большую часть белкового состава в икре морских ежей составляет яичный белок и вителлогенин. Кроме того, были обнаружены белки (актин, тубулин), участвующие в формировании цитоскелета эукариотических клеток. Помимо структурных белков были выявлены ферменты: глицеральдегид-3-фосфат дегидрогеназа, катализирующая одну из реакций гликолитического пути, и белок, обладающий глутатион-*s*-трансферазной активностью.

По результатам исследования методами газохроматографического анализа с масс-спектрометрическим детектированием (ГХ-МС) и МАЛДИ-МС было установлено, что в лиофилизате содержится 4.2 % жирных кислот в разных формах, в нативной сырой икре общая доля этих кислот составляет около 1%. В основном жирные кислоты присутствуют в связанной форме в виде глицеридов, в то время как доля свободных жирных кислот сравнительно невелика. Кроме жирных кислот в составе липидов было установлено наличие незначительного количества альдегидов C_{16}-C_{18} (до 0.1%) и холестерина (1%).

Для определения каротиноидов в составе сублимированной икры *S. droebachiensis* смесь предварительно разделяли при помощи метода тонкослойной хроматографии (ТСХ) с последующим анализом методом МАЛДИ-МС. Обнаруженный набор каротиноидов является достаточно типичным для гонад представителей рода *Strongylocentrotus*. Как и у большинства морских ежей, основным каротиноидом икры *S. droebachiensis*, оказался эхиненон. Следует отметить, что эхиненон встречается практически только у морских ежей, причем именно в гонадах его содержание наиболее велико.

При использовании метода атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-АЭС) в элементном составе исследуемого лиофилизата было обнаружено около 1% органического фосфора, что в значительной степени связано с присутствием фосфолипидов, отвечающих за гепатопротекторные и мембранопротекторные свойства. Анализ фосфора в липидной фракции позволил оценить общее количество фосфолипидов, составившее около 6%. Также в элементном составе гонад *S. droebachiensis* следует отметить наличие йода, входящего в состав тиреоидных гормонов, отвечающих за регуляцию функций щитовидной железы. Наравне с фосфором и йодом вклад в биологическую активность могут вносить цинк, селен, магний и другие элементы, также выявленные в составе лиофилизата.

Авторы выражают благодарность Научному парку СПбГУ за предоставленную возможность проведения масс-спектрометрических исследований.

Список литературы

1. Крыжановский С.П. // Бюллетень СО РАМН. 2013. Т. 33. № 2. С. 39-48.
2. Sheean P.D., Hodges L.D., Kalafatis N., Wright P.F.A., Wynne P.M., Whitehouse M.W., Macrides T.A. // J. Sci. Food Agric. 2007. Vol. 87. №4. P. 694-701.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДДУКТОВ БЕЛКОВ С ГАЛОГЕНСОДЕРЖАЩИМИ КСЕНОБИОТИКАМИ АЛКИЛИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ МЕТОДАМИ МЕТАЛЛ-АФФИННОЙ ХРОМАТОГРАФИИ И МАЛДИ-МС

***Я.К. Калниня*[1], *Е.П. Подольская*[2,3]**

[1]СПбПУ, [2]ФГБУ НКЦТ им. С.Н. Голикова ФМБА России, [3]ИАП РАН, Санкт-Петербург

kln.yana.k@gmail.com

В настоящее время существует множество работ, посвященных специфичному выделению аддуктов белков с фосфорганическими соединениями (ФОС) методом металл-аффинной хроматографии. Для данной цели чаще использовались сорбенты на основе таких металлов, как титан и железо, также было показано, что высокую специфичность к аддуктам белков с ФОС имеет лантан. При этом на сегодняшний день практически не исследована возможность специфичной экстракции из биологических образцов аддуктов белков с хлорсодержащими соединениями методом металл-аффинной хроматографии, в то время как алкилирующие хлорсодержащие агенты обладают тератогенными и мутагенными действиями. Токсичные вещества, относящиеся к данному классу, могут использоваться в качестве промышленных реагентов, и выделяться в окружающую среду в результате разложения промышленных и бытовых отходов, а также могут попадать в организм в результате метаболизма ряда лекарственных препаратов.

Высокая избирательная способность металл-аффинной хроматографии позволяет в процессе пробоподготовки экстрагировать определённые классы веществ, тем самым уменьшая компонентный состав исследуемых образцов, что повышает эффективность последующего анализа с применением методов масс-спектрометрии. Особенно в случае проведения экстракции на сорбенте, нанесенном непосредственно на поверхность мишени с использованием технологии Ленгмюра. Можно было ожидать, что редкоземельные металлы будут проявлять специфичную активность к атомам хлора, входящим в состав аддуктов, что позволит значительно расширить возможности метода металл-аффинной хроматографии, перенесенной из колонки непосредственно на мишень МАЛДИ.

В ходе работы на мишени МАЛДИ были сформированы сорбенты на основе стеаратов четырех металлов. Было показано, что метод наслаивания на каплю позволяет получить слоистые структуры с доступной поверхностью, содержащие ионы лантана, церия, европия (рис.1) и иттербия. Было установлено, что основным структурным звеном сорбентов является St_2Me.

Полученные сорбенты на основе редкоземельных металлов, сформированные из шести монослоев Ленгмюра на мишени МАЛДИ, проявляют специфичные свойства по экстракции аддуктов глобина с хлорсодержащими токсикантами. Методом МАЛДИ масс-спектрометрии

были определены аддукты бета-субъединицы глобина человека с 2,4-дихлор-N-хлорацетанилидом, модифицированного на 0,5%, специфично экстрагированные из 1 мкл триптического гидролизата глобина с начальной концентрацией белка 1 мг/мл (соотношение модифицированной формы к немодифицированной 1:500).

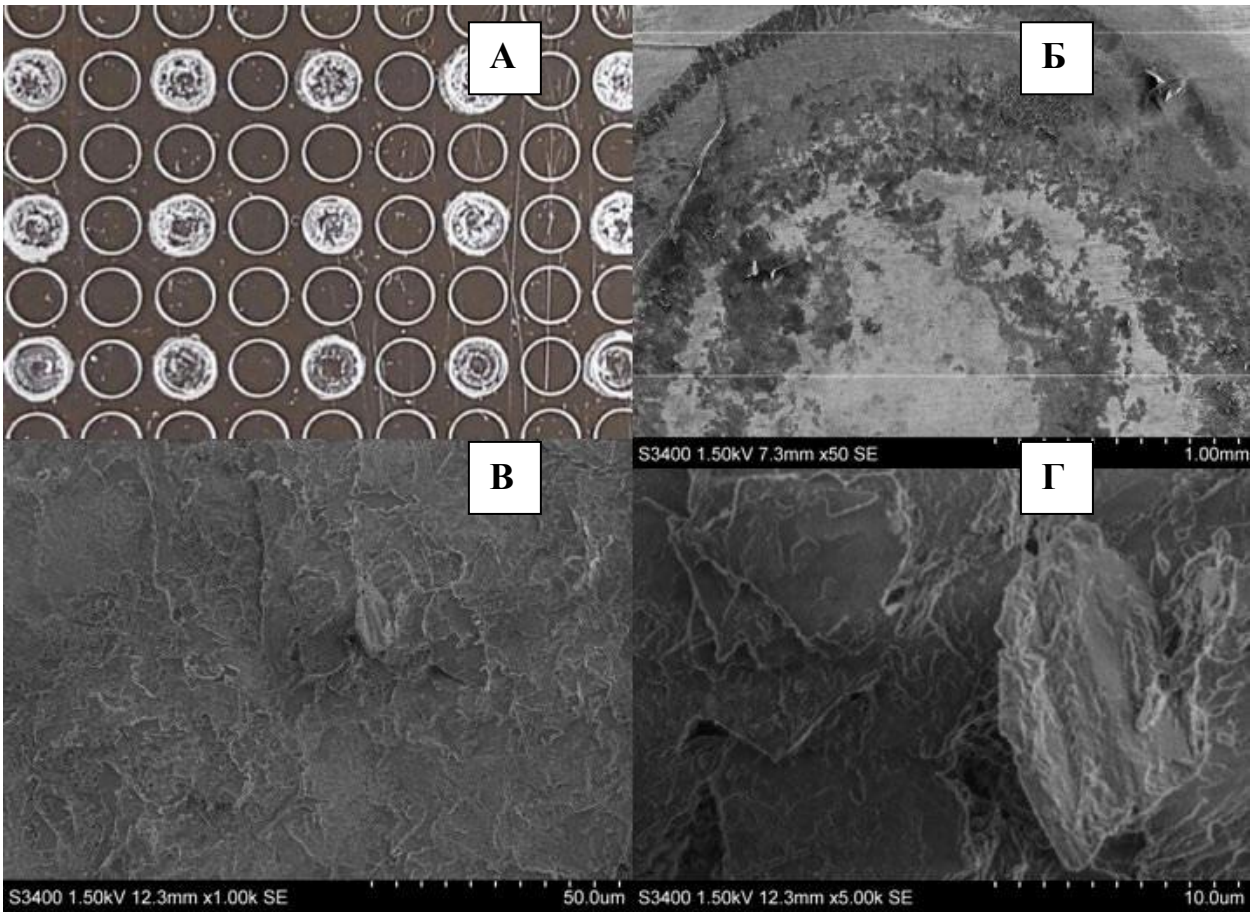


Рисунок 1 – Изображения FEu, полученные с помощью СЭМ. А – фотографии нанесенных на мишень монослоев стеарата европия, Б – увеличение в 50 раз, В – увеличение в 1000 раз, Г – увеличение в 5000 раз.

В результате работы показано, что покрытие ячеек мишени МАЛДИ стеаратами редкоземельных металлов позволяет проводить непосредственно на ячейках пробоподготовку образцов гидролизатов белков, в составе которых присутствуют галогенсодержащие аддукты, снизить компонентность образца, таким образом, повышая качество масс-спектрометрического анализа.

Авторы выражают благодарность Научному парку СПбГУ за предоставленную возможность проведения масс-спектрометрических исследований.

ВЛИЯНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА СВАЛОЧНОГО ГРУНТА НА ТЕРРИТОРИИ МУСОРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМБИНАТА МПБО-2/ЯНИНО-1 НА СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ

***Д.А. Лиховцов*, И.Ю. Тихомирова**

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

Lichovtsov80@gmail.com

В крупных мегаполисах в настоящее время возникают санитарно-экологические и эколого-геохимические проблемы вследствие накапливания больших объемов твердых бытовых отходов (ТБО). Тяжелые металлы являются неотъемлемой частью биосферы. В работах, посвященных проблемам загрязнения окружающей природной среды и экологического мониторинга, на сегодняшний день к тяжелым металлам относят более 40 элементов периодической системы Д.И. Менделеева с атомной массой свыше 40 атомных единиц: V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Sn, Hg, Pb, Bi и др. По классификации Н. Реймерса (1990), тяжелыми следует считать металлы с плотностью более 8 г/см^3. Значительная часть тяжелых металлов даже в крайне малых концентрациях токсична для всего живого (алюминий, кадмий, никель, свинец и др.) и относится к токсикантам 1, 2 и 3 класса опасности [1].

В Санкт-Петербурге государственное унитарное предприятие «Завод по механизированной переработке бытовых отходов «Завод МПБО-2» в п. Янино-1 осуществляет свою деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I-IV классов опасности по лицензии № (78) – 6029 – СТОУБ, выданной 18 июля 2018 года Департаментом Росприроднадзора по Северо-Западном федеральному округу.

Проверка полигона захоронений ТБО в Янино была проведена Госэконадзором в конце октября 2020 года по многочисленным обращениям жителей, которые жаловались на неприятный запах в окрестностях. В ходе проверки в 500 метрах от ЖК «Ясно Янино» был выявлен полигон, на котором на площади около 1.5 га осуществлялось складирование непереработанных строительных и твердых коммунальных отходов. На момент проверки общий объем составил порядка 1500 кубических метров. Отходы на территории предприятия размещались с нарушением действующего природоохранного законодательства, что создало угрозу причинения существенного вреда окружающей среде.

Целью исследования является анализ свалочного грунта в новых зонах складирования ТБО на территории мусороперерабатывающего комбината Янино-1 на содержание тяжелых металлов и изучение влияния фракционного состава свалочного грунта на их накопление.

Отбор проб осуществлялся 23 ноября 2020 года в соответствии с ГОСТ 12071-2014 [2] в 5-ти точках на территории мусороперерабатывающего завода МПБО-2 из новых зон складирования

непереработанных твёрдых бытовых отходов, на расстоянии 100 метров от зданий мусороперерабатывающего завода. Объединённые пробы свалочного грунта длительное время высушивали до воздушно-сухого состояния, удаляли крупные включения непереработанного мусора. Подготовленную объединенную пробу растирали в фарфоровой ступке. Для анализа гранулометрического состава использован фракционный метод анализа по ГОСТ 12536-2014. Ситовым методом были получены фракции в размере от 1 мм – 0.01 мм. Содержание фракций с размером более 1мм составило 97%, фракций размером менее 0.1 мм – 0.5%. Микроэлементный состав каждой фракции определен методом РФА. Анализы выполнялись в ресурсных центрах СПбГУ «Методы анализа состава вещества», «Рентгено-дифракционные методы анализа».

1. Результаты РФА исследованных образцов свалочного грунта в зонах нового складирования ТБО указывают на значительное превышение ПДК содержания тяжелых металлов 1 и 2 класса опасности [3].

Элемент	Класс опасности	Превышение ПДК
Pb	**I**	4ПДК
As		6ПДК
Cd		13ПДК
Zn		39ПДК
Co	**II**	26ПДК
Ni		3ПДК
Mo		1ПДК

Элемент	Класс опасности	Превышение ПДК
Cu	**II**	2,5ПДК
Sb		5ПДК
Cr		11ПДК
V	**III**	<ПДК
Mn		<ПДК
Sr		<ПДК

2. Выявлены следующие закономерности влияния фракционного состава свалочного грунта на накопление ТМ:

- с уменьшением диаметра частиц накопление железа и марганца в образцах увеличивается. Мелкие фракции с размером частиц (0.5-0.1мм) содержат максимальное количество железа и марганца (12994 ppm и 879 ppm соответственно).

- у фракций средних размеров (0.25-0.5мм) наблюдались максимумы концентраций цинка (919 ppm), мышьяка (11 ppm), меди (151ppm), свинца (128 ppm), хрома (69 ppm), кадмия (26 ppm), титана (1906 ppm), вольфрама (27ppm). В данных фракциях отмечено повышенное содержание фосфора и серы.

- крупная фракция с размером частиц 1мм характеризуется самым высоким содержанием кальция (156220 ppm).

Список литературы

1. Водяницкий Ю.Н. // Почвоведение. 2014. № 4. С. 420-432.
2. ГОСТ 12071-2014. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.
3. ГН 2.1.7.020-94. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах.

СОДЕРЖАНИЕ АММИАЧНОГО АЗОТА В СУПЕРАКВАЛЬНОМ И ЭЛЮВИАЛЬНОМ РАЗРЕЗАХ ПОЧВЫ ВОДОСБОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ ОЗЕРА ТЫГИШ

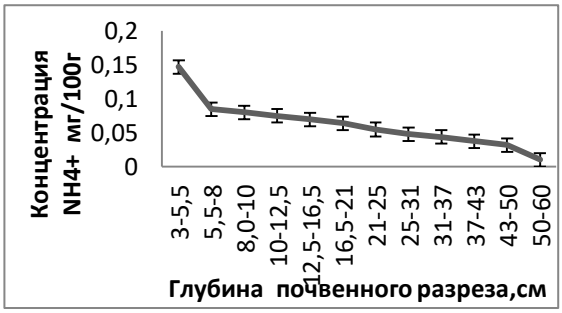
М.В. Соколова, Д.Ю. Королёва

ЮУрГГПУ, Челябинск

socolovamasha@mail.ru

В ходе работы были определены особенности накопления аммиачного азота по почвенному профилю, а также содержание NH_4^+ в элювиальном и супераквальном элементе ландшафта озера Тыгиш.

На основе полученных в ходе исследования результатов были построены графики зависимости содержания NH_4^+ от глубины почвенного профиля.



Исходя из полученных результатов, нами было отмечено, что изменение содержания NH_4^+ в пробах по горизонтам элювиального разреза происходит относительно скачкообразно вглубь почвенного профиля. Количество ионов аммония в почве, вероятно, зависит от состава почвообразующих пород и климатических условий.

Содержание NH_4^+ вглубь почвенного разреза супераквального компонента в целом уменьшается монотонно в отличие от элювиального разреза. В поверхностных слоях супераквального компонента наблюдается резкий скачок, затем происходит монотонное уменьшение содержание NH_4^+. Это связано с сочетанием промывного и выпотного режимов, а так же неглубоким положением грунтовых вод данного разреза [1].

Для определения содержания ионов NH_4^+ в почвенных вытяжках исследуемых разрезов использовалась методика «Определение аммиачного азота» с реактивом Несслера [2].

Список литературы

1. Трапезников А.В., Трапезникова В.Н. Радиоэкология пресноводных экосистем. Екатеринбург: Изд-во УрГСХА, 2006. 390 с.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 488 с.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ НОСИТЕЛИ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ВЫБРОСОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

***Р.Р. Шайлин*, А.Е. Калиновский**

КВТКУ, Казань

anatoliy48@inbox.ru

Одной из глобальных экологических проблем начала XXI века является загрязнение воздуха вредными выбросами автомобилей. Путь ее решения один – автомобиль должен стать экологически чистым. Решающее значение играют системы обезвреживания выбросов автомобильных двигателей, способные в несколько раз снизить токсичность выхлопных газов с помощью эффективных катализаторов.

Нейтрализаторы различаются по типу носителя, на который наносится непосредственно каталитический слой. Это может быть керамический блок в виде сот или блок, выполненный из металлической ленты. В качестве носителей для катализаторов используются различные материалы: оксиды алюминия, циркония, иттрия, кремния, титана и др. [1, 2], ячеисто-каркасные металлические структуры.

Самый распространенный и простой в изготовлении тип керамических катализаторов – катализаторы, выполненные в форме различных гранул. Замена гранулированных носителей сотовыми позволяет сократить массу катализатора и объем реакторов, так как их поверхность имеет значительно большее развитие в единице объема.

Основной недостаток керамического катализатора – его хрупкость. Достаточно несильного удара, чтобы каталитические соты рассыпались. Кроме того, керамический катализатор стареет, его блок понемногу разрушается. Керамическая пыль попадает в камеру сгорания и приводит к преждевременному износу стенок цилиндров.

Одним из достоинств металлических носителей является простота обработки и формирования геометрических размеров каталитического блока.

Используемые для изготовления элементарных звеньев проволочные элементы имеют неразвитую поверхность. Для развития поверхности использовали глубокое химическое травление. В качестве материалов проволочных спиралевидных элементов использовали стальную проволоку типа 12Х18Н10Т. Для химического травления использовали раствор, состоящий из HNO_3 (55% масс.), KCl и H_2O. Их соотношение в растворе варьировали, изменяя мольное соотношение компонентов. Скорость травления зависит от молярного соотношения HNO_3/KCl. Оптимальным является молярное соотношение HNO_3/KCl равное 7.6-8.0, при мольной доле воды равной 0.53-0.56. Большее количество воды снижало скорость травления. Оптимальная продолжительность травления 30-35 минут. В результате травления поверхность элементов приобретает четко выраженный рельеф, состоящий из пор различного диаметра и глубины.

Для контактного нанесения палладия использовали раствор $Pd(NO_3)_2$ с концентрацией $0.02\,{}^{г}/_{мл}$. Химическое осаждение палладия осуществляется по реакции

$$Pd^{2+} + Fe(Ni) \rightarrow Pd^{0} + Fe^{2+}(Ni^{2+})$$

Спиралевидные элементы погружали в раствор $Pd(NO_3)_2$, нагревали до 75-80°C. Затем к раствору добавляли концентрированную соляную кислоту, количество которой будет определять характеристики осажденного слоя палладия.

После нанесения палладия было выполнено обследование поверхности спиралевидных элементов. Анализ покрытия был проведен на сканирующем атомно-силовом микроскопе.

Осаждение палладия из раствора $Pd(NO_3)_2$ происходит неравномерно. При палладировании в реакции участвуют другие элементы, входящие в состав проволоки (медь и никель, в основном). Содержание меди и никеля уменьшается, а содержание палладия на проволоке увеличивается. Осаждение палладия на носитель продолжалось до полного осаждения металла из раствора. В ходе реакции происходило изменение цвета раствора от насыщенного желтого до желто-зеленого цвета. Затем из раствора извлекали пружины, промывали их дистиллированной водой и сушили при $100^{o}C$ в сушильном шкафу. Количество осажденного палладия определяли из данных о содержании палладия в исходном растворе. Полученное соединение палладия и меди не прочно связано с поверхностью проволоки и легко осыпается.

Таким образом, в результате предварительных исследований необходимо подобрать оптимальные условия осаждения палладия из раствора, а также использовать проволоку другого состава с минимальным содержанием меди и никеля.

Список литературы

1. Исмагилов З.Р., Керженцев М.А. // Химическая промышленность. 1996. № 3. С. 197-203.
2. Gelin P., Primet M. / Applied Catalysis B: Environmental. 2002. Vol. 39. N 1. P. 1-37.

СЕКЦИЯ 4

ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА ШКОЛЬНИКОВ

КАЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТАНИНОВ В БОБОВЫХ ПЛОДАХ

***М.Р. Ахмедова*, В.В.Удодова, С.В.Савичева**

МАОУ СОШ № 216, Новосибирск

svetlanka_777@list.ru

Танины – группа фенольных соединений растительного происхождения, содержащих большое количество гидроксильных групп. Танины обладают дубильными свойствами и характерным вяжущим вкусом. Дубящее действие танинов основано на их способности образовывать прочные связи с белками, полисахаридами и другими биополимерами. Дубящие вещества обладают рядом полезных свойств, которые позволяют применять танины в медицинской практике. В частности, их способности, напоминающие действие антибактериальных, противовоспалительных и кровоостанавливающих средств, не остались вне внимания врачей. Также применяют эти вещества для выведения токсинов и солей тяжелых металлов или как вяжущее средство при расстройствах желудка. Эффективны танины при лечении воспалений (особенно в полости рта) и кожных болезней (вызванных бактериями, воспалениями и инфекциями), применяются для снятия интоксикации (вызванной тяжелыми металлами). Кроме того, они улучшают свертываемость крови и укрепляют сосуды, а также способствуют лучшему усвоению витамина С.

Одной из важнейших задач современной фармацевтической химии является изыскание эффективных лекарственных средств на основе природных соединений. При этом особое значение придается изучению дикорастущих лекарственных растений и использованию их как в виде лекарственного растительного сырья, так и для получения лекарственных препаратов [1]. Вместе с тем сокращение запасов лекарственных растений приводит к необходимости расширения сырьевой базы за счет дополнительных растительных источников и комплексного их использования. С этой точки зрения несомненный интерес представляют растения с высоким содержанием дубильных веществ. Одними из них, содержащими богатейший комплекс различных биологически активных дубильных веществ, являются бобовые растения.

Целью настоящего исследования явилось качественное определение танинов из плодов бобовых растений (фасоль белая, фасоль красная, чечевица и горох). Танины, как фенольные соединения дают цветную реакцию с солями трёхвалентного железа, среди которых обычно используют $NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ или $FeCl_3$ [2].

В исследовании использовали образцы бобовых растений, которые экстрагировали этиловым спиртом (50мл), полученный экстракт фильтровали и упаривали до объема 2 мл. Полученный раствор разделили на две равные части и перенесли в пробирки, добавив в каждую по 2-3 капли 2% водного раствора $FeCl_3$.

В случае присутствия танинов появлась характерная окраска – зелёная для 1,2- или 1,3-диоксипроизводных или чёрно-синяя для 1,2,3-

триоксипроизводных (Таблица 1). Аналогичным образом исследовали образцы бобовых растений, прошедших термообработку (Таблица 2).

Таблица №1

Интенсивность окраски при добавлении $FeCl_3$ к растворам изучаемых бобовых растений

№ образца	Образцы	Наблюдаемая окраска
1	Фасоль белая	Нет изменений
2	Фасоль красная	Светло-зелёная
3	Горох	Светло-зелёная
4	Чечевица	Тёмно-синяя

Таблица №2

Интенсивность окраски при добавлении $FeCl_3$ к растворам изучаемых бобовых растений, прошедших термообработку

№ образца	Образцы	Наблюдаемая окраска
1	Фасоль белая	Нет изменений
2	Фасоль красная	Светло-зелёная
3	Горох	Светло-зелёная
4	Чечевица	Тёмно-синяя

Таким образом, в результате проведённых экспериментов оказалось, что в красной фасоли и горохе присутствуют 1,2- или 1,3-диоксипроизводные, а в чечевице – 1,2,3-триоксипроизводные. При этом, термическая обработка не приводит к их разрушению.

Список литературы

1. Блинова К.Ф. Исследование дубильных растений. В кн.: Материалы исследований лекарственных средств и сырья. Л., 1959. С. 60-72.
2. Макаров А.А. Методы поиска и изучения дикорастущих лекарственных растений. Пособие для студентов-биологов широкого профиля. Якутск, 1981. С. 46-59.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СОСТАВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ НА pH РОТОВОЙ ПОЛОСТИ

К.Н. Бидюк

ГБОУ Гимназия №526, Санкт-Петербург

nadbid.ru@mail.ru

В настоящее время существует большое число медицинских учреждений, в которые люди обращаются с целью проверки состояния своего здоровья или ознакомления с информацией о лечении той или иной болезни. Отметим, что по данным Министерства здравоохранения РФ заболевания органов пищеварения занимают 3-4 место среди всех заболеваний [1].

Известно, что первичную роль в расщеплении молекул пищевых продуктов оказывает слюна, которая содержит большое количество ферментов. При изменении содержания хотя бы одного из них создаются условия для изменения кислотности слюны и ротовой полости, в целом, что не может не повлиять на начало пищеварительного процесса[№3]. Произошедшие за последние десятилетия изменения вида употребляемых продуктов и процессов их производства способны вызвать изменения начальной стадии процессов пищеварения. В этой связи определение влияния современных продуктов питания на значение pH среды ротовой полости представляется актуальным.

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния различных продуктов питания на значение pH ротовой полости у представителей разных возрастных групп и определение времени восстановления первоначального значения pH после приёма пищи.

Эксперимент проводили в период с 12.10.2020 по 21.01.2021. Калибровку pH-метра **(марка PH-061)** проводили в течение 5 минут, а полоскание дистиллированной водой ротовой полости после приёма порции пищи – в течение 1-2 минут [2,3].

Первоначально определялось значение pH слюны ротовой полости до принятия пищи в виде раствора в дистиллированной воде, а затем – после принятия заранее подготовленной порции пищи, также в дистиллированной воде одинакового объема.

Дополнительно были определены значения pH используемых продуктов (помидора, печенья и конфет), предварительно растворенных в воде.

Оказалось, что независимо от возраста значение pH ротовой полости демонстрирует щелочную среду (pH 6.6-8.0), при этом у подростков средний показатель pH несколько выше, чем у взрослых. При этом, после употребления помидора значение pH уменьшается, но уже через 20 мин начинает повышаться и к концу первого часа стремится к исходному значению. В тоже время, к концу первого часа после употребления конфет значение pH ротовой полости оказывается даже ниже исходного, а

употребление печенья приводит к смещению значения pH в щелочную область, но к концу первого часа – возвращается к исходному значению.

В целом, результаты, полученные к настоящему моменту, свидетельствуют о том, что природа продуктов несущественно влияет на значение pH ротовой полости, которое достаточно быстро восстанавливается. Вероятно, сведения диетологии о влиянии состава пищи на организм человека на современном этапе требуют корректировки.

Безусловно, развитием настоящего исследования явится изучение pH среды ротовой полости у испытуемых, имеющих какие-либо заболевания желудочно-кишечного тракта, что, возможно, окажется полезным при ранней диагностике заболеваний. Кроме того, интересным было бы дополнительное исследование по изучению изменений pH среды ротовой полости после использования ферментативных препаратов типа «Мезим» и др.

Список литературы

1. Базарнова Ю.Г. Методы исследования сырья и готовой продукции: Учебно-методическое пособие. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. 76 с.
2. Лакиза Н.В., Неудачина Л.К. Анализ пищевых продуктов. Екатеринбург: Изд-во Урал. фед. ун-та, 2015. 188 с.
3. Александрова Э.А., Гайдукова Н.Г. Аналитическая химия в книгах. Книга 1. Химические методы анализа: Учебник и практикум. Люберцы: Юрайт, 2015. 551с

РИСУЕМ И ИЗУЧАЕМ КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

В.О. Вайсман

ЮУрГГПУ

tvoya_viktoriya@bk.ru

Тема «Основные классы неорганических соединений» закладывает основу химического образования. Ее изучение в 8 классе – залог овладения химическими знаниями. Уровень усвоения материалов этой темы на первых этапах часто является низким. Обучающимся не хватает времени на уроке для того, чтобы подробно разобраться в вопросах, вызывающих сложности, а проведение дополнительных консультаций не всегда дает положительных результатов, так как школьникам достаточно сложно перейти к знаково-символьной системе химических элементов, объединенных в формулы соединений, для отнесения их к отдельным классам. Еще большие сложности вызывает отнесение представителей определенных классов к отдельным группам внутри этого класса.

В рамках педагогической практики в школе одной из задач являлось проведение внеурочного мероприятия по химии. Так как школьники достаточно часто обращались с просьбами о консультации по заданиям темы «Основные классы неорганических соединений», решено было внеурочное мероприятие связать с данной темой, позволив ребятам познакомиться с химическими соединениями по-новому, в игровой форме. Школьникам нравятся химические опыты, особенно, если они сопровождаются появлением ярких эффектов. Кроме того, многим в этом возрасте нравится рисовать. Поэтому наше мероприятие было посвящено рисованию и классам неорганических соединений.

Перед началом мероприятия всех школьников разделили на группы по четыре человека, считая их коллективом художников, которым необходимо раскрасить свою картину. Но любой художник должен не только уметь использовать краски, но также и уметь их создавать. Поэтому первое задание – создать краски по имеющейся рецептуре.

У каждой группы на столах находится комплект реактивов, лабораторной посуды и необходимых материалов: растворы сульфата меди (II), сульфата никеля, хлорида кобальта, хлорида железа (III), сухой карбонат натрия, глицерин, фильтровальная бумага, шпатели, предметные стекла, стаканчики. Каждой группе выдана методика получения красок.

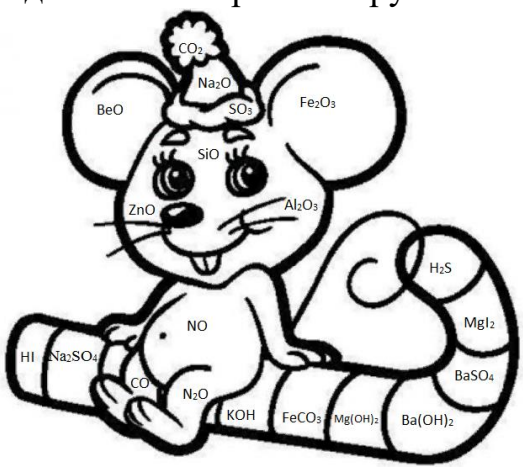
В четыре стаканчика внесили пипеткой по 8-10 капель: в первый – сульфата никеля; во второй – сульфата меди; в третий – хлорида кобальта; в четвертый – хлорида железа. В каждый стаканчик после этого вносили на кончике шпателя порошок карбоната натрия. В лоток помещали четыре кружка фильтровальной бумаги. С помощью шпателя содержимое стаканов переносили на эти фильтры и сушили. Полученные сухие осадки переносили с фильтра на отдельные предметные стекла, и с помощью пипетки наносили

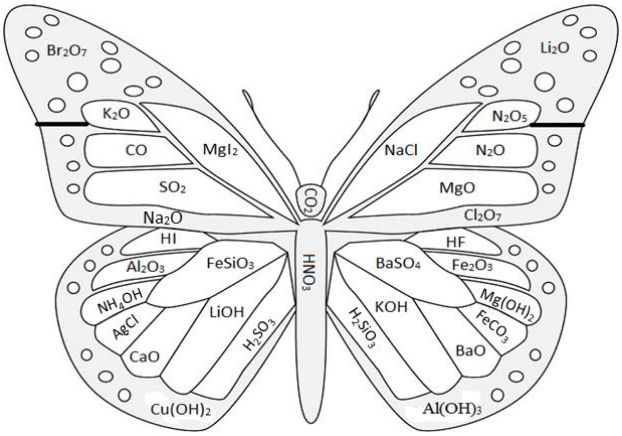
на каждую краску по 1 капле глицерина. Перемешивали полученные краски до однородного состояния.

Готовить краски по известной рецептуре просто. Куда сложнее создавать их самим. Но для этого нужно знать и понимать те процессы, которые лежат в основе их изготовления.

Получая свои краски, школьники проводили реакции с солями, поэтому для создания собственных красок им необходимо научиться определять класс соединения, с которым они будут работать. Поэтому в следующем задании они должны были рисовать и повторять классы неорганических соединений.

Каждая группа получала свой макет рисунка, на фрагментах которого записаны формулы неорганических соединений, относящиеся к представителям разных групп основных классов. Примеры рисунков:





Задача каждой группы – раскрасить представителей одной группы в одинаковый цвет: сильная кислота – красный, слабая кислота – оранжевый; щелочь – синий; слабое основание – голубой; соль – желтый; кислотный оксид – розовый, основный оксид – фиолетовый, амфотерный оксид – зеленый, несолеобразующий оксид – коричневый. В бабочке HI и HF симметричны, но это разные по силе кислоты и цвета должны быть разные!

Все участники увлеченно выполняли данное задание. Большинство групп справилось с определением группы, к которой относится вещество. Основные ошибки были связаны с определением амфотерных и несолеобразующих оксидов, так как эти группы достаточно поверхностно изучались в 8 классе. Несмотря на это, все остались довольны проведенным мероприятием и отметили, что лучше запомнили представителей основных классов неорганических соединений.

Автор выражает благодарность своему руководителю Сутягину А.А. за помощь в организации мероприятия.

Список литературы

1. Левина С.Г., Симонова М.Ж., Лисун Н.М., Сутягин А.А., Меньшиков В.В., Карпенко И.Г., Пильникова Н.Н. Цветной калейдоскоп. Тетрадь для учащихся начальных классов: методическое пособие к наборам "Юный химик", "Юный химик старт" ООО "Научные развлечения" / Челябинск, 2012. Сер. Удивляйся! Исследуй! Познавай мир! Национальная образовательная инициатива "Наша новая школа". 73 с.

ЭВОЛЮЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ

Р.А. Виногорский

ГБОУ гимназия № 526, Санкт-Петербург

rvinogorskiy@gmail.com

Ни одно производство не обходится без материалов, основным поставщиком которых, безусловно, является химическая промышленность. Такая отрасль как автомобилестроение своим развитием обязана изменениям в производстве соответствующих материалов.

В рамках настоящего исследования представлялось интересным изучить эволюцию химических материалов, применяемых для изготовления различных деталей автомобилей.

В результате анализа литературных источников оказалось, что в автомобилестроении изменениям подвергались, в основном, материалы кузовов. Это связано с необходимостью снижения массы автомобиля для уменьшения расхода топлива и количества вредных выбросов в атмосферу.

Первые автомобили отличались от конных экипажей лишь наличием двигателя внутреннего сгорания, а их кузова всё также изготавливали из древесины. Вскоре, древесину практически полностью заменила сталь, хотя многие производители продолжали комплектовать машины деревянными дверьми и боковинами кузова вплоть до 60-х годов XX века.

С 1953 года после появления Chevrolet Corvette многие спортивные автомобили обзавелись стеклопластиковыми кузовными панелями. Стеклопластик изготавливается из стеклянного волокна и связующих веществ – полимеров [1]. Этот легкий материал, а для придания прочности несущие конструкции кузова продолжали изготавливать из стали.

В 90-ые годы XX века в автомобилестроении появился легкий и прочный литой алюминий. В 1991 году на рынок выведена Acura NSX с полностью алюминиевым несущим кузовом. При этом, алюминий стал использоваться даже для изготовления блоков двигателей вместо стали.

В последние десятилетия для изготовления спортивных и гоночных автомобилей начали применять углепластик. Этот композитный многослойный материал представляет собой переплетенные нити углеродного волокна в матрице из полимерных (например, эпоксидных) смол [2]. Он легок и прочен, но пока ещё очень дорог.

Таким образом, основным материалом в автомобилестроении остаётся сталь (сплав 0.02% C, 17.5% Cr, 7% Ni и 0.15% N). Но всё больше деталей изготавливается из алюминия, различных композитов и пластмасс.

Список литературы

1. Преображенский А.И. // Главный механик. 2010. № 5. С. 27-36.
2. Авто Релиз.ру // Углепластик в автомобилестроении – плюсы и минусы.

Mekonnen Asmare Fentahun, Prof. Dr. Mahmut Ahsen Savaş // Materials Used in Automotive Manufacturing and Material Selection Using Ashby Charts

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА СЕЛЬСКИХ И ГОРОДСКИХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В РАЗВИТИИ МОТИВАЦИИ ШКОЛЬНИКОВ К ПРЕДМЕТУ ХИМИЯ

***Т.Е. Галдина*, Л.Ф. Кожина**

ФГБОУ ВО СГУ им. Н.Г. Чернышевского, Саратов

t-galdina@mail.ru

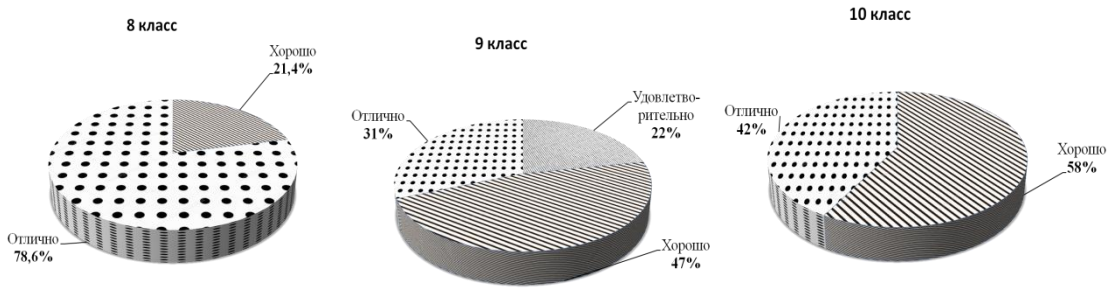
В настоящее время возникает проблема понижения мотивации к изучению предмета химии. Одной из причин этого является изменение за последнее десятилетие структуры школьного химического образования: происходит увеличение объема учебного материала при малом количестве учебных часов, что недостаточно для изучения данного предмета [1]. Использование информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в учебном процессе позволяет повысить темп урока, усилить образовательный процесс, активизировать познавательную деятельность, создать индивидуальные условия на каждом уроке, эффективно организовать групповую и самостоятельную работу, совершенствовать практические умения и навыки обучающихся, а так же сделать урок более занимательным и интересным [2, 3].

Общество XXI века – информационное общество, в котором преподаватель имеет возможность использовать многие технические средства обучения. Однако использование технических средств обучения на уроках химии не является распространенным в сельских школах из-за нехватки современного оборудования, что сказывается на спаде интереса обучающихся к предмету. Например, кабинет химии, в котором проходили уроки во время педагогической практики на базе МОУ «Романовская СОШ» (Саратовская область), не оснащен необходимым техническим оборудованием, и это является одной из причин низкого интереса обучающихся к предмету. По результатам анкетирования выявлено, что среди школьников 9-х и 10-х классов доля учащихся с низким уровнем мотивации достигает 70%. Химия – наука экспериментальная и ее изучение сложно представить без лабораторных и практических работ, которые оказывают существенное влияние на развитие мотивации. К сожалению, оснащение химического кабинета, недостаток химических реактивов не позволяют проводить программные лабораторные и практические работы, а тем более показывать эксперименты, требующие более сложного оборудования. В этом случае необходим персональный компьютер, который позволяет демонстрировать эксперименты с дорогостоящими, редкими и токсичными веществами. Это, безусловно, позволяет расширить и углубить знания учащихся.

Мотивация учащихся исследовалась в ГБОУ СОШ № 619 Калининского района города Санкт-Петербурга, где проходила вторая педагогическая практика в 2020 году. Различие в оснащенности сельской и городской школы велика. Возможность применять информационные технологии для моделирования химических процессов, быстрого и эффективного контроля

знаний учащихся, разнообразных интерактивных игр, сказывается на уровне мотивации школьников к предмету.

Результаты определения успеваемости обучающихся в ГБОУ СОШ № 619 Калининского района города Санкт-Петербурга представлены на круговой диаграмме (Рис. 1).



а) б) в)

Рис. 1. Круговые диаграммы исследования успеваемости учащихся.

Как показывает диагностика успеваемости и качества обучения, мотивация учащихся в городских школах к предмету химии находится на более высоком уровне, по сравнению с результатами деятельности учеников в сельских школах. Это позволяет говорить о том, что материально-техническая база образовательного учреждения значительно влияет на мотивацию, доступность изучаемых знаний и качество обучения за счет индивидуализации и наглядности.

Изучение предмета химии требует развитого образного мышления, умений сравнивать, анализировать, сопоставлять, делать выводы. Чтобы понять сущность химических процессов, явлений необходимо наглядно-образное мышление, которое развито далеко не у всех учащихся. В этом случае будет уместно применение одного из распространенных средств ИКТ – персонального компьютера, в качестве необходимого дополнения на уроке. С его помощью значительно расширяются возможности обучения, так как содержание учебного материала становится более наглядным, понятным и занимательным, что способствует развитию мотивации учащихся к предмету химии.

Список литературы

1. Соловьева Е.М., Смирнова К.//Сб. научн. статей Всеросс. научно-практ. конф. «Личность в современном мире». 2014. Екатеринбург: Изд-во: Уральский гос. пед. ун-т. С. 268-273.
2. Митченкова Ю.В. // Вопросы педагогики. 2020. № 7-1. С. 116-118.
3. Галдина Т.Е., Кожина Л.Ф. // Сб. трудов конф. «Интеграция и дифференциация науки и практики в контексте приоритетных парадигм развития цивилизации». 23-24 октября 2020. СПб: Из-во СПбГУ. С. 93-96.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ХИМИИ ДЛЯ УЧЕНИКОВ 10 КЛАССА: «ОСНОВЫ ХИМИИ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ»

А.А. Диколенко, ***Т.П. Ефимова***

РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург

anastasiadikolenko@gmail.com

Установленные ФГОС СОО новые требования к результатам обучающихся вызывают необходимость в изменении содержания обучения на основе принципов метапредметности как условия достижения высокого качества образования. Внеурочная деятельность играет большую роль в формировании метапредметных связей и как следствие в формировании универсальных учебных действий ученика. Однако в настоящее время недостаточно представлены программы внеурочной деятельности школьников по химии, отвечающие требованиям ФГОС СОО нового поколения [1], поэтому разработка подобных курсов является вполне актуальной задачей.

Нами разработана программы курса внеурочной деятельности «Основы химии высокомолекулярных соединений» для учеников 10-го класса, которая рассчитана на 34 учебных часа. Срок реализации программы 1 учебный год. Направление – общеинтеллектуальное.

Программа курса состоит из 9-ти учебных блоков и направлена на прикладное использование высокомолекулярных соединений в жизни человека. В ходе изучения курса обучающиеся получают полное представление об использовании ВМС в таких областях как: авиастроение, машино- и приборостроение, косметика, медицина, одежда, живые организмы, упаковка, строительство и быт человека, а также знакомятся с таким разделом как интеллектуальные полимеры. Программа курса построена на принципе решения компетентностных, ситуационных и контекстных заданий. Химическое содержание и форма реализации курса отличается от традиционной урочной деятельности, предполагается проведение экскурсий, дискуссий, конференций, выполнение лабораторных работ, создание мультимедийных презентаций. Данный курс дополняет полученные знания на уроке о ВМС и формирует целостное восприятие картины мира. Реализация курса способствует развитию заинтересованности среди учеников к науке химия, так как полностью демонстрирует связь химия – жизнь, а также способствует достижению метапредметных образовательных результатов.

Список литературы

1. Исаев Д.С. Внеурочная деятельность школьников по химии: теоретический и прикладной аспекты: практическое пособие для учителей химии общеобразовательных учреждений. Тверь: ООО "СФК-офис", 2018. 180 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ГАЗОВОЙ ПОСТОЯННОЙ ХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

***В.В. Дорничев*, А.Г. Григорьев**

ГБОУ школа № 197, Санкт-Петербург

a_grigorjew@mail.ru

Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона–Менделеева) связывает параметры состояния газа (температуру, давление, объём) и записывается следующим образом:

$$pV = \nu RT,$$

где p – давление, Па; V – объём, м^3; ν – количество вещества, моль; T – абсолютная температура, К; R – универсальная газовая постоянная, R = 8.314 Дж · моль$^{-1}$ · К$^{-1}$. При не очень низких температурах и не очень больших давлениях оно даёт вполне удовлетворительные результаты для реальных газов, поэтому широко используется для вычисления объёма газа при произвольных температуре и давлении.

В литературе [1] описано определение универсальной газовой постоянной R методом откачки, сущность которого состоит в измерении массы воздуха, заключённого в определённом объёме сосуда, и последующем вычислении количества вещества по известной средней молярной массе воздуха. Целью же настоящей работы является определение R посредством установления (при постоянных температуре и давлении) молярной концентрации газа химическим методом.

В качестве газа, параметры которого измеряются, удобно использовать хлороводород HCl, так как его легко получить в условиях школьной лаборатории, он очень хорошо растворяется в воде, а концентрация получившейся соляной кислоты может быть точно определена методом кислотно-основного титрования.

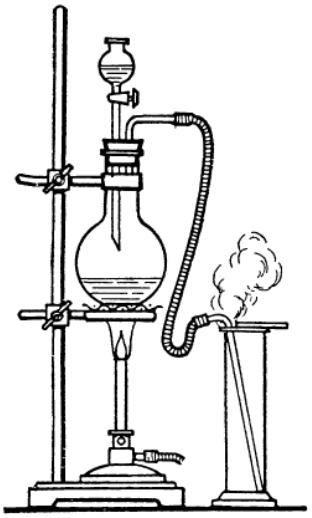


Рис. 1

Эксперимент включает в себя три этапа. На первом этапе осуществляют получение газообразного хлороводорода по методике [2] из кристаллического хлорида натрия и концентрированной серной кислоты при нагревании:

$$NaCl(тв.) + H_2SO_4(конц.) \xrightarrow{t} NaHSO_4 + HCl\uparrow.$$

Выделяющийся газ собирают вытеснением воздуха в сосуд, расположенный дном вниз (рис. 1), так как хлороводород тяжелее воздуха. Полноту заполнения сосуда хлороводородом контролируют с помощью влажной универсальной индикаторной бумажки.

На втором этапе растворяют хлороводород в воде (опыт «Химический фонтан»). Для этого колбу с газом закрывают пробкой со вставленной в неё стеклянной трубкой, на которую надета резиновая трубка. Конец резиновой трубки опускают в большой стакан под воду. Как только в колбу попадут

первые капли воды, в колбе образуется разреженное пространство, вода с силой врывается в сосуд и бьёт из конца трубки фонтаном [2].

Третий этап эксперимента состоит в установлении концентрации полученной соляной кислоты методом кислотно-основного титрования. Для этого аликвоту анализируемого раствора титруют рабочим раствором гидроксида натрия в присутствии фенолфталеина до появления устойчивой малиновой окраски по методике [3]. При этом протекает реакция нейтрализации:

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O.$$

Молярную концентрацию соляной кислоты вычисляют по следующей формуле:

$$c(HCl) = \frac{c(NaOH) \cdot V_{\text{р-ра}}(NaOH)}{V_{\text{р-ра}}(HCl)},$$

где *c(HCl)* – концентрация соляной кислоты, моль/л; *c(NaOH)* – концентрация гидроксида натрия, моль/л; $V_{р\text{-}ра}(HCl)$ – объём аликвоты соляной кислоты, мл; $V_{р\text{-}ра}(NaOH)$ – среднее арифметическое из объёма раствора гидроксида натрия, затраченного на титрование, мл.

Полученное в результате эксперимента значение концентрации соляной кислоты, а также показания комнатного термометра и барометра используют для вычисления универсальной газовой постоянной по формуле:

$$R = \frac{p}{c(HCl) \cdot T \cdot 1000}.$$

При этом учитывают, что при растворении газа в воде раствор занял весь объём, который ранее приходился на хлороводород.

Данные эксперимента представлены в таблице 1. Аликвоту соляной кислоты объёмом 10 мл титруют 0,04813 М раствором гидроксида натрия.

Таблица 1

***T*, К**	***p*, Па**	$V_{р\text{-}ра}$ **(*NaOH*), мл**
295±0.5	101700±50	8.8±0.05

Экспериментально найденное значение универсальной газовой постоянной равно 8.14±0.06 Дж · моль$^{-1}$ · К$^{-1}$ и отличается от табличного значения на 2%. Различие значений может быть обусловлено погрешностью приборов, неточностью в определении концентрации раствора, а также тем, что хлороводород не является идеальным газом.

Таким образом, универсальная газовая постоянная может быть определена химическим методом, причём полученное значение довольно близко к истинному.

Список литературы

1. Лабораторный практикум по физике / Под ред. А.С. Ахматова. М.: Высшая школа, 1980. 360 с.
2. Верховский В.Н. Техника и методика химического эксперимента в школе.Т. 2. М.: Учпедгиз, 1960. 591 с.
3. Цитович И.К. Курс аналитической химии. – М.: Высшая школа, 1977. 463 с.

МОТИВАЦИЯ, УСПЕВАЕМОСТЬ И КАЧЕСТВО ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ

***Н.А.Ищенко*, Л.Ф.Кожина**

СГУ им. Н.Г. Чернышевского, Саратов

nami_no_kito@bk.ru

Продолжено проведение педагогического исследования по развитию мотивации учащихся в период педагогической практики в общеобразовательной школе г. Калининска Саратовской области. В эксперименте приняли участие учащиеся 9 классов, которые в прошлом учебном году были респондентами анкетирования по методике Дубовицкой Т.Д. [1]. Прошлый учебный год имел свои особенности – наличие дистанционного формата обучения в связи с пандемией коронавируса.

Анализ ответов респондентов показал, что по сравнению с предыдущим годом выросла доля учащихся с преобладанием внешней мотивации при уменьшении внутренней мотивации. В итоге – доля учащихся с внутренней мотивацией оказалась всего на 10% больше. Анализируя уровень развития внутренней мотивации, установлено уменьшение, как высокого, так и низкого уровня мотивации учащихся с одновременным увеличением среднего уровня мотивации до 72%.

Отмечено увеличение доли учащихся, для которых изучение химии характеризуется наличием трудностей при обучении. Вероятно, этот процесс обусловлен увеличением объема и сложности изучаемого материала, а также проявлением негативных последствий дистанционного формата обучения (технические проблемы, связанные со скоростью работы интернет-ресурсов; отсутствие техники; низкий уровень контакта и стресс для участников образовательного процесса).

Из общего числа респондентов лишь 33% считают ценными для себя знания, которые они получают на уроках химии; это значительно меньше доли учащихся давших аналогичный ответ при обучении в 8 классе. Этот факт подтверждает, что обучающиеся не понимают места химии среди других наук, а также в своей будущей практической деятельности. При определении своего отношения к предмету, основная часть учащихся высказалась о негативном отношении к занятиям по химии (приблизительно 65%), при незначительном увеличении доли учащихся, у которых химия не вызывает негатива по сравнению с прошлым годом. Вероятно, это обусловлено выбором химии в качестве дисциплины по выбору в формате ОГЭ лишь малой частью учащихся. А также указывает на тот факт, что учащимся не хватает информации, получаемой на уроках химии, для подготовки к предстоящим испытаниям.

Наблюдается незначительное увеличение доли учащихся, проявляющих пассивность по отношению к занятиям по химии, поскольку больше времени уделяют основным предметам (математике и русскому языку), испытания по которым являются обязательными.

Проведена диагностика успеваемости и качества обучения по результатам контрольных работ за 1 и 2 четверти 2020-2021 учебного года.

Таблица 1

Результаты диагностики успеваемости и качества обучения учащихся 9-х классов

Отметка				Успеваемость, %	Качество, %	Средний балл	Четверть	Класс
«5»	«4»	«3»	«2»					
3	7	8	2	94.7	52.6	3.6	1	9-1
1	6	4	1	91.7	58.3	3.6	2	
1	9	9	-	100.0	52.6	3.6	1	9-2
3	5	8	2	88.9	44.4	3.5	2	

Таблица 2

Показатели успеваемости учащихся

Отметка	«5»		«4»		«3»		«2»	
Четверть	1	2	1	2	1	2	1	2
Доля учащихся от общего кол-ва (9-1 класс)	3	1	4	6	8	4	1	1
Доля учащихся от общего кол-ва (9-2 класс)	1	3	9	5	9	8	0	2

По сравнению с прошлым годом [2] возрастает успеваемость, качество обучения и величина среднего балла, однако они же снижаются от первой четверти ко второй. В целом вышеперечисленные величины, характеризующие деятельность учащихся при изучении химии, имеют тенденцию к уменьшению. Этот факт косвенно подтверждает снижение познавательного интереса учащихся по мере изучения химии, вызванного низким уровнем формирования знаний, умений и навыков в прошлом учебном году, которые являются основой процесса обучения химии в 9 классе.

Список литературы

1. Дубовицкая Т.Д. // Психологическая наука и образование. 2002. Т. 7. № 2. С. 42-46.
2. Ищенко Н.А., Кожина Л.Ф., Косырева И.В. // Межвуз. сб. науч. трудов XIV Всеросс. конф., молодых ученых с междунар. Уч. «Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии», Саратов: Изд-во «Саратовский источник». 2020. С. 244-246.

ИНГИБИРОВАНИЕ КОРРОЗИИ С ПОМОЩЬЮ ПРИРОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ

А.А. Кабаков, М.А. Шапкова, А.М. Вахрушева

ГБОУ гимназия 271 Красносельского района Санкт-Петербурга им. П.И. Федулова

a.kabakov@gym.271.spb.ru

Коррозия (от лат. *corrosio* – разъедание) – это разрушение твердых тел, вызванное химическими и электрохимическими процессами, происходящими на поверхности твердого тела при его взаимодействии с внешней средой. Наибольший ущерб наносит коррозия металлов. Наиболее распространенная и известная коррозия – ржавление железа. В этой связи, коррозию можно рассматривать как физико-химическое взаимодействие металла с окружающей средой, ведущее к его разрушению [1].

Очевидно, что коррозия наносит непоправимый вред на различные области нашей жизни: на экологию, на машиностроение и т.д.

Основным фактором, влияющим на процесс протекания коррозии, является характер электропроводящей среды. Так, очевидно, что в кислой среде коррозия протекает значительно эффективнее, чем в нейтральной или в щелочной среде.

Существует большое количество классических способов защиты от коррозии: легирование металлов, электрохимическая защита, обработка коррозионной среды, нанесение неметаллических и металлических покрытий [2]. Но в последнее время всё чаще мы слышим об экологических проблемах, поэтому в рамках нашей работы мы изучили возможность ингибирования коррозии с помощью природных экстрактов.

Для анализа были выбраны экстракты тысячелистника, крапивы и чистотела. Для сравнения аналогичный эксперимент проводили для систем, не содержащих природные экстракты. Оценку процесса протекания коррозии оценивали весовым методом – взвешивая анализируемый образец – железный гвоздь, а также путём качественного анализа по наличию Fe^{3+} в анализируемом растворе. В таблице 1 приведены значения изменения массы образца после извлечения его из анализируемого раствора.

Таблица 1

Изменение массы образца в результате протекания процесса коррозии

	H_2O	экстракт тысячелистника	экстракт крапивы	экстракт чистотела
H_2O	-0.01 г	-0.01 г	+0.01 г	+0.01 г
HCl	-0.05 г	-0.03 г	-0.06 г	-0.02 г
NaOH	0 г	0 г	0 г	+0.02 г
NaCl	+0.01 г	+0.01 г	+0.02 г	0 г

Анализ результатов показывает то, что в растворе соляной кислоты наблюдается уменьшение массы, причём в растворе, содержащем экстракт чистотела это изменение наименьшее, что указывает на возможное ингибирующее влияние этого экстракта на процесс коррозии. Напротив,

нельзя не отметить факт наибольшей потери массы в случае раствора с экстрактом крапивы. Это указывает, вероятно, на катализирующее действие этого экстракта на процесс коррозии.

Вместе с тем, увеличение массы образца, наблюдаемое в ряде случаев, вероятно, свидетельстует о налипании на его поверхности нерастворимых продуктов взаимодействия железа с водными растворами – то есть гидратированных оксидов.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что природные экстракты играют неоднозначную роль в ингибировании коррозии.

Список литературы

1. Клинов И.Я Коррозия химической аппаратуры и коррозионностойкие материалы. М.: «Машиностроение», 1967. 468 с.
2. Розенфельд И.Л Коррозия и защита металлов. М.: Металлургия, 1969. 448 с.

КАЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЛАВОНОИДОВ ИЗ ЦИТРУСОВЫХ РАСТЕНИЙ

***А.В.Колпакова*, А.У. Алишева, С.В.Савичева**

МАОУ СОШ № 216, Новосибирск

svetlanka_777@list.ru

В последнее время во всем мире возрос интерес к изучению химического состава и свойств растений, традиционно используемых народной медициной, что в значительной степени связано с проявлением побочного действия антибиотиков и устойчивости к ним микроорганизмов [1]. Большая часть биологически активных компонентов растений относятся к группе флавоноидов [2]. Представлялось интересным узнать, что такое флавоноиды и в каких растениях их больше всего содержится. Выявление содержания флавоноидов в определенных продуктах питания и лекарственных растениях позволит грамотно использовать их для укрепления здоровья и в профилактических целях.

Актуальность данной работы заключается в популяризации знаний о флавоноидах как о биологически активных веществах, являющихся доступными для улучшения и укрепления здоровья каждого человека. Для их обнаружения используются различные реакции, из которых нами использованы в качестве основных две, не требующие сложного оборудования и опасных (едких или токсичных) реагентов – это цианидиновая проба (проба Шинода [Chinoda]) и образование осадка с борной кислотой [3].

В начале исследования подготовили образцы цитрусовых (цедра, альбедо, мякоть и косточки), высушили, провели экстракцию сухого сырья этиловым спиртом (50 мл). Спиртовой экстракт отфильтровали и упарили до объема 2 мл. Полученный раствор разделили на две равные части и перенесли в пробирки. В каждую пробирку прибавили по 3 капли концентрированной соляной кислоты и 30 гр цинковой пыли, после чего содержимое пробирок нагрели на водяной бане до кипения и оставили на 5-10 минут. При наличии в сырье флавоноидов раствор в пробирке с цинковой пылью приобретает красное или оранжево-красное окрашивание, отчетливо заметное при сравнении с раствором в пробирке, куда цинковая пыль не добавлялась. Интенсивность окраски, что является ориентировочным показателем количественного содержания флавоноидов, отмечается условно в трехбалльной шкале.

Реакцию дают флавоны, флавонолы и флаваноны, то есть флавоноиды, имеющие 4-оксопирановый (γ-пироновый) цикл. Суть реакции в восстановлении карбонильной группы до метиленовой и образовании окрашенной пирилиевой соли. Результаты исследования занесли в таблицу 1.

Таблица 1.

Качественное содержание флавоноидов в цитрусовых

Вид цитрусовых	**Часть исследуемого образца**	**Интенсивность окраски (цианидиновая проба)**
лимон	мякоть	+++
	альбедо	+
	цедра	+++
	косточки	-
мандарин	мякоть	+++
	альбедо	+
	цедра	+
	косточки	-
апельсин	мякоть	+++
	альбедо	+
	цедра	+
	косточки	-
грейпфрут	мякоть	++
	альбедо	-
	цедра	++
	косточки	-

Из проведённого эксперимента можно сделать вывод, что флавоноиды в большем количестве содержатся в мякоти и цедре исследуемых цитрусовых фруктах и полностью отсутствуют в косточках. Широкое присутствие флавоноидов в продуктах питания позволяет практически постоянно поддерживать их необходимый уровень в организме. Для пополнения запасов организма флавоноидами необходимо чаще включать в свой рацион такие продукты, как плоды лимона, мандарина, апельсина и грейпфрута.

Антиоксидантным действием отличаются флавоноиды, находящиеся в красных и оранжевых фруктах – к ним относятся мандарины и апельсины. На свету флавоноиды разрушаются в кислородной среде. Поэтому все лекарственные настои и чай полезны только в свежеприготовленном виде.

Список литературы

1. Коноплева, М.М. Фармокогнозия: природные биологически активные вещества. Минск: Энциклопедыкс, 2004. 154 с.
2. Головкин Б.Н. и др. Кверцетин (кверцитин) // Биологически активные вещества растительного происхождения: справочник / Отв. ред. В.Ф. Семихов.М.: Наука, 2001. Т. I. С. 251-276.
3. Макаров А.А. Методы поиска и изучения дикорастущих лекарственных растений. пособие для студентов-биологов широкого профиля. Якутск, 1981. С. 46-59.

ВИТАМИНЫ ГРУППЫ В. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОМПЛЕКСНЫХ ВИТАМИННЫХ ПРЕПАРАТОВ

М.Д. Овсюк, Т.Г. Назина

ГБОУ Гимназия № 526 Московского района Санкт-Петербурга

masha_ovsyuk@mail.ru

Известно, что витамины группы В поддерживают рост и размножение клеток, здоровье кожи и мышц благотворно влияют на клеточный метаболизм, способствуют правильному обмену веществ, укрепляют иммунную и нервную системы, снимают напряжение, улучшают настроение, помогают более быстрому заживлению ран.

В настоящее время аптечная сеть предоставляет широкий выбор витаминных комплексов с содержанием витаминов группы В [1]. Однако на деле оказывается, что ряд веществ, содержащихся в таких комплексах дезактивирует действие витаминов В, что является следствием химического состава витаминов.

В этой связи, представлялось интересным изучение литературных данных о составе существующих витаминных комплексов, а также об их составляющих, которые нейтрализуют действие витаминов группы В.

В результате проведенного анализа литературы [2] оказалось, что:

1. B_1 совместим с B_5 и несовместим с B_2, B_3, B_6, B_{12}, C, Mg, Ca.
2. B_2 совместим с B_3, B_5, B_6, B_9, K, Zn и несовместим с B_1, B_{12}, Fe, Cu.
3. B_3 совместим с B_2, B_6, Fe и несовместим с B_1.
4. B_5 совместим с B_1, B_2, B_9, B_{12}, C и несовместим с Cu.
5. B_6 совместим с B_2, B_3, Cu, Ca, Zn и несовместим с B_1, B_{12}.
6. B_9 совместим с B_2, B_5, B_{12}, C и несовместим с Zn.
7. B_{12} совместим с B_5, B_9, Ca и несовместим с A, B_1, B_2, B_6, C, E, Fe, Cu.
8. Не могут сочетаться B_1 с B_2, B_3, B_6, B_{12}, а также B_{12} с B_2 или B_6.

В тоже время, витамины B_1, B_2, B_3, B_6 содержатся почти во всех продуктах питания, а витамин B_{12} – единственный витамин из группы В, который не содержится во фруктах и овощах [3]. Вместе с тем, известно, что во многих продуктах питания содержатся «несочетаемые» витамины. Например, в говядине содержится никотиновая кислота (B_3), пиридоксин (B_6), B_{12}, тиамин (B_1) и рибофлавин (B_2).

Таким образом, проведенное исследование показало, что при использовании витаминных комплексов необходимо обращать внимание на их состав и собственный рацион питания.

Список литературы

1. https://www.vidal.ru/drugs/clinic-group/522
2. https://moezdorovie.ru/blog/articles/sovmestimost-vitaminov/
3. https://ru.siberianhealth.com/ru/blogs/pitanie/produkty-lidery-po-soderzhaniyu-vitaminov-gruppy-b/

КАК ВОЗРОЖДАЛОСЬ ИСКУССТВО МОЗАИКИ В РОССИИ

В.А. Отрощенко, Т.В. Александрова

ГБОУ школа №351 с углубленным изучением иностранных языков, Санкт- Петербург

valeryaotr@gmail.com

Знание истории химической науки, изучение вклада Российских ученых, истории открытий – важнейшее условие химического образования.

Имя М.В. Ломоносова вошло в историю, как пример «универсального человека», чьи интеллектуальные способности проникали в самые разные сферы знаний.

В исследовательской работе мы рассматриваем этапы реализации первого национального инвестиционного проекта по возрождению искусства мозаики в России, от идеи Ломоносова наладить производство художественного стекла и освоить технику мозаики до создания фабрики цветного стекла – Усть-Рудица.

Мозаика – древняя сложная техника прикладного искусства и живописи, была утеряна в России на 600 лет. М.В. Ломоносова всегда интересовала природа света и цвета, поэтому работа с цветными стеклами стала одним из главных увлечений его жизни. Особый интерес вызывали смальты – непрозрачные стекла для создания мозаичных картин. Ученый искал зависимость между составом вещества и цветовым эффектом от него.

В 1756 г. М.В.Ломоносов, являясь сторонником волновой теории света, сформулировал трехцветную теорию восприятия цветов, которая основана на биофизическом восприятии света. Теория лежит в основе технологии производства смальт и решения современных задач цветотехники.

Химический эксперимент М.В.Ломоносов считал исходным моментом познания, поэтому в 1748 году им создана первая в России научно-исследовательская и учебная химическая лаборатория, где проводились тысячи опытов по созданию пигментов, глазурей, стекла, фарфора и смальт. В XVIII веке в России наблюдался расцвет дворцов, усадеб, столичных домов и роскошных интерьеров, на которые тратились огромные средства, в том числе на заграничные бисер, стеклярус, галантерею.

В 1752 г. М.В.Ломоносов обращается в Сенат к Императрице с прошением об устройстве фабрики цветного стекла. Цель проекта Ломоносова – возрождение в Усть-Рудице мозаичного искусства в России и замещение дорогих импортных товаров. Проект можно считать первым бизнес-проектом импортозамещения в России.

Фабрика была построена на государственные и частные средства, внедрялась собственная технология, создавалось специальное оборудование, использовалось местное сырье для производства продукции. Население обучалось новым технологиям, привлекались художники Академии художеств и мозаичники из-за границы. Возникало много проблем с освоением диких мест, не хватало средств, взятых в кредит.

С 1754 г. и до смерти Ломоносова на фабрике получали продукцию высокого качества, здесь была создана школа мозаичного искусства.

Ломоносов-технолог, организатор производства, художник избран членом Петербургской Академии художеств. Созданы 40 мозаичных картин – шедевры, которые украсили Эрмитаж и Русский музей, храмы и дворцы Санкт-Петербурга.

После смерти М.В.Ломоносова в 1765 г. фабрика была закрыта, а секреты изготовления цветного стекла утеряны почти на столетие. Только в XIX веке началось возрождение производства мозаики. Исаакиевский и Морской сбор в Кронштадте, музей Суворова и Спас на Крови украшены образцами мозаичного искусства. Однако усадьба Ломоносова и фабрика не пережили войн XX века и безразличие потомков. Усть-Рудица – уникальный исторический памятник российской науки, техники и культуры, который нуждается в реставрации.

В 2016 году создан Благотворительный Фонд восстановления усадьбы М.В.Ломоносова, основной целью которого является реставрация объектов и организация туризма и музейной деятельности. Сил и средств Фонда пока недостаточно, но наша задача привлечь внимание всех заинтересованных лиц, студентов и школьников к проблеме возрождения усадьбы Ломоносова.

К А.С.Пушкину мы едем в Пушкинские Горы, а Усть-Рудица должна стать дорогой к М.В.Ломоносову – великому ученому нашей национальной гордости.

Список литературы

1. Данилевский В.В. Ломоносов и художественное стекло М.; Наука, 1964. 442 с.
2. Осипов Д.В. Усадьба Ломоносова Усть-Рудица – фабрика цветного стекла. СПб: Серебряный век, 2011. 170 с.

ПРОЕКТНЫЙ ПОДХОД В ОБУЧЕНИИ ХИМИИ

А.А. Скорикова

НИУ ВШЭ, Москва

anastasia_skorikova98@mail.ru

Проектный подход в образовании стал неотъемлемой частью в российских школах, колледжах, университетах. Направленный на развитие критического мышления, творческих и познавательных процессов он заполняет те пробелы, которые присуще традиционной системе образования.

Обучение химии заключается в исследовательской деятельности, где теоретические и практические знания и умения подвергаются эмпирическим доказательствам. В поисках интегративного и интерактивного обучения нами был выполнен ряд исследований, благодаря которым мы смогли создать релевантный материал для учащихся 8-11-ых классов. Особое внимание уделялось возможности использования исследовательских проектов в школьном курсе химии, который направлен на понимание учащимся практического применения химии в повседневной жизни.

Целью данной работы является популяризация предмета химии, формирование навыков XXI века, критического мышления, понимания важности исследовательской части в образовательной среде, а также анализ российских и зарубежных методик по химии, с целью создания интерактивного пособия для учителей, учеников и их родителей.

Практически ни одна из существующих школьных программ по химии не уделяет достаточного внимания исследовательской деятельности с целью практического применения полученных знаний и умений. Нами создан целый курс дидактического материала, основанный на проектном подходе (видео, подкасты, плакаты, буклеты, игры, задания, конспекты, lapbook, лабораторные работы, интерактивные карточки и многое другое). Разработанный материал учитывает возрастные особенности учащихся, их приоритетные образовательные предметы. Все материалы разделены на логические блоки, после прохождения которых у ученика будет полное представление изученной темы, а также развиты новые навыки и возможности самостоятельного создания интерактивного материала по разным предметам.

Стереотипы, существующие в образовательной среде о нецелесообразности и «инертности» химического образования, представляется возможным устранить с помощью новых подходов в проектном образовании. Анализируя полученные данные об использовании нашего проектного подхода в московской школе №1306 можно сделать вывод, что важным моментом для большинства учеников является не результат, а процесс их исследовательской деятельности и понимания своего предназначения в мире.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ В ВИНОГРАДНОМ УКСУСЕ МЕТОДОМ ПОТЕНЦИОМЕТРИИ

***Г.В. Стецевич*, А.Г. Григорьев**

ГБОУ школа № 197, Санкт-Петербург

a_grigorjew@mail.ru

С помощью методов количественного анализа можно определить содержание отдельных веществ в пищевых продуктах и проверить истинность заявленной производителем информации о составе продукта.

Предмет настоящего исследования состоит в определении содержания уксусной кислоты в виноградном уксусе марки «СП Мирный». Так как виноградный уксус окрашен в красный цвет, то применение титрования с индикатором затруднительно. В данном случае более подходящим методом является потенциометрическое титрование с использованием датчика pH.

Плотность исследуемого образца была измерена с помощью ареометра и составила 1.005 г/мл.

Анализируемый образец был разбавлен дистиллированной водой в 10 раз. Аликвота полученного раствора объёмом 10.0 мл оттитрована 0.09346 М раствором гидроксида натрия:

$$CH_3COOH + NaOH = CH_3COONa + H_2O.$$

Для проведения эксперимента была использована цифровая лаборатория «Архимед» с датчиком pH. Кривая титрования представлена на рисунке 1.

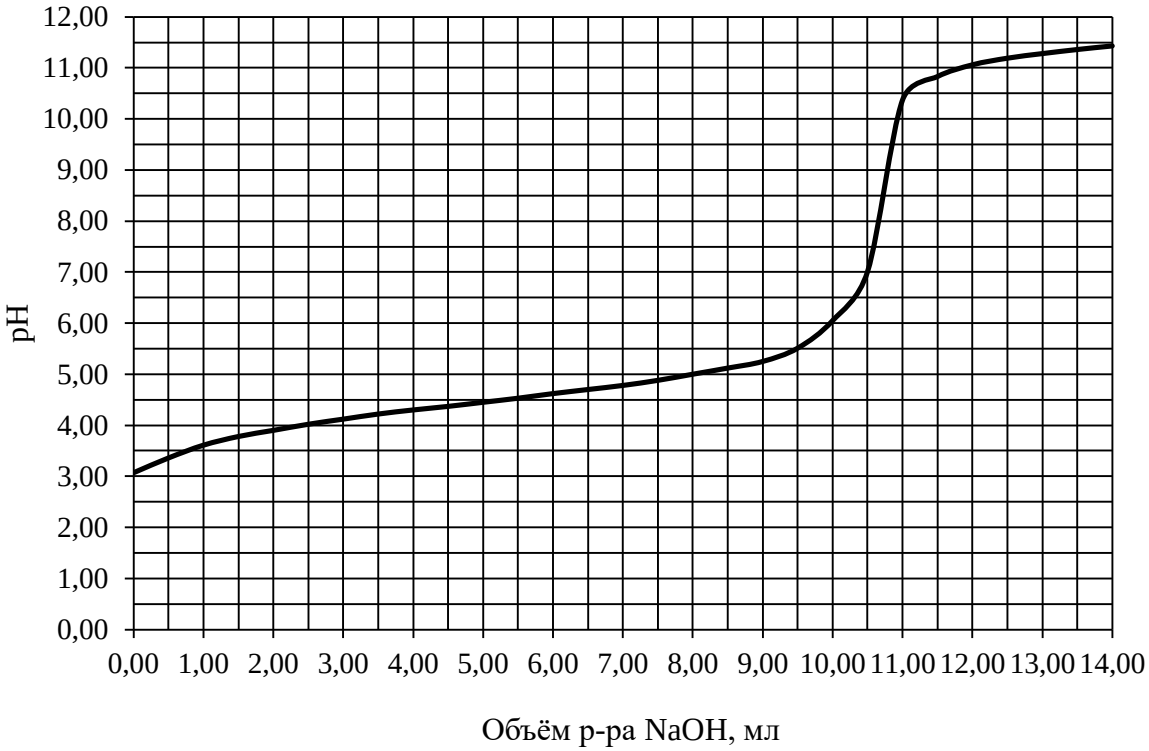


Рис. 1. Кривая титрования

Объём затраченного в точке эквивалентности раствора щёлочи определён по графику и составил 10.7 мл. Концентрация уксусной кислоты рассчитана по формуле:

$$c(CH_3COOH) = \frac{c(NaOH) \cdot V_{p-pa}(NaOH)}{V_{p-pa}(CH_3COOH)},$$

где $c(CH_3COOH)$ – концентрация уксусной кислоты, моль/л; $c(NaOH)$ – концентрация гидроксида натрия, моль/л; $V_{p\text{-}pa}(CH_3COOH)$ – объём аликвоты уксусной кислоты, мл; $V_{p\text{-}pa}(NaOH)$ – определённый по графику объём раствора гидроксида натрия в точке эквивалентности, мл.

Массовая доля уксусной кислоты в исходном образце вычислена по формуле:

$$\omega(CH_3COOH) = \frac{c(CH_3COOH) \cdot M(CH_3COOH)}{10 \cdot \rho_{\text{р-ра}}(CH_3COOH)},$$

где $\omega(CH_3COOH)$ – массовая доля уксусной кислоты, %; $M(CH_3COOH)$ – молярная масса уксусной кислоты (60.06 г/моль), $\rho_{p\text{-}pa}(CH_3COOH)$ – плотность исследуемого образца.

Оказалось, что массовая доля уксусной кислоты в анализируемом продукте составила 6.0%, что соответствует информации на упаковке.

Список литературы

1. Беспалов П.И., Дорофеев М.В., Жилин Д.М., Зимина А.И., Оржековский П.А. Использование цифровых лабораторий при обучении химии в средней школеМ.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. 229 с.
2. Харитонов Ю. Я. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: учебник. 6-е изд., испр. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. 656 с.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОНЛАЙН-ДОСКИ «PADLET» ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ УРОКОВ ХИМИИ В РАМКАХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

А.А. Феоктистова*, *Л.Ф. Кожина

СГУ им.Н.Г.Чернышевского, Саратов

egor.nas@mail.ru

Обязательным средством процесса обучения является классная доска. С ее помощью учитель может наглядно и доступно объяснить учебный материал и проверить качество знаний учащихся. Как быть с использованием доски в рамках дистанционного обучения? Сервисы Интернет предлагают множество вариантов онлайн-досок. В данной статье приведены результаты работы с интерактивной онлайн-доской Padlet, обсуждены положительные и отрицательные моменты ее использования при организации онлайн-урока по химии.

Виртуальная доска (онлайн-доска) – это сервис, который дает возможность размещения преподавателем учебно-методических, контрольно-измерительных и других материалов; а каждому ученику предоставляет возможность увидеть свою работу на доске с комментариями учителя. Сервис Padlet (-let – это английский уменьшительный суффикс, pad – в одном из значений – «блокнот, планшет») является одним из самых популярных онлайн-средств создания виртуальных досок.

В отличие от других многочисленных сервисов онлайн-доска Padlet доступна в русскоязычном формате и предлагает в рамках бесплатной версии создание не более трёх досок одновременно. Для работы с данной онлайн-доской не нужно проходить регистрацию на сайте, можно воспользоваться готовым Google-аккаунтом. Интерфейс ресурса «Padlet» отличается простотой и удобством, с ним разберется даже начинающий пользователь ПК. При создании доски пользователю предлагается выбор шаблона доски: стена, холст, раскадровка, колонки, беседы, карта, хронология. Отличаются данные шаблоны расположением записей относительно друг друга («стена»: записи располагаются последовательно друг за другом в виде ленты новостей; «холст»: записи можно расположить в любом порядке и в любом месте на доске; «карта»: создание записей на географической карте). Для разных видов работ на уроке можно использовать различные шаблоны досок. Ресурс позволяет дать название доске и выбрать её оформление (фон, шрифты).

В качестве записи на доску можно добавить: любой файл с компьютера, ссылку (например, на онлайн-тест), фото- и видео-файлы, рисунок. Таким образом, возможно использование любых наглядных средств обучения и создание полноценного онлайн-урока. Загруженные на доску материалы хранятся неограниченное время, поэтому данный ресурс можно использовать как «хранилище» материала, учащиеся даже после урока в любой момент имеют доступ к материалам урока.

Для совместного пользования доской необходимо поделиться ссылкой с учащимися. Стоит отметить, что учащимся не требуется регистрация для пользования доской по ссылке, однако в таком случае все учащиеся при работе с доской будут отображаться как анонимные пользователи. Учитель может выбрать, какие действия при работе с доской будут доступны для учащихся, выбрав соответствующую категорию пользователя: администратор, модератор и пользователь. Администратор имеет полный доступ к управлению и настройкам стены. Модератор может редактировать содержание доски. Пользователь может только просматривать содержание доски и не имеет возможности вносить изменения.

Проведено апробирование применения данной онлайн-доски совместно с платформой для организации аудио- и видео-конференций «Zoom» при проведении уроков по химии в восьмых классах по темам «Водород», «Кислород», «Оксиды».

По итогам работы с данным сервисом можно выделить следующие «плюсы» и «минусы» данной онлайн-доски.

Минусы:

- Незарегистрированные на сервисе учащиеся добавляют записи как анонимные пользователи.
- Учащиеся, получая статус «модератора», могут добавить на доску абсолютно любой материал, поэтому использовать такой формат работы нужно только с сознательными учащимися.
- Требуется много действий со стороны учащегося.

Плюсы:

- Материалы на доске хранятся неограниченный период времени, учащиеся в любой момент имеют возможность обратиться к материалам урока.
- Возможность организации совместной проверки домашнего задания, исправления и разбора ошибок в режиме онлайн.

Таким образом, использование онлайн-доски Padlet предоставляет учителю возможность разнообразить уроки, организовать различные мероприятия, осуществить текущий контроль процесса обучения.

Список литературы

1. https://padlet.com/
2. Михайлов С.Н. // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена, 2015. № 178. С.124-129.

Алфавитный указатель

А

Абышев А.З. – с. 22
Агаризаева И.З. – с. 18, 38, 45
Адюков И.С. – с. 20
Александрова Т.В. – с. 133
Алишева А.У. – с. 130
Алферова Д.А. – с. 57
Анисимова Н.А. – с. 23, 36, 46
Атрощенко Ю.М. – с. 54
Ахмедова М.Р. – с. 114

Б

Бабушкина А.А. – с. 21
Балакирева О.И. – с. 53
Баландинский Д.А. – с. 58
Балацкий Д.В. – с. 41, 77
Батыева Э.С. – с. 35, 42, 51
Беспалов А.В. – с. 33, 72
Бидюк К.Н. – с. 116
Богданова Е.В. – с. 29
Богдашина М. – с. 22
Бойцова А.А. – с. 94
Бойцова Т.Б. – с. 83
Бондарчук И.С. – с. 59
Боровиков М.О. – с. 61
Братская С.Ю. – с. 41, 77
Буданова Д.В. – с. 96
Бурцева М.А. – с. 23
Бурый Ф.И. – с. 58

В

Вайсман В.О. – с. 118
Васильев А.Н. – с. 25
Васильева О.С. – с. 31, 52
Вахрушева А.М. – с. 128
Виногорский Р.А. – с. 120

Г

Гаврилова Д.А. – с. 63
Гаврилова М.А. – с. 63
Галдина Т.Е. – с. 121
Галкина С.И. – с. 98
Герасёв С.А. – с. 64
Гладчук А.С. – с. 104
Голубева А.А. – с. 100
Гоманец А.С. – с. 27
Гоманец О.Р. – с. 27
Горбунова В.В. – с. 84
Горкина Т.Е. – с. 89, 90
Горкуша Г.В. – с. 66
Городецкая Н.А. – с. 29
Григорьев А.Г. – с. 124, 136
Гурьев Н.В. – с. 68

Д

Диколенко А.А. – с. 123
Дмитриев И.С. – с. 13
Дорничев В.В. – с. 124
Доценко В.В. – с. 33

Е

Ефимова Т.П. – с. 15, 123
Ефремова И.Е. – с. 18
Ефремова М.М. – с. 32

З

Зурначян Т.А. – с. 30

И

Иванова С.А. – с. 31
Ивкин Д.Ю. – с. 22
Игонин А.С. – с. 70
Ильюшонок С.К. – с. 102
Исаева Е.И. – с. 68, 73, 88
Ищенко Н.А. – с. 126

К

Кабаков А.А. – с. 128
Кажаева Н.М. – с. 104
Калиновский А.Е. – с. 111
Калниня Я.К. – с. 106
Карцев Д.Д. – с. 32
Кашурин Р.Р. – с. 64
Кенс Д.С. – с. 72
Киндоп В.К. – с. 33
Кобелева Е.С. – с. 35
Кожина Л.Ф. – с. 121, 126, 138
Колмыков С.С. – с. 73
Колпакова А.В. – с. 130
Кондрашкова И.С. – с. 63
Королёва Д.Ю. – с. 110
Курганов И.Ю. – с. 74
Кутасевич А.В. – с. 39, 48

Л

Ларионов В.А. – с. 16
Липин В.А. – с. 89, 90
Литвинова Т.Е. – с. 64
Лиховцов Д.А. – с. 108
Лукьянцева Е.С. – с. 75
Лыщиков А.Н. – с. 25
Львова М.Ю. – с. 50

М

Макаренко С.В. – с. 20
Максимова В.В. – с. 76
Малахова И.А. – с. 77
Машукова Ю.А. – с. 79, 85
Мелькова Д.А. – с. 36
Мельник М.В. – с. 37
Митянов В.С. – с. 39, 48
Михайлов В.Н. – с. 21, 37
Михеева В.Ю. – с. 81
Мухина Е.С. – с. 30

Н

Назина Т.Г. – с. 132
Насакин О.Е. – с. 25
Наумова П.И. – с. 94
Нестерова Т.А. – с. 38, 45
Низамов И.С. – с. 35, 42, 51
Новикова Д.С. – с. 50

О

Овсюк М.Д. – с. 132
Остроглядов Е.С. – с. 31, 52
Отрощенко В.А. – с. 133

П

Паромова А.А. – с. 83
Пелипко В.В. – с. 20
Пинко П.И. – с. 44
Подольская Е.П. – с. 102, 104, 106
Подрезова А.Г. – с. 39
Пономарева М.А. – с. 79, 85
Привар Ю.О. – с. 41, 77

Р

Рахимова Д.И. – с. 42
Руденко Д.С. – с. 27
Рузанов Д.О. – с. 66

С

Савельев И.И. – с. 18, 38, 45
Савичева С.В. – с. 114, 130
Салихов Р.З. – с. 35, 42, 51
Самонин В.В. – с. 91
Свахина Я.А. – с. 64
Семенов А.В. – с. 53
Семёнов Д.К. – с. 43
Сергеев В.В. – с. 57
Сиваев И.Б. – с. 29, 43
Синицына А.А. – с. 84
Ситко А.В. – с. 79, 85
Скорикова А.А. – с. 135
Смирнова А.А. – с. 86
Соболева Е.М. – с. 44
Соколова М.В. – с. 110
Солодов А.Н. – с. 88
Спиридонова Е.А. – с. 61
Степанова Т.С. – с. 44
Степура У.В. – с. 38, 45
Стецевич Г.В. – с. 136
Стогний М.Ю. – с. 29, 43
Строганова Т.А. – с. 49
Суставова Т.А. – с. 89, 90

Т

Тихомирова И.Ю. – с. 96, 98, 108
Турусов Е.А. – с. 46

У

Уварова Е.С. – с. 48
Удодова В.В. – с. 114
Устинов И.И. – с. 54

Ф

Фадейкина И.Н. – с. 94
Фараджева А.В. – с. 49
Федорова К.А. – с. 89
Федорова К.Э. – с. 90
Феоктистова А.А. – с. 138
Фоминых О.И. – с. 27

Х

Хохлачев С.П. – с. 91

Ч

Черемисина О.В. – с. 75, 79, 85
Черномыз М.С. – с. 50

Ш

Шайлин Р.Р. – с. 111
Шаймарданов А.Р. – с. 51
Шапкова М.А. – с. 128
Шелудченко Т.Е. – с. 52
Шонина М.А. – с. 53
Шуварова А.А. – с. 52

ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ XXI ВЕКА

Сборник тезисов

Ответственные редакторы:
д.х.н., доцент Макаренко С.В.,
к.х.н., доцент Исаева Е.И.
к.х.н. Байчурин Р.И.

Вёрстка: Р.И. Байчурин, Е.И. Исаева, С.В. Макаренко, В.В.Пелипко

Печатается с готового оригинал-макета, предоставленного авторами.

Подписано в печать 15.03.2021 г. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Объем 9 печ. л. Тираж 110 экз. Заказ № 65к
Издательство РГПУ им. А. И. Герцена.
191186, С.-Петербург, наб. р. Мойки, 48

Типография РГПУ им. А. И. Герцена.
191186, С.-Петербург, наб. р. Мойки, 48