



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Исследование технологий травления металлов и применения их в быту

«Химия»

Исхаков Вадим Игоревич, Вятченникова Людмила Викуловна (научный руководитель, Учитель химии), место выполнения работы: дома, МАОУ "СОШ № 73"

Златоустовское холодное оружие является приемником русского украшенного оружия, а гравюра – самостоятельный вид декоративно – прикладного искусства- это объясняет наш интерес к данной теме, она открывает необычайные возможности. Изделия из стали украшаются композициями, выполненными гравировкой, нанесением рисунка, резервирующим составом с последующим вытравливанием узора, насечкой золотом и серебром, сочетающимся с воронением. Способов травления существует несколько, но как качественно перенести изображение на изделие в домашних условиях и каким способом? В этом мы видим проблему и актуальность выбранной темы, поэтому цель работы: изучить некоторые технологии травления металлов в бытовых целях

Сравнительный анализ технологий, наблюдение, эксперимент, экскурсия, личное наблюдение за работой мастеров, реставрация предметов

В ходе работы исследовался процесс химического и электрохимического травления различными видами травильных растворов, подбирались наиболее оптимальные виды растворов и способы травления, проводились эксперименты по электрохимическому меднению и никелированию.

Проведенный эксперимент подтвердил нашу гипотезу: в бытовых условиях возможно реставрировать старые изделия для придания эстетичного вида. Для художественного травления лучше подходит гальванический способ, для химического травления все материалы доступны, но качество получается хуже.

Список литературы:

1. Одноралов Н. В. Занимательная гальванотехника: Пособие для учащихся . М.: Изд-во Просвещение, 1979 – 106
2. Казакова Г. М. Художественные промыслы Урала: Златоустовская гравюра на стали: учебное пособие - Челябинск: Изд-во ЧГАКИ, 2003-93с



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Каталитический синтез синтола из природного газа в качестве альтернативного топлива для двигателя внутреннего сгорания

«Химия»

Григорьева Александра Ростиславовна, Красавин Эдуард Михайлович (научный руководитель, Педагог-организатор), место выполнения работы: в школе

Целью данной работы, является разработка технологии синтеза спиртового топлива из природного газа и воды для использования его в качестве альтернативного топлива для двигателя внутреннего сгорания. Цель работы предполагала решение ряда задач технологического и технического характера: - Первоначальной задачей работы явилось изучение возможных путей синтеза метанола, синтола, изучение принципов органического синтеза и катализа, а также выбор приемлемой технологии для синтеза на основе изученного материала; - Одной из важнейших задач являлось определение режимов синтеза с целью протекания его в более мягких условиях по сравнению с промышленными.- С технической стороны важнейшей задачей являлась разработка и апробация установки для получения синтетических спиртовых смесей в лабораторных условиях. - Одной из задач работы явилась проверка качества получаемого продукта. На этапе изучения возможностей использования синтетического топлива для двигателя внутреннего сгорания предполагалось проведение экспериментов по изучению влияния спиртовых смесей на детали двигателя, изучение процессов сгорания синтола в инжекторном двигателе, определение токсичности отработанных газов и определение относительного срока службы двигателя.

В ходе работы осуществлялась: проверка каталитических смесей для получения синтез-газа, метанола; проверка качества получаемого продукта, промышленного метанола; проверка воздействия метанола и синтола на детали двигателя при его рабочих температурных режимах. Производился замер параметров выхлопных газов при работе двигателя синтетическом топливе.

Средняя производительность разработанной установки составляет 3 литра в час синтола. Из расчёта современной стоимости бензина, эксплуатационных расходов установки и затрат на продукты переработки экономия производства синтола в шесть раз выгоднее по стоимости чем покупка бензина. В некоторых странах, например в Бразилии, синтол является обычным топливом для ДВС и используется повсеместно в качестве альтернативы дороговому перегонному бензину.

В результате работы была разработана и изготовлена технологическая установка для синтеза синтола из доступного дешевого сырья. Установку можно использовать в условиях малых предприятий. Полученный продукт соответствует характеристикам, предъявляемым моторному топливу. Расчетная производительность в ходе эксплуатации была доказана и приблизительно равна трем литрам в час.

Список литературы:

1. Угрюмов П.Г. Органический синтез в промышленности «Просвещение».
2. Угрюмов П.Г. Органический синтез в промышленности «Учпедгиз».
3. Егоров Л.П.Общая химическая технология неорганических веществ «Химия».



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Получение и изучение свойств компактов чистого наноразмерного оксида алюминия и допированного катионами металлов

«Химия»

Нотина Полина Владимировна, Артеменко Ольга Владимировна (научный руководитель, учитель химии), место выполнения работы: В школе и университете.

Во всем мире ученые активно занимаются созданием новых материалов на основе полимеров и керамики. Лучшие из известных жаропрочных керамических материалов не могут длительно выдерживать температуры выше $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ограниченность ресурсов, высокая удельная масса металлических сплавов снижают рентабельность применения многих компонентов. А такие компоненты, как никель, кобальт, молибден имеют высокую стоимость. Керамические материалы не имеют альтернативы в условиях длительного воздействия температуры в окислительной среде выше $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$, обладают хорошей износостойкостью, отличными антикоррозионными свойствами [1]. Целью нашего исследования стало получение и сравнение качества нанопорошков корунда, полученного разными методами синтеза, проведение допирования катионами d-металлов для улучшения люминесцентных свойства, а также сравнение с готовым (покупным) образцом с уже известными характеристиками.

Синтез нанопорошков проводился на базах лабораторий школы и Самарского технического университета. Мы использовали как простые, так и более сложные, но адаптированные методы: метод разложения нитратов металлов, адаптированный метод Печини, или золь-гель, метод осаждения и метод реакций горения из нитратных растворов с органическим топливом (СВС-Р).

Наиболее оптимальной методикой на данный момент является метод разложения, так как не требует больших временных затрат и затрат на энергию и материалы, а нанопорошок имеет достаточно маленькие размеры частиц, которые позволят в дальнейшем проводить допирование. Также нами выдвинута гипотеза, что метод осаждения позволит проводить допирование одновременно с синтезом наноразмерного корунда.

Адаптированы и апробированы методики получения нанопорошков оксида алюминия. Изучены перспективы допирования и допирован хромом один образец, получены его ИКЛ и ТЛ. Образец № 2 будет допирован разными d-элементами, изучен методами ИКЛ и ТЛ. Промышленное использование требует дальнейшего изучения, но проведение которого позволит не зависеть от поставщиков, не приобретать готовый нанопорошок с известными параметрами.

Список литературы:

1. Dietmar Koch, Christian Wilhelmi Development of a New Oxide Ceramic Matrix Composite 17th Intern. Conf. on High Temperature Ceramic Matrix Composites, Germany, 2010, 435-445.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Исследование амилолитической способности безглютенового сырья для получения солодового экстракта

«Химия»

Шпак Валерия Владимировна, Шульга Татьяна Юрьевна, Строчилина Татьяна Владимировна (научный руководитель, Учитель химии), место выполнения работы: В ФБГОУ ВО "ВГУИТ"

Современный ритм жизни провоцирует нерегулярное однообразное питание, что приводит к снижению потребления незаменимых компонентов. Наиболее эффективным способом борьбы с дефицитом микронутриентов является обогащение витаминами и минеральными веществами продуктов массового спроса. Цель работы – исследование амилолитической способности (АС) безглютенового сырья и получение солодового экстракта.

В ходе работы исследовали динамику изменения АС гречишного и овсяного солодов при оптимальных режимах солодоращения колориметрическим методом. Было установлено, что АС гречишного солода ниже, чем у овсяного солода, что объясняется индивидуальными особенностями ферментов зерновых культур. К концу ращения в 4-5 раз увеличивается АС солода.

Результаты данного исследования позволяют считать, что полученные при определенных технологических режимах свежепросеянные гречишный и овсяной солода по основным физико-химическим показателям не уступают традиционным солодам – ячменный и ржаной, следовательно, могут применяться для приготовления солодовых и полисолодовых экстрактов и квасов брожения на их основе.

Овсяной и гречишный солода являются перспективным сырьем. Добавление солодовых экстрактов при производстве хлебобулочных, кондитерских изделий и напитков брожения повышает качество продуктов и сокращает технологический процесс благодаря присутствию сахаров, мальтодекстринов и углеводов. В состав солодовых экстрактов входят витамины (С, Е, В1, В2, В6, В12, Н, РР), микроэлементы (Са, Mg, К, Р, Na, Zn, Fe, Cu), 15 аминокислот.

Список литературы:

1. Безглютеновый квас / Е.А. Коротких и др. // Пиво и напитки.-2013 -№5
2. Коротких Е.А., Чусова А.Е., Новикова И.В., Астафьева Ю.Э. Способ получения полисолодового экстракта // Пиво и напитки. 201
3. №1.
4. Химия пищи. И.А.Рогов и др.- М: Колос,2000 -384 с.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Исследование возможности использования реакции с нингидриновой пробой в контроле качества ницерголина

«Химия»

Геворгян Валерия Александровна, Терентьева Светлана Владимировна (научный руководитель, Профессор кафедры фарм. химии), место выполнения работы: НГМУ

Безопасность лекарств является одной из основных составных частей безопасности пациентов. Глобальная безопасность лекарств зависит от сильных национальных систем, которые контролируют разработку и качество лекарств, сообщающих об опасных последствиях и предоставляющих точную информацию для их безопасного использования. Ницерголин – лекарственный препарат, который обладает сосудорасширяющим действием. Он стимулирует кровообращение головного мозга периферийных органов. Главной целью данной работы является разработка методики исследования возможности использования нингидриновой пробы для количественного определения ницерголина и разработка методики.

Для исследования данной реакции к препарату потребовалось подобрать с использованием литературных данных реактивы, а также условия определения ницерголина. Проводилась работа с использованием спектрофотометрии и статистического анализа. В интересах данной работы осуществлялись метрологические характеристики по пунктам «прецизионность» и «линейность», что помогло выявить правильность методики.

С помощью моего исследования доказана возможность применения реакции нингидриновой пробы для количественного определения ницерголина спектрофотометрическим методом, также подобрано оптимальное сочетание реактивов и методика валидирована.

Данная работа позволяет пациентам, которые принимают этот препарат, понять его качество и удостовериться в своей безопасности. Эта исследовательская работа может быть также полезна тем, кто работает в сфере фармакологии.

Список литературы:

1. Федеральная электронная медицинская библиотека: Государственная фармакопея Российской Федерации, XIII издание.
2. Министерство здравоохранения Российской Федерации: Общая фармакопейная статья.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Метилформиат как восстановитель в реакциях восстановительного аминирования

«Химия»

Кузнецов Антон Николаевич, Ключев Фёдор Станиславович, Чусов Денис Александрович (научный руководитель, Кандидат химических наук), место выполнения работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова Российской академии наук, в школе

Важность реакции восстановительного аминирования сложно переоценить: большое количество природных и биологически активных соединений, включая лекарственные средства, являются аминами. Согласно исследованиям, четверть реакций образования связи C-N в фармацевтической химии приходится на восстановительное аминирование. Известными восстановителями для восстановительного аминирования являются NaBH_4 , NaBH_3CN , $\text{NaBH}(\text{OAc})_3$, а также водород на различных катализаторах. Тем не менее, и у этих широко используемых реагентов есть свои недостатки. Ключевой проблемой восстановителей является баланс между активностью и селективностью. В нашем исследовании мы стремились найти безопасный, селективный, активный восстановитель, подходящий как и для лабораторной практики, так и для промышленности, а также найти наилучшие условия для проведения реакции.

Исследования (оптимизация, проверка универсальности метода) производились с большим набором субстратов, все полученные продукты были выделены с помощью колоночной хроматографии. Структуры всех соединений были подтверждены данными спектроскопии ЯМР и ГХМС. Исследования проводились в лаборатории Школы имени Маршала В.И. Чуйкова, а также в лаборатории №117 ИНЭОС РАН.

По результатам нашей работы был подобран новый восстановитель для реакции восстановительного аминирования - метилформиат в присутствии катализатора - хлорида родия (III). Эта восстановительная система имеет ряд преимуществ: активна, но в то же время селективна, не токсична, удобна в обращении. Произведены изучения по поиску оптимальных условий для данной реакции, доказана универсальность подхода для различных типов субстратов.

Найден новый, удобный для использования восстановитель, подобраны оптимальные условия для проведения этой реакции, разработана новая методика проведения реакции восстановительного аминирования. В дальнейшей перспективе планируется изучение возможности проведения реакции на большие загрузки (проверка нашего подхода масштабированием).

Список литературы:

1. Abdel-Magid, A. F.; Carson, K. G.; Harris, B. D.; Maryanoff, C. A.; Shah, R. D. J. Org. Chem. 1996, 61 (11), 3849.
2. Chusov, D.; List, B. Angew. Chem. Int. Ed. 2014, 53, 5199.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Синтез и строение полимеров 3-d металлов(Cu(II), Co(II), Mn(II)) с анионами аллил- и циннамилиденмалоновой кислот и мостиковыми N-донорными лигандами

«Химия»

Новикова Вероника Алексеевна, Зорина-Тихонова Екатерина Николаевна (научный руководитель, Страший научный руководитель), место выполнения работы: ИОНХ им. Курнакова

Синтез координационных полимеров является одним из самых быстроразвивающихся разделов современной координационной химии. Координационные полимеры привлекают интерес как основа создания новых сорбентов, магнитных и люминисцентных материалов, катализаторов различных реакций органических субстратов. Интерес к соединениям с лигандами, содержащими двойные связи вызван тем, что такие соединения способны вступать в реакцию [2+2]-фотоциклоприсоединения. Изучение реакции фотоциклоприсоединения важно с точки зрения изучения таких природных явлений как фотосинтез и, кроме того, позволяет получать материалы для систем оптической записи и хранения информации.

Синтез соединений осуществляли методом медленного смешения. Первым этапом было помещение на дно пробирки водного (или раствора воды и диметилформамида) раствора соли металла и кислоты, далее помещали прослойку из воды и ацетонитрила. Последним этапом было наслаивание раствора лиганда в ацетонитриле. Кристаллы в пробирках росли около 2 недель при комнатной температуре. Синтез осуществлялся в лаборатории химии координационных полиядерных соединений.

Были получены координационные полимеры с двухвалентными медью, кобальтом и марганцем. Чистота соединений подтверждена путем снятия ИК-спектра. Был проведен рентгено-структурный анализ полученных соединений. Установлена структура полимеров. Проведены исследования на возможность вступления полученных соединений в реакцию [2+2]-фотоциклоприсоединения.

Были получены соединения и установлены их формулы(качественные и структурные). Планируется провести исследования магнитных свойств полученных соединений. Данное исследование носит фундаментальный характер. Также после исследования магнитных свойств возможно использование полученных соединений как основы для материалов систем оптической записи и хранения информации.

Список литературы:

1. А.Д.Володин, Е.Н. Зорина-Тихонова, А.С. Чистяков, А.В. Вологжанина Royal Society of Chemistry, ChemCom, 2018.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Мультикомпонентный синтез хромено[2,3-*b*]пиридинов из замещенных салициловых альдегидов, димера малонитрила и хинолина

«Химия»

Синюшин Кирилл Игоревич, Маслов Олег Иванович, Элинсон Михаил Николаевич (научный руководитель, Доктор химических наук), место выполнения работы: Институт Органической Химии им. Н.Д. Зелинского РАН

Большинство (>70%) современных лекарств содержат по меньшей мере одно гетероциклическое кольцо. Многие вещества, содержащие хромено[2,3-*b*]пиридиновый фрагмент, характеризуются биологической активностью, поэтому является каркасом во многих лекарствах. Они обладают противоопухолевыми, противоревматическими, антибактериальными, антигистаминными и противоастматическими свойствами. Также хромено[2,3-*b*]пиридины применяются промышленности, как эффективная защита от коррозии. Цель нашей работы - разработка наиболее эффективных методов синтеза ранее неизвестных потенциально фармакологически активных 5-замещённых-5Н-хромено[2,3-*b*]пиридинов. Термины: мультикомпонентные реакции - реакции, в которых три или более реагента смешиваются в одном реакционном сосуде и образуют соединение, включающее большинство атомов, содержащихся в исходных веществах; on-solvent процесс - реакция проходящая при не полном растворении реагентов; one-pot - реакция проходит в одном сосуде без выделения промежуточных соединений. Реакцией Кнёвенагеля называют конденсацию альдегидов или кетонов в присутствии оснований с соединениями, содержащими активные метиленовые группы. chromatography-free - не использование хроматографии

В нашей работе мы использовали мультикомпонентную реакцию салицилового альдегида, димера малонитрила и С-Н кислоты для получения 5-замещённых-5Н-хромено[2,3-*b*]пиридинов; для подтверждения результатов экспериментов использовалась ЯМР спектроскопия (¹H и ¹³C), также были сняты ИК и Масс. спектры. Исследования проводились в лаборатории №1 ИОХ РАН. Программное обеспечение: ChemDraw Pro 16.0, ChemScetch, поиск статей с помощью сайта reaxys.com

Нами была открыта реакция получения ранее не известных замещённых 5-(4-гидроксихинолин-2(1H)-он)-5Н-хромено[2,3-*b*]пиридинов, характеризующаяся большими выходами (68-98%) и простым выделением (фильтрованием, в некоторых случаях проводилась перекристаллизация в из ДМСО), не требуется очистка конечного соединения хроматографией. Пиридин является катализатором и соразтворителем в этой реакции, а участвуют в ней салициловые альдегиды как с электронодонорным, так и электроноакцепторными заместителями.

Полученные по нашей реакции хроменопиридины, будут использованы для дальнейших исследований для выявления их биологической активности. Данная реакция может использоваться для промышленного производства биологически активных препаратов, из-за ее простоты в исполнении, минимальном количестве отходов и дешевизны исходных реагентов.

Список литературы:

1. doi.org/10.1002/asia.201000310 doi.org/10.1021/cr100233r doi: 10.3762 / bjoc.9.265
2. doi.org/10.1016/j.bmcl.2017.01.089 doi.org/10.1016/S1079-2104(97)90009-3
3. DOI:10.1039/C7NJ03724D doi.org/10.1089/jop.2006.108 doi.org/10.1016/j.cmet.2017.06.006



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Сравнительный анализ чайных листьев различных марок

«Химия»

Шачнева Ксения Николаевна, Кулигина Анастасия Михайловна, Овчаренко Илья Владимирович, Савинов Сергей Сегеевич (научный руководитель, Кандидат химических наук), место выполнения работы: ОЦ "Сириус"

Основной целью нашей работы было исследование влияния такой добавки, как жасмин, на элементный состав зелёного чая. Почему это важно? Во-первых, в научной литературе наша команда не нашла информации о составе чая с жасмином. Во-вторых, это исследование поможет понять нам, есть ли значимая разница в содержании определяемых металлов в различных сортах чая. Забегая вперёд, можем сказать, что результаты нашей работы могли бы лечь в основу дальнейших исследований, а также разработку методик для выявления фальсификатов и выполнения обратной задачи (определения сорта чая по известному элементному составу). Ко всему прочему, в ходе работы нам необходимо было убедиться, что выбранные сорта чая удовлетворяют нормам СанПиН и ГОСТ, так как регламентируемые ими параметры определяют пригодность чая к употреблению в пищу.

Источники методов анализа в исследовании: Отбор проб - ГОСТ 1936-85 Определение влажности - ГОСТ 1936-85 Определение зольности - ГОСТ ISO 1575-2013 Подготовка проб к минерализации - ГОСТ 26929-94 Определение массовой доли Pb - ГОСТ 26932-86, ГОСТ 30178-96, ГОСТ 30538-97 Определение массовой доли Mn, Zn и Ca - Практикум по агрохимии, В. Г. Минеев. Исследование проводилось в лаборатории научного образовательного центра Сириус.

Мы проанализировали две марки чайных листьев на содержание таких металлов, как Zn, Mn, Pb, Ca. Полученные нами результаты могут говорить о том, что даже такая незначительная добавка, как жасмин, может значимо изменить концентрацию элементов. Мы планируем изучить микроэлементный состав других сортов чая, например, черного, и узнать насколько значимо различие в концентрации микроэлементов и как на это влияет процесс обработки чайных листьев. Также мы планируем анализировать различные чаи на содержание других микроэлементов.

В ходе работы над проектом мы получили следующие результаты: 1) Анализ показал, что значение влажности и зольности образцов чайных листьев соответствует стандартам ГОСТ 32574-2013 (2) Содержание Pb не превышает гигиенических норм СанПин 2.3.2.1078-013 (3) Содержание Zn, Mn и Ca удовлетворительно согласуются с литературными данными (4) Выявлено значимое различие в содержании элементов в жасминовом зеленом и зеленом без добавок чая

Список литературы:

1. Pb -Journal of Food Composition and Analysis, 2018, p.128-134;
2. Zn-Molecules, 2018, p. 7; Mn -Spectroscopy and spectral analysis, 2005, v. 10, p. 1703-1707;
3. Ca-Spectroscopy and spectral analysis, p. 1703-1707



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Исследование влияния СВЧ на механизм серной вулканизации натурального каучука в присутствии углеродных фуллеренов

«Химия»

Релина Маргарита Андреевна, Поляк Ольга Сергеевна, Строчилина Татьяна Владимировна (научный руководитель, учитель химии ВКК), место выполнения работы: ВГУИТ

Задача: экспериментально исследовать влияния СВЧ на механизм серной вулканизации натурального каучука в присутствии углеродных фуллеренов. Данное исследование актуально за счёт отсутствия информации о взаимодействии углеродных фуллеренов и серы в процессах вулканизации с использованием токов высокой частоты (СВЧ). Фуллерен – молекулярное соединение, принадлежащее к классу аллотропных форм углерода и представляющее собой выпуклые замкнутые многогранники, составленные из чётного числа координированных атомов углерода. Оптический, физико-химический метод исследования растворов полимеров, основанный на изучении спектров поглощения в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра. Вулканизация- технологический процесс взаимодействия каучуков с вулканизирующим реагентом, при котором происходит сшивание молекул каучука в единую пространственную сетку.

Методы: физико-химический метод (спектрофотометрия), сравнительный анализ

Оборудование: Микроволновая печь, приборные стёкла, спектрофотометр, аналитические и торзионные весы

Анализ растворов пленок, изготовленных из раствора натурального каучука с добавлением серы и углеродных фуллеренов показал, что при увеличении мощности воздействия до 5 мин. в спектрах с фуллеренами наблюдается увеличение оптической плотности с 0 до 0,9 у.е. в области длины волны 250 нм. В итоге на спектрах растворов с фуллеренами после облучения в течение 10 мин. появился еще один пик в области длины волны 290 нм. с величиной оптической плотности 0,35, который доказывает наличие новой структуры.

Экспериментально показано, что воздействие СВЧ облучения инициирует физико-химические реакции в полимерной матрице полиизопрена в присутствии углеродных фуллеренов и серы. При этом наблюдается не только изменение структуры плёнок полимера, но образование новой структуры, обусловленной синергетическим взаимодействием фуллеренов и серы с полиизопреном.

Список литературы:

1. Дунаев А., Шапоров А., под рук. Авдеева А. "Богатое семейство углеродных материалов" 2008
2. Елецкий А., Смирнов В. "Фуллерены" 1993
3. Игуменова Т., Челноков Д., Дьяконенко Е. "Исследование влияния смеси углеродных фуллеренов на процесс полимеризации стирола" 2016



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Разработка тест-индикаторов для определения сероводорода в воздухе и исследование физико-химических показателей сероводородного источника

«Химия»

Парагульгова Алия Ахмедовна, Боголова Раяна Магомедовна, Парагульгова Зухра Башировна (научный руководитель, Учитель химии), место выполнения работы: ООО ЦМИТ "Реновация"

Цель работы: исследования физико-химических показателей сероводородного источника Джейрахского района, для перспективы развития и применения полезных свойств источника в регионе и разработка тест –индикаторов определения сероводорода в воздухе. Практическая значимость: при проверке данных, выяснилось, что ранее источник не был исследован и изучен. Но местные жители были наслышаны о лечебных свойствах воды. Сероводородная вода обладает характерным запахом и осадком. Было решено изучить физико-химический состав и органолептические свойства источника, а также разработать тест-индикаторы (не имеющие в составе токсичные соли свинца) для определения сероводорода в воздухе.

В работе были использованы следующие методы : Испытательного лабораторного центра (ИЛЦ) ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в РИ» - определение физико-химических показателей; - Химическая лаборатория гимназии №1 –разработка и апробирование тест-индикаторов;

Вода в источнике сероводородная, со всеми показателями содержания минеральных компонентов. Имеет целительные и лечебные свойства, рекомендуется использовать для питьевого и бальнеологического применения по показаниям врача. Разработанные тест-индикаторы можно использовать для определения содержания сероводорода в воздухе.

Источник имеет важное народно-хозяйственное значение, необходимо его занести в реестр водных ресурсов республики, а также информировать жителей, об опасности вдыхания сероводородного газа, содержащегося близ источника.

Список литературы:

1. Гусаров И.И., Олефиренко В.Т., Козьяр А.А. Сравнение поступления сероводорода и гидросульфид иона через кожу в организм из сероводородных ванн 2 Резников А.А, Муликовская Е.П., Соколов И.Ю., Методы анализа природных вод.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Исследование процесса деструкции поликарбоната в низкотемпературной плазме кислорода

«Химия»

*Манчева Анна Георгиевна, Овцын Александр Андреевич (научный руководитель, кандидат химических наук),
место выполнения работы: Ивановский государственный химико-технологический университет*

Фундаментальные исследования закономерностей процессов, протекающих в системе плазма – полимер, сильно отстают от требований современных технических задач. Это связано с тем, что процессы, протекающие в плазме, являются многоканальными и многостадийными, а физическое состояние плазмы, определяющее ее химическую активность, само зависит от скоростей химических процессов. Детальное исследование системы плазма – полимер позволит улучшить понимание механизмов, протекающих при плазмохимической обработке полимерных материалов процессов, и наметить пути оптимального решения технологических задач. Поэтому целью данной работы является выявление механизма воздействия низкотемпературной плазмы кислорода на поверхность поликарбоната, изучение причин возникновения эффекта загрузки, необходимое для оптимизации технологических процессов обработки полимерных материалов. Эффект загрузки – явление, при котором скорость целевого процесса обработки материала зависит от количества (площади) этого материала в реакторе. Травление – процесс удаления поверхностных слоев материала в процессе плазмохимической обработки с последующим изменением его поверхностных свойств.

Методы исследования: гравиметрические измерения, масс-спектральные исследования, зондовые измерения электрофизических параметров плазмы, атомно-силовая микроскопия, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, определение углов смачивания полимера, математическое моделирование [1] (программа WBolt, разработана на кафедре ТП и МЭТ, ИГХТУ). Оборудование и материалы: поликарбонат Lexan 8010, цилиндрический плазмохимический реактор проточного типа.

По результатам проведенного исследования было определено, что за процесс травления отвечают такие частицы как возбужденные атомы кислорода и кванты УФ-излучения. Выделение газообразных продуктов травления сопровождается изменением свойств плазмы (характеристик электронов) – снижается средняя энергия и число электронов. Именно этим и объясняется эффект загрузки. Такие результаты позволяют судить о механизме воздействия плазмы на полимеры.

Таким образом, исследовано взаимодействие низкотемпературной плазмы кислорода с поверхностью поликарбоната. Показано как изменяются поверхностные свойства полимера и какие механизмы стоят за этими изменениями. Полученные данные могут использоваться при оптимизации технологических процессов обработки полимеров или текстильных материалов, что позволит сократить затраты на производство и отказаться от традиционных жидкостных методов обработки.

Список литературы:

1. Рыбкин, В. В. Кинетика и механизмы взаимодействия окислительной плазмы с полимерами;
2. В. В. Рыбкин, В. А. Титов // Энциклопедия низкотемпературной плазмы. Тематический том VIII – 1 / Под ред. В. Е. Фортова. – М.: Янус-К, 200
3. – С. 130–166.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Сравнительная оценка жирно-кислотного состава продуктов с заменителями и без заменителей молочного жира

«Химия»

Шшикина Анастасия Анатольевна, Воронина Валерия Юрьевна, Степычева Наталья Вадимовна (научный руководитель, Кандидат химических наук), место выполнения работы: ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

Главной задачей нашего исследования было провести сравнительный анализ жирно-кислотного состава сливочного масла и молокосодержащих продуктов с заменителем молочного жира, произведенных по технологии масла. Продукты с заменителями молочного жира появились на полках продуктовых магазинов сравнительно недавно, поэтому исследований в данной области раньше не проводились. Термины, которые были использованы в работе: 1. Заменители молочного жира - продукты с массовой долей жира не менее 99,5%, изготавливаемые из натуральных и (или) модифицированных растительных масел путём регулируемого структурирования в процессе охлаждения в сочетании с механической обработкой, с добавлением или без добавления пищевых добавок и других ингредиентов. 2. «Молочный жир» - молочный продукт, в котором массовая доля молочного жира составляет не менее 99,8 процента, который имеет нейтральный вкус и запах и производится из молока и (или) молочных продуктов путем удаления молочной плазмы; 3. «Сливочное масло» - масло из коровьего молока, в котором массовая доля жира составляет не менее 50 процентов;

Методом газожидкостной хроматографии определен жирно-кислотный состав ряда образцов сливочных масел и масел с заменителями молочного жира. Расчетным методом проведена оценка состава исследованных образцов на предмет их соответствия физиологически полноценному пищевому жиру (ФППЖ).

Установлено, что ввиду недостатка ПНЖК жирно-кислотный состав сливочных масел, независимо от сезона их производства, далек от ФППЖ. С целью частичной или полной замены молочного жира в продуктах применяют заменители молочного жира. Анализ ЗМЖ показал, что они отвечают всем принципам здорового питания; могут выступать достойной альтернативой молочному жиру. Молокосодержащие продукты с ЗМЖ практически не содержат трансизомеров жирных кислот, их жирно-кислотный состав наиболее приближен к ФППЖ.

Новая категория продуктов характеризуется довольно низкой себестоимостью, повышенными физиологическими свойствами и пищевой ценностью. Данный продукт нуждается сегодня в рекламе как полезный жировой продукт для здорового питания – дополнительный источник ω -3 ЖК для населения РФ. Возможные пути развития: определение массовой доли трансизомеров жирных кислот в продуктах с ЗМЖ, проведение эксперимента на соотношение ω -3 и ω -6 в продуктах с ЗМЖ.

Список литературы:

1. ГОСТ 32261-2013 Масло сливочное. Технические условия;
2. ГОСТ 31663-2012 Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот;
3. ГОСТ 31648-2012 Заменители молочного жира. Технические условия.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Синтез титаноксидных наноструктур для совершенствования протезного материала

«Химия»

Микулан Анна Ярославовна, Кузнецова Виктория Леонидовна, Голованова Ольга Васильевна (научный руководитель, педагог доп. образования), место выполнения работы: Технологический институт

Получение композиционных материалов с заданными свойствами в настоящее время является актуальной задачей. Электретом называется диэлектрик, длительное время сохраняющий поляризованное состояние после снятия внешнего воздействия. Основной характеристикой электретного материала является термостабильность его электретного заряда. Электретные материалы нашли применение в медицине при изготовлении электретных протезов для кровеносных сосудов. Функция таких протезов заключается в предотвращении тромбоза.

На кафедре ХНиМЭТ СПбГТИ(ТУ) мы получили возможность усовершенствовать полимерный материал, использующийся в медицине. Метод молекулярного наслаивания, метод измерения краевого угла смачивания, метод Фуокса, метод термостимулированной релаксации поверхностного потенциала.

1. Были синтезированы титаноксидные наноструктуры на поверхности ПТФЭ методом молекулярного наслаивания. 2. Проведено исследование поверхностных свойств образцов методом измерения краевого угла смачивания, так же была рассчитана поверхностная энергия и ее полярная и дисперсионная составляющие по методу Фуокса. Электретные характеристики исследовались методом термостимулированной релаксации поверхностного потенциала (ТСРПП).

Полученный композиционный материал обладает более высоким значением поверхностной энергии и повышенной стабильностью электретного заряда.

Список литературы:

1. Малыгин, Химическая сборка поверхности твердых тел методом молекулярного наслаивания
2. Осина, Ю. К. Влияние добавок технического углерода на стабильность электретного состояния полиэтилена высокого давления, Электретный эффект и его применение



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Квантово-химическое моделирование и экспериментальный синтез титаноксидных структур на поверхности кремнезема

«Химия»

Кашин Константин Дмитриевич, Федькин Иван Александрович, Голованова Ольга Васильевна (научный руководитель, Педагог доп. образования), место выполнения работы: Санкт-Петербургский Государственный Технологический Институт (Технологический Университет)

В нашем проекте мы получали методом молекулярного наслаивания (далее - МН) титаноксидные группы, сформированные на поверхности кремнезема. Титаноксидные покрытия, нанесенные на поверхность твердофазных матриц с высокой удельной поверхностью, представляют интерес в качестве селективных катализаторов для ряда химических реакций, а особую важность приобретает возможность их использования для фотокаталитической нейтрализации газовых выбросов и улучшения экологической ситуации. Кремнезём был выбран в качестве подложки из-за наличия большого количества силанольных групп, проявляющими большую химическую активность при температурах выше 100 градусов. Но количество этих силанольных групп также влияет на свойства синтезируемых образцов, и в работе приводится соответствующая зависимость их концентрации от температуры накаливания. Собственно, главной задачей было смоделировать в специализированных программах реакции МН и рассчитать свойства и характеристики продуктов, а затем синтезировать методом МН титаноксидные образцы на подложке кремнезема и провести ряд экспериментов для получения их спектральных характеристик и сравнить их полученными ранее данными. Главные термины: метод молекулярного наслаивания, подложка, спектральные характеристики, функциональные группы.

Лаборатория: база кафедры нанотехнологий СПбГТИ. Оборудование: программы квантово-химического моделирования QAnalyze и MSModeling, установка проточного типа, ИК Фурье-спектрометр ФСМ-1201. Методы: градиентный, экстремумов характеристических функций, молекулярного наслаивания (основа - "остовная" гипотеза В.Б. Алесковского), фотоколориметрический, меркуриметрического титрования.

1. Построены квантово-химические модели титаноксидных наноструктур, проведены расчёты реакции, определены температурные границы формирования титаносодержащих групп. 2. Осуществлен синтез титаноксидных наноструктур на поверхности силикагеля. 3. На основании результатов идентифицировано наличие полифункциональных структур в составе полученных образцов. 4. Показано согласие эксперимента и расчётов, указывающее на возможность использования метода прогнозов для выбора условий синтеза и идентификации продуктов МН.

Мы надеемся, что результаты наших исследований будут использоваться для распространения метода квантово-химического моделирования с последующим анализом и прогнозированием, а также развития нанотехнологии в целом и конкретно внедрения промышленного синтеза титаноксидных групп на поверхности как кремнезема, так и других твердофазных матрицах для получения нейтрализаторов газовых выбросов, катализаторов и нахождения новых областей их применения.

Список литературы:

1. Hamilton N., Wolfram T., Müller G.T., Hävecker M., Kröhnert J., Carrero C., Schomäcker R., Trunschke A., Schomäcker R./Catal. Sci. Technol. 201
2. V. 4
3. Химия привитых поверхностных соединений / Под ред. Г.В. Лисичкина.-М.: ФИЗМАТЛИТ,2003



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Экстракт *Aronia melanocarpa* как полифункциональный косметический ингредиент

«Химия»

Желудовская Анастасия Андреевна, Курипченко Маргарита Юрьевна, Сташкевич Юлия Дмитриевна (научный руководитель, учитель химии), место выполнения работы: Белорусский государственный технологический университет

Aronia melanocarpa содержит водорастворимые биологически активные вещества. Наша страна богата растительным сырьем, которое не уступает импортируемому. Данное исследование показывает, как можно использовать местное сырье для изготовления косметики, уменьшая себестоимость товара и увеличивая прибыль с производства. Исследованы экстракты, полученные при разных температурах и разными растворителями (вода и спирт), выявлены оптимальные условия получения и переработки экстрактов, разработаны рецептуры косметики на их основе. Результаты исследований будут способствовать оптимизации производства уходовой косметики, улучшению качества производимой продукции. Использование экспериментальных данных поможет удешевить производство. Цель: разработать и исследовать косметические продукты на основе экстрактов *Aronia melanocarpa*. Задачи: получить водные и спиртовой экстракты и изучить их свойства и состав; оптимизировать процесс получения водного экстракта для увеличения содержания БАВ; исследовать влияние содержания экстракта на свойства водного раствора анионного ПАВ; разработать составы и технологические схемы получения косметики с использованием экстрактов. Термины: *Aronia melanocarpa*, органические кислоты, антоцианы, экстракция, УФ-спектрофотометрия, колоночная хроматография, шампунь, косметические эмульсии

УФ-спектрофотометрия, колоночная хроматография, титриметрический анализ, потенциометрический метод, экстракция неорганическими и органическими растворителями. Работа выполнена на кафедре химической переработки древесины БГТУ. Часть исследований проводилась на спектрофотометре РВ 2201А (Solar, Республика Беларусь), рН-метр HANNA PH 212 (Hanna Instruments, Германия), прибор Росс-Майлса, аппарат Сокслета

Получены водные и спиртовой экстракты; установлено, что водный экстракт, полученный при 60 °С, содержит наибольшее число БАВ. Доказано, что спиртовой экстракт содержит все те же вещества, что и водный. Поэтому оба экстракта пригодны для использования при производстве уходовой косметики. Изучение влияния экстракта на свойства ПАВ показало, что максимальное значение пенного числа наблюдается в растворе, содержащем 40% экстракта. Разработаны составы косметики с использованием водного и спиртового экстрактов

Изучена возможность получения косметики из сырья, выращивание которого не требует особых климатических условий. В РБ все сырье для производства косметики импортируется, поэтому наша задача – снизить расход валюты и расширить собственный ассортимент. Экстракт улучшает свойства косметики в целом, пропадает необходимость добавления в нее синтетических веществ. Косметика с экстрактом соответствует нормам ГОСТ и может быть использована для производства

Список литературы:

1. Бондаренко Ж.В. Технология парфюмерно-косметических продуктов
2. Логвинова Е.Е. Определение органических кислот в плодах аронии черноплодной
3. Научные ведомости БелГУ
4. Флейшер В.Л. Химия природных органических соединений. Методические указания к лабораторным работам



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Синтез защитных керамических (оксидных) плёнок на поверхности носителя методом лазерного сканирования

«Химия»

Корченкина Дарья Владимировна, Либерзон Глеб Александрович, Истомин Игорь Александрович (научный руководитель, Кандидат технических наук), место выполнения работы: Лазерный центр ОТИ НИЯУ МИФИ

Задачей нашего проекта является синтез защитных керамических (оксидных) плёнок на поверхности носителя методом лазерного сканирования. В настоящее время многие предприятия активно осваивают технологию защиты изделий, эксплуатируемых в агрессивных средах, основанную на покрытии металлов тонкими керамическими (оксидными) плёнками. Технология позволяет получать многофункциональные покрытия, которые могут решать широкий комплекс задач. Формирование градиентного слоя на границе покрытие-металл позволяет выдерживать значительные термоциклические нагрузки. Несмотря на пористость получаемых покрытий, практика показала их высокую надежность при эксплуатации в агрессивных средах.

Все исследования проводились на системе прецизионной лазерной маркировки «МиниМАРКЕР 2ТМ-М20». Для проведения исследований были изготовлены образцы размером (50 x 50) мм из следующих материалов (листовой прокат): сталь 12Х18Н10Т; сталь Ст3; сталь 40Х13; сталь 14Х17Н8Т; сталь 20; сталь 45; алюминий. Обработку проводили в различных режимах, изменяя: мощность излучения, частоту следования импульсов, скорость перемещения луча лазера.

В результате работы подтверждена возможность нанесения защитного керамического покрытия на различные металлы с помощью лазерного излучения двумя способами, а именно- за счёт внутреннего оксидирования металлов вентильной группы алюминия, титана, магния, циркония и их сплавов, и высокотемпературного воздействия на растворимую соль с последующим переводом её в оксид.

Разработаны режимы обработки сфокусированным лазерным излучением различных поверхностей и конструкционных материалов для создания тонких защитных керамических плёнок толщиной от долей нанометра до нескольких микрометров. Показана зависимость толщины образующегося покрытия от характеристик лазерного излучения. Подтверждена химическая устойчивость образцов из стали и алюминия, покрытых защитной керамической плёнкой.

Список литературы:

1. Петухов В.Ю., Гумаров Г.Г. Ионно-лучевые методы получения тонких плёнок;
2. Калюжный Д.Г. Использование сканирующего устройства для напыления углеродных нанопленок методом лазерной абляции.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Утилизация металлургических отходов с помощью биотехнологий

«Химия»

*Прокофьева Софья Евгеньевна, Волобуева Виктория Федоровна, Дюбарь Анна Михайловна, Кочетов Иван Иванович
(научный руководитель, Студент вуза НИТУ "МИСИС"), место выполнения работы: ОЦ Сириус*

Предприятия вырабатывают различные виды отходов: шламы, шлаки, пыль. Они оказывают негативное воздействие на окружающую среду, загрязняют грунтовые воды и атмосферу. На данный момент в России расположено около 30 крупных металлургических предприятий. Из-за складирования отходов производства происходит отчуждение земель. Ежегодно вместе со шлаками и шламами выкидывают до 30% полезных компонентов (Fe, Zn, Cu и др.), добываемых в мире. В мире насчитывается примерно 3 млн гектар, выделенных под хранение отходов металлургического производства. Нами предложено использовать шлаки металлургического производства для получения пигментов-наполнителей и магнитного порошка с помощью биотехнологии. Для достижения цели необходимо было решить следующие задачи: 1. Провести сравнительный анализ существующих методов переработки отходов. 2. Изучить технологию бактериального выщелачивания. 3. Разработать концепт и создать установку бактериального выщелачивания. 4. Получить мелкодисперсные пигменты основных цветов. 5. Получить и испытать магнитный порошок. 6. Рассмотреть возможности альтернативного применения мелкодисперсных порошков.

Нами предложено решение данной проблемы с помощью биотехнологий, а именно технологии бактериального выщелачивания. Бактериальное выщелачивание представляет собой процесс извлечения различных химических элементов или их соединений из концентратов, руд с помощью деятельности бактерий. Исследование проводилось в лаборатории, оснащённой всем необходимым оборудованием: УФ-лампа, муфельная печь, сушильный шкаф и т.д..

Результаты 1. Проведен сравнительный анализ существующих методов переработки шлаков. 2. Изучена технология бактериального выщелачивания. 3. Разработан концепт и создана установка бактериального выщелачивания. 4. Получены мелкодисперсные пигменты и магнитный порошок и рассмотрены варианты их применения. 5. Создана декоративная продукция.

Был показан один из возможных способов переработки отходов металлургического и горнопромышленного производства. Технология бактериального выщелачивания считается одной из самых перспективных, так как позволяет сократить капитальные затраты, а также уменьшить загрязнение окружающей среды. Также она способствует не только улучшению состояния окружающей среды, но и получению таких продуктов, как: мелкодисперсные пигменты и магнитные порошки.

Список литературы:

1. Molecular genetics of *Thiobacillus ferrooxidans*. 1994 Mar; 58(1): 39–55.
2. *Thiobacillus ferrooxidans*. TSUYOSHI SUGIO, * CHITOSHI DOMATSU, TATSUO TANO, AND KAZU-TAMI IMAI American Society for Microbiology, 1984.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Технология получения коллагена из чешуи карася якутского и их применения в косметологии и средствах гигиены

«Химия»

Иванова Ювеналия Васильевна, Яковлева Ульяна Михайловна (научный руководитель, учитель биологии), место выполнения работы: школьная лаборатория и лаборатория научно-исследовательского института

Рыбные отходы и побочные продукты являются ценными сырьевыми ресурсами. Они как источник белков и прежде всего, коллагена и продуктов его гидролиза, могут найти широкое применение во многих отраслях народного хозяйства. По своей природе коллаген, полученный из чешуи рыб – это белок соединительной ткани, в последнее время рассматривают их как ценный источник пищевых волокон. Уникальные физико-химические характеристики, присущие белкам животного происхождения, поэтому использовать коллаген, полученный из чешуи карася, можно в различных направлениях деятельности человека. Задачами данной работы являются 1. Изучить литературу по теме исследования. 2. Изучить биохимический состав чешуи карася якутского. 3. Получение коллагена из чешуи карася методом инфракрасной сушки. 4. Провести опыты по использованию полученного коллагена в составе крема и средств гигиены и выявить эффективность его действия.

Биохимический анализ чешуи карасей в инфракрасном анализаторе Spectra star 2200, для измерения массовых долей воды, белка, жира и азотистых веществ. Метод получения коллагена способом инфракрасной сушки из коллагенсодержащей чешуи карася якутского способом измельчения, сушки и повторного измельчения, при температуре от 45°C до 55°C. Метод гидролиза коллагена из чешуи карася и применение его в косметологии и средствах гигиены.

Биохимический анализ показал, что в 100 г чешуи карасей содержится 53 % коллагена, 36,2% азотистых веществ, жир составляет 0,2 %, вода 10,6%. Технология получения коллагена способом инфракрасной сушки достаточно проста и экологически безопасна по сравнению с другими методами. Опыты по использованию полученного коллагена в составе крем-геля для умывания лица, крем для рук, туалетного и хозяйственного мыла показали, что он обладает разглаживающими, восстанавливающими свойствами.

В своем исследовании мы сделали попытку превратить отходы в доходы. На данном этапе, наша тема актуальна тем, что каждый человек в домашних условиях может получать коллаген из рыбных отходов и использовать его как ценную биологическую добавку в пищу человека, корма сельскохозяйственных животных и в составе косметических и гигиенических композиций.

Список литературы:

1. Болгова, С.Б. Перспектива применения рыбного коллагена в косметической и фармацевтической промышленности [Текст] / С.Б. Болгова, Л.В. Антипова, А.В. с. 128-131.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Разработка метода получения электропроводящего покрытия на основе никеля

«Химия»

Калинкина Валерия Анатольевна, Егорова Мария Денисовна, Чикалов Иван Сергеевич, Никитин Константин Сергеевич (научный руководитель, Магистрант 1 курса), место выполнения работы: ФГБОУ ВО "Ивановский государственный химико-технологический университет"

Как известно, солнечные батареи построены из фотоэлементов на основе кремния, которые продолжают оставаться достаточно дорогими. В свою очередь, применение ячейки Гретцеля при конструировании батарей является экономически более целесообразным, наиболее современным и интересным методом. Работы над улучшением характеристик солнечных ячеек ведутся постоянно [1,2]. Получение металлического электропроводящего покрытия на неметаллической поверхности, которое может быть использовано в качестве электрода фотоэлементов солнечных батарей, представляет большой интерес в настоящее время и является актуальной задачей. Цель данного исследования – разработка метода получения металлического покрытия на твердом субстрате и определение вольтамперных характеристик (ВАХ) фотоэлементов, где вторым электродом выступает получаемое покрытие.

В качестве проводящего слоя наносили металлическое покрытие никеля, субстратом выступало стекло. Степень чистоты всех используемых реагентов в данной работе была "ХЧ". Измерение ВАХ проводилось стандартными методами, как минимум 5 раз для каждого получаемого образца.

Для получения покрытия никеля на твердом субстрате разработан метод, в основе которого лежит взаимодействие аммиачного комплекса металла с серосодержащим восстановителем. Образцы исследовали методом СЭМ, а также вольтамперметрически. Установлено, что поверхность получаемого покрытия неоднородна. Сопротивление образца составило 2.2 кОм. В случае, когда вторым электродом выступает пластина платины, КПД ячейки составляет 0.4%. Для ячейки, где получаемое покрытие никеля выступает вторым электродом, КПД составляет уже 17.4%.

Таким образом, в настоящей работе удалось получить устойчивое покрытие никеля на стекле, которое обладает электропроводящими свойствами и может быть использовано при конструировании фотоэлементов.

Список литературы:

1. Brian O'Regan, Michael Gratzel // Nature, 199
2. V. 35
3. P. 737
4. П.А. Трошин. // Журнал "Российские нанотехнологии", 200
5. Т.
6. № 5-
7. С. 56



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Синтез и изучение активности Pd катализаторов, нанесенных на кремний-циркониевые оксидные материалы

«Химия»

Усольцева Дарья Дмитриевна, Латыпова Аделя Ришатовна (научный руководитель, Младший научный сотрудник), место выполнения работы: ФГБОУ ВО "ИГХТУ"

Разработка высокоэффективных катализаторов – одна из приоритетных задач химической науки. Современные тренды в синтезе катализаторов основаны на подборе состава и строения носителей каталитических фаз, также способных влиять на функциональность катализаторов. Палладиевые катализаторы на оксидных материалах $\text{Na}_3\text{Me}_2\text{Zr}_2\text{PSi}_2\text{O}_{12}$ и $\text{Na}_3\text{Me}_2\text{PSi}_2\text{O}_{12}$ могут представлять интерес, как для тонкого органического синтеза, нефтеперерабатывающей промышленности с целью увеличения глубины переработки нефти, так и для альтернативных путей получения продуктов нефтепереработки с использованием возобновляемых источников, таких как различные биомассы (целлюлоза, крахмал, коллаген, соевый белок и казеин). Катализатор – это материал, обеспечивающий наиболее быстрый и наименее энергозатратный путь реакции и не претерпевающий при этом химического изменения. Носитель – материал, не вступающий в химическое взаимодействие с участниками реакции и стабилизирующий частицы активной каталитической фазы. Активность катализатора – скорость химической реакции в присутствии катализатора за вычетом скорости той же реакции в без катализатора. Кислотные центры по Льюису – молекула, атом или ион, имеющие вакантные электронные орбитали, вследствие чего они способны принимать электронные пары.

Оксидные материалы типа $\text{Na}_3\text{Me}_2\text{Zr}_2\text{PSi}_2\text{O}_{12}$ и $\text{Na}_3\text{Me}_2\text{PSi}_2\text{O}_{12}$ получали золь-гель методом, разработанным на основе анализа научной литературы [1,2]. Методика синтеза палладиевых катализаторов была взята из статьи [3]. Используемое оборудование: газовый хроматограф Кристалл 5000М, жидкостной хроматограф Хроматэк-Кристалл, ЗАО СКБ “Хроматэк”, РФ; автоматический анализатор хемосорбции AutoChem HP 2950 марки Micromeritics, США.

Разработали носители типа $\text{Na}_3\text{M}_2\text{Zr}_2\text{PSi}_2\text{O}_{12}$ и $\text{Na}_3\text{M}_2\text{PSi}_2\text{O}_{12}$ (M: Co, Al, Mg) для получения 5% палладиевых катализаторов гидрирования. Палладиевый катализатор (5% масс. дол. Pd) с носителем, допированным кобальтом, показал наибольшую скорость реакции, но заметное снижение активности. Палладиевый катализатор (5% масс. дол. Pd) с носителем, допированным магнием, показал более низкую скорость реакции и наибольшую стабильность. Носители обоих типов могут быть использованы для получения высокоэффективных катализаторов.

На основании первичных исследований каталитической эффективности полученных материалов в процессе гидролитического гидрирования целлюлозы можно заключить, что данный тип катализаторов может быть использован для получения сорбитола и маннитола. Возможные пути развития включают исследования катализа гидрирования целлюлозы, а также конверсии спиртов в олефины с использованием полупромышленных проточных реакторов.

Список литературы:

1. Hideyuki MORIMOTO et.al. *Electrochemistry*, 82(10), 870–874 (2014)
2. Song, S. et al. *Sci. Rep.* 6, 32330; doi: 10.1038/srep32330 (2016).
3. I. N. Voropaev et.al. *Russian Journal of Inorganic Chemistry*. 54(10), 1531-1536 (2009).



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Скрининг сокристаллов и солей хинолонов с тирамином

«Химия»

Зайцев Марк Владимирович, Бойцов Денис Евгеньевич (научный руководитель, Студент), место выполнения работы: Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук

Хинолоны — это класс антибактериальных лекарственных соединений, которые широко используются в медицине с 60-ых годов XX века. Большинство соединений данного класса имеют низкую растворимость в воде и биодоступность. В настоящий момент известно большое количество методов, которые позволяют улучшить растворимость лекарственных соединений [1], но наиболее популярные из них — получение солей и сокристаллов. Сокристалл — это твёрдое вещество, состоящее из двух или более компонентов в стехиометрическом соотношении, не являющееся в тоже время сольватом или солью[2]. Солевая форма отличается от сокристаллической лишь переносом протона с молекулы донора водородной связи на молекулу акцептора. Целью данного исследования был поиск новых многокомпонентных кристаллов соединений хинолонового ряда с тирамином. В качестве объектов исследования были выбраны налидиксиновая кислота, оксолиновая кислота, норфлоксацин и энрофлоксацин, отличающиеся как набором и расположением функциональных групп, так и соотношением доноров и акцепторов водородных связей.

Скрининг многокомпонентных кристаллов проводился методами перемолла с тремя различными растворителями: этанолом, ацетонитрилом и водой, а также суспензионным методом. Образование новых многокомпонентных кристаллов хинолонов с тирамином было подтверждено методами термомикроскопии, дифференциальной сканирующей калориметрии и рентгенофазового анализа

Получены четыре новые кристаллические формы хинолонов с тирамином—норфлоксацин+тирамин (1:1), норфлоксацин+тирамин+H₂O (1:1:1), налидиксиновая кислота+тирамин (1:1) и энрофлоксацин+тирамин+H₂O (1:1:1). Оксолиновая кислота с тирамином не образует новых кристаллических форм. Методом кристаллизации из этанола был выращен монокристалл гидрата соли энрофлоксацина, однако безводной соли энрофлоксацин+тирамин получить не удалось. Был выбран суспензионный метод, который позволил получить чистый гидрат соли.

Дальнейшее исследование будет посвящено поиску условий получения монокристаллов новых кристаллических форм норфлоксацина и налидиксиновой кислоты. Также планируется проведение эксперимента по измерению растворимости и кинетики растворения полученных солей.

Список литературы:

1. T.V. Volkova, E.N. Domanina, R.S. Kumeev, A.N.Proshin, I.V. Terekhova // J. Mol. Liq. - 201
2. - V. 26
3. - P. 492-500.
4. S. Aitipamula, R. Banerjee, A.K. Bansal, K. Biradha [и др.] // Cryst. Growth Des. – 201
5. – V. 1
6. – N.
7. – P. 2147-2152.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Пористые микрочастицы карбоната кальция, содержащие биополимеры: синтез, свойства и перспективы применения

«Химия»

Рафальская Анастасия Владимировна, Юрковец Татьяна Александровна (научный руководитель, учитель биологии и химии), место выполнения работы: Институт химии новых материалов НАН Беларуси

В последние годы внимание ученых сосредоточено на разработке новых нано- и микрофункциональных структур для биомедицинского применения. Нано- и микрочастицы имеют большую площадь поверхности, могут включать биологически активные вещества (БАВ) и высвобождать их при воздействии внешних факторов. Однако многие носители БАВ (гидрогелевые полимерные мицеллы, липидные мембраны, дендримеры, липосомы, полимерные микро/наночастицы) имеют ограниченное использование из-за низкой степени загрузки, нестабильности, токсичности и слабой биodeградируемости. Из современных неорганических носителей особый интерес уделяется ватеритной модификации карбоната кальция. Благодаря простоте получения, низкой себестоимости, мягким условиям растворения, биodeградируемости, высокой биосовместимости высокопористые микросферы ватерита могут быть успешно использованы в качестве контейнеров с целью пролонгированного и контролируемого высвобождения БАВ, а также для получения с их помощью полимерных носителей для БАВ. В этой связи актуальными являются получение микросфер ватерита контролируемого размера, морфологии, внутренней структуры, пригодных для создания новых полимер-неорганических носителей с заданной структурой и свойствами.

Микрочастицы карбоната кальция получали, смешивая эквимолярные растворы (0,2 М) карбоната натрия и хлорида кальция при интенсивном перемешивании. Полученный осадок CaCO_3 отделяли центрифугированием, промывали водой и сушили при 104,0 - 2,0 С. Морфологию микрочастиц изучали с помощью сканирующей электронной микроскопии (JSM-6000Plus, Япония). Включение биологически активного вещества проводили сорбцией из его растворов с различной концентрацией.

Получены пористые сферические микрочастицы CaCO_3 со средним диаметром от 2,5 до 7,9 мкм. Установлено, что наибольшая величина Е-потенциала (25,6 мВ) по абсолютному значению характерна для частиц CaCO_3 -Пект. Показано, что с увеличением концентрации ПСХ в реакционной смеси от 0,1 до 5,0 мг/мл количество включенного полимера возрастает от 2 до 32 мас.% для пектина и от 3 до 46 мас.% для хитозана. Наибольшая эффективность включения (до 90%) и массовое содержание антисептика (1,2 мас.%) характерна для частиц CaCO_3 -Пект.

Разработана методика получения микрочастиц карбоната кальция размером менее 10 мкм с заданными свойствами (размер микрочастиц, размер зерна, величина заряда поверхности), которая позволяет регулировать количество включенного полисахарида от 1,5 до 46,0 мас.%. Полученные композиционные микросферы перспективны в качестве носителей биологически активных соединений для пищевой промышленности, косметологии, медицины и ветеринарии.

Список литературы:

1. G. Sukhorukov [et al]. J. Mater. Chem. – 200
2. – V. 1
3. – P. 2073–2081.
4. Y. Han [et al]. Journal of Crystal Growth. – 200
5. – V. 28
6. – P. 269–274.
7. W. Kim, R. Robertson, R. Zand. Crystal Growth. – 200

8. – V.
9. – N.
10. – P. 513-522.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Быстрый синтез BODIPY – флуоресцентных сенсоров

«Химия»

Борискин Евгений Михайлович, Кокурина Татьяна Владимировна, Меркушев Дмитрий Александрович (научный руководитель, Младший научный сотрудник), место выполнения работы: Ивановский государственный химико-технологический университет

Основной задачей данного проекта являлось увеличение скорости получения и очистки ряда флуоресцентных борфторидных комплексов BODIPY – широко распространённого класса соединений, обладающего простотой химической модификации молекул красителя, с возможностью создания целого спектра флуоресцентных сенсоров, меток, зондов. Причиной выбора нашего направления работы является то, что, несмотря на обилие работ, посвященных изучению оптических свойств данных соединений, непосредственно синтезу BODIPY не уделяется достаточного внимания, и в подавляющем числе случаев он описывается как многостадийный процесс, протекающий, в среднем, от 48 до 72 часов. Использование механохимического подхода к синтезу BODIPY позволило нам многократно сократить это время до примерно 12 минут. Также были изучены оптические свойства комплексов на предмет флуоресценции и электронного поглощения.

Получение комплексов BODIPY было проведено с использованием механохимического метода синтеза, заключающегося в перетирании смеси исходных компонентов в ступке. Стоит отметить, что синтез проводился методом «one-pot», т.е. все вещества смешивались в одной посуде. После получения вещества оно было очищено методом колоночной флеш-хроматографии. Структура веществ была подтверждена методами ЯМР- и масс-спектроскопии.

Данным методом был синтезирован 3 комплекса BODIPY, обладающих различными заместителями в мезо-положении бордипириинового ядра. Время синтеза веществ составило около 12 минут (вместо 48 часов). Выход веществ не уступает актуальным методикам синтеза аналогичных соединений. Было сокращено использование органических растворителей. Спектральные свойства одного из веществ показали возможность его применения для пометки белков, в качестве pH сенсора растворов, и гибридного материала для определения pH газов.

Механохимический метод синтеза способен значительно сократить время получения комплексов BODIPY, что непременно найдёт применение в научной практике лабораторий, работающих в данной области. Синтезированные нами соединения показали потенциал использования в биологических исследованиях, и в дальнейшем будут глубже изучены в направлениях молекулярной сенсорики и биоприменения.

Список литературы:

1. Shivran N. et al. Syntheses and photodynamic activity of some glucose-conjugated BODIPY dyes // Eur. jour. of med. chem., 201
- 2.
3. Alamiry M. A. H. et al. Energy- and Charge-Transfer Processes in a Perylene-BODIPY-Pyridine Tripartite Array // EurJOC, 2008.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Синтез легкоплавкого сплава олово-серебро-медь

«Химия»

Лиморова Мария Дмитриевна, Коростелева Елена Романовна, Мельникова Светлана Геннадьевна (научный руководитель, Учитель химии высшей категории), место выполнения работы: БГУ, Химический факультет

Сплавы олова с медью и/или серебром эвтектического состава характеризуются невысокими температурами плавления. Благодаря своим свойствам, с успехом заменяют свинецсодержащие припои, полный отказ от использования которых реализован в странах ЕС и Японии из-за токсичности свинца. В литературе отсутствуют сведения о получении тройных сплавов методом контактного вытеснения. В данной работе впервые предлагается получить сплав олово-серебро-медь путем восстановления Ag(I) и Cu(II) на поверхности частиц порошка олова. Цель исследования: разработка безэлектролизного способа получения тройного легкоплавкого порошкового сплава олово-серебро-медь в водном растворе и методики его применения в качестве припоя. Для реализации цели были поставлены следующие задачи: 1) Изучить теоретический материал по данной теме; 2) Провести экспериментальную часть работы: а) Приготовление водного раствора для синтеза тройного сплава олово-серебро-медь; б) Приготовление спиртового раствора для синтеза тройного сплава олово-серебро-медь; в) Выбор условий химического синтеза тройного сплава олово-серебро-медь в водном (неводном) растворах г) Подтверждение полученных результатов;

1. Для получения сплава олово-серебро-медь использовали пирофосфатный раствор, близкий по составу к описанному в справочнике [Беленький, М.А. Электроосаждение металлических покрытий.], содержащий соли меди(II) и серебра(I). 2. Контактное вытеснение Cu(II) и Ag(I) оловом проводили путем добавления навески порошка олова к аликвоте раствора. 3. оборудование для анализа порошка: микроскоп LEO 1420, сканирующего калориметра NETZSCH STA 449 C

1. Разработан способ безэлектролизного получения тройного сплава, близкого по составу к эвтектике, олово – серебро – медь. 2. Предложен способ улучшения качества порошкового сплава Sn-Ag-Cu путем использования активного флюса - ацетилсалициловой кислоты, обеспечивающей удаление оксидов с поверхности частиц сплава. 3. сплав характеризуется близкой к олову смачиваемостью поверхности меди и меди с покрытием Ni-P, что свидетельствует о возможности применения разработанной методики в пайке изделий электронной техники.

сплав характеризуется близкой к олову смачиваемостью поверхности меди и меди с покрытием Ni-P, что свидетельствует о возможности применения разработанной методики в пайке изделий электронной техники.

Список литературы:

1. Беленький, М.А. Электроосаждение металлических покрытий.
2. Воробьева, Т. Н. Получение порошковых сплавов олова с медью, золотом и висмутом методом контактного вытеснения из растворов .



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Технологический метод синтеза и применение хелатных микроудобрений при выращивании овощных культур (томаты, перец, баклажаны) в открытом грунте в почвенно-климатических условиях Донбасса

«Химия»

Катина Анастасия Владимировна, Удодов Иван Александрович (научный руководитель, Кандидат химических наук), место выполнения работы: На базе ГУ НИИ «Реактивэлектрон», дома

Томаты, перец и баклажаны занимают важное место в структуре посевных площадей агропредприятий Донецкой Народной Республики. В Донбассе микроудобрения в виде хелатных комплексов при выращивании овощных культур в открытом грунте не применялись, как и самого производства ЖКМУ. Это связано с тем, что Донбасс традиционно считался промышленным регионом. Лишь в последние годы с образованием ДНР особое внимание стало направленным на развитие агропромышленного комплекса. Следует отметить, что ранее подобные исследования, учитывающие почвенно-климатические условия Донбасса, не проводились. Таким образом, задачами данной научной работы является: 1. На основе литературных данных определить особенности микроэлементного питания овощных культур (томаты, перец и баклажаны). 2. Экспериментально определить содержание подвижных форм микроэлементов (Cu, Zn, Mn, Co, Mo) в почве опытного участка. 3. Разработать состав и технологический метод синтеза жидких комплексных хелатных микроудобрений для внекорневой подкормки томатов, перца и баклажанов. 4. Провести микрополевые испытания хелатных микроудобрений. Ключевые слова: Анализ почвы, жидкие комплексные хелатные микроудобрения, органические удобрения, томаты, баклажаны, овощной перец, синтез микроудобрений в лаборатории, микрополевой опыт.

1. Содержание подвижных форм Mn, Zn, Cu и Co определяли по Крупскому-Александровой, а Mo – по Григгу. 2. Оптимизация химического состава микроудобрений согласно микроэлементному питанию данных овощных культур. Битюцкий, Н.П. Микроэлементы и растение: учебное пособие / Н.П. Битюцкий. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 1999. – 232 с. 3. Разработка технологического метода синтеза Патент Украины на полезную модель № 34209.

Разработан состав ЖКМУ для внекорневой подкормки томатов, перца и баклажан. Химический состав микроудобрений адаптирован к почвенно-климатическим условиям Донбасса. Оптимизирован технологический метод получения ЖКМУ. Метод является ресурсо- и энергосберегающим – синтез протекает с достаточной скоростью при стандартных условиях. В микрополевых опытах показана эффективность предложенных микроудобрений, увеличение урожайности в результате внекорневых подкормок ЖКМУ для томатов составляет 58%, а для баклажан – 48%.

Нами был оптимизирован технологический метод получения жидких комплексных хелатных микроудобрений. В последствии данный метод может стать основой для дальнейшего экономически выгодного промышленного производства микроудобрений, так как он является ресурсо- и энергосберегающим – синтез ЖКМУ протекает с достаточной скоростью при комнатных температурах и сырьевые компоненты имеют сравнительно низкую рыночную стоимость.

Список литературы:

1. Бугаевский. – Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. Ун-те, 198
2. – 136 с.
3. Батлер, Дж. Н. Ионные равновесия: Пер. с англ. – Л.: «Химия», 197
4. – 448 с.
5. Каталымов, М.В. Микроэлементы и микроудобрения / М.В. Каталымов. – М.: Химия, 196



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

Изготовление пластмасс из растительных пищевых отходов

«Химия»

Умурзакова Сания Жакировна, Усембаева Дилара Ержановна, Науменко Наталья Юрьевна (научный руководитель, Учитель химии), место выполнения работы: в школе

Наша научно-практическая деятельность включает в себе изготовление оригинального продукта, а именно пластика из банановой, апельсиновой и картофельной кожуры с использованием соляной кислоты, глицерина и гидроксида натрия. Также в исследование характеристик полученного пластика включено изучение физических и химических свойств материала. Задачи: -создать пластмассу из растительных отходов с добавлением различных химических веществ; -определить и сравнить химические и физические свойства готовых продуктов;-выяснить, могут ли стать полученные полимеры полноценной заменой существующим и определить сферы их применения. Основные понятия: Полимеры - это вещества, состоящие из макромолекул, т. е. из длинных молекулярных полимерных цепей[1, 9]. В своей повседневной жизни человек встречается как с природными так и с синтетическими полимерами. Крахмал - это полисахарид с высокой молекулярной массой. Пищевые продукты такие, как хлеб, кукуруза и картофель полны крахмала. В состав крахмала может входить до 10000 звеньев глюкозы, связанных между собой. Биоразложение — это процесс распада органических материалов на экологически безопасные вещества за счёт бактерий или других биологических процессов.

Методика проведения эксперимента: Измельчить 200 г кожуры и поместить в сосуд. Кипятить в соляной кислоте 30 мин. Просушить. Растолочь в ступке. Отфильтровать. Добавить NaOH. Отфильтровать. Сложить в чашку Петри, смазанную глицерином. Сушить несколько дней на солнце или в сушильном шкафу до постоянной массы. Использование именно банановой кожуры для производства пластика было предложено ученицей турецкой школы Elif Bilgin.

При взаимодействии с кислотами пластик из банана оказался наиболее устойчивым, а с щелочью не было видимых изменений ни в одном случае. Пластик из картофеля имеет наименьшую плотность, наименьший коэффициент теплопроводности. Пластик из банана имеет наименьший коэффициент, а самый высокий у картофельного. При нагревании пластики обуглились, но не плавилась. Наиболее прочным оказался пластик из апельсина. Структура пластмасс разрушалась ферментом амилазой, в почве разложились частично или полностью в течение 10 дней.

Пластики можно использовать в качестве упаковки, изготовление шин для автомобилей, теплоизоляционный материал, самолето- и кораблестроение. Планируемое развитие проекта: добавление красителей для улучшения внешнего вида, уменьшение толщины пластика путем прессования для изготовления тонких и легких предметов, более тщательное измельчение кожуры при изготовлении в целях придания более гладкого вида поверхности.

Список литературы:

1. Максанова Л. А., Аюрова О. Ж. Полимерные соединения и их применение. - Улан- Удэ, 200
2. - 356 с.
3. Сыч В. Ф. Основы молекулярной биологии. - Ульяновск: УлГУ, 2008 - 64 с.
4. Свиридов Е. Б., Дубовый В. К. Книга о полимерах. - Архангельск: САФУ, 2016 - 392 с.