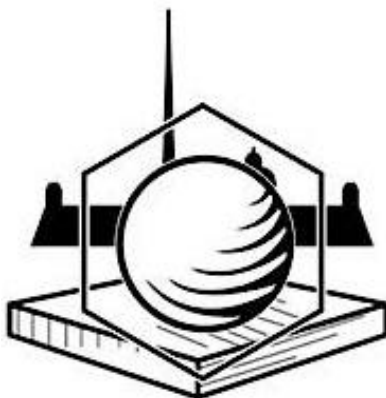


Санкт-Петербургский государственный университет  
Российское химическое общество им. Д. И. Менделеева  
Томский политехнический университет  
ООО «Траектория успеха»

**XLVII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ, ПОСВЯЩЁННАЯ  
ДОСТИЖЕНИЯМ В ОБЛАСТИ МЕДИЦИНЫ**

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**



24 – 27 марта 2023  
Санкт-Петербург

XLVII Всероссийская научно-практическая конференция школьников по химии

XLVII Всероссийская научно-практическая конференция школьников по химии, посвящённая достижениям в области медицины

Тезисы докладов в авторской редакции

## ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

**Балова Ирина Анатольевна**, доктор химических наук, директор Института химии СПбГУ, председатель жюри смотра-конкурса исследовательских работ школьников

**Карцова Анна Алексеевна**, доктор химических наук, профессор Института химии СПбГУ, председатель оргкомитета

**Скрипкин Михаил Юрьевич**, кандидат химических наук, доцент Института химии СПбГУ, заместитель председателя оргкомитета

**Богачев Никита Александрович**, кандидат химических наук, доцент Института химии СПбГУ, ученый секретарь оргкомитета

**Ефремова Мария Михайловна**, кандидат химических наук, доцент Института химии СПбГУ

**Филиппов Илья Павлович**, аспирант Института химии СПбГУ

**Залялютдинов Тимур Амирович**, кандидат физико-математических наук старший преподаватель физического факультета СПбГУ

**Кинжалов Михаил Андреевич**, кандидат химических наук, доцент Института химии СПбГУ

**Калинин Евгений Олегович**, ведущий специалист управления по работе с молодежью СПбГУ

**Федоренко Надежда Павловна**, ведущий инженер учебной лаборатории общей и неорганической химии СПбГУ

## **XLVII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ**

24 – 27 марта 2023 г., Санкт-Петербург, Институт химии СПбГУ

*«Искусство – это я, наука это – мы»*

*/В. Гюго /*

В Институте химии (на химическом факультете) Санкт-Петербургского государственного университета 24 марта 2023 г. стартует XLVII Всероссийская научно-практическая конференция школьников по химии. Учредитель конференции – Санкт-Петербургский государственный университет, а соорганизаторы – РХО им. Д.И. Менделеева, ООО «Траектория успеха» и Томский политехнический университет. Конференция будет проходить с 24 по 27 марта.

После трехлетнего режима онлайн этот долгожданный научный форум юных естествоиспытателей будет снова проходить в очном формате. И организаторы конференции, и ее непосредственные участники невероятно рады такому событию: «глаза в глаза» всегда надежней и интересней! И запоминается дольше!

XLVII Всероссийская научно-практическая конференция школьников по химии в этом году посвящена успехам медицинской науки, что стало возможно благодаря активной востребованности физико-химических методов при решении многих задач в области биомедицины. В прошлом году конференция была посвящена 150-летию со дня рождения Михаила Семеновича Цвета, русского ботаника, физиолога и биохимика, с именем которого связано открытие в начале XX-го века хроматографии, а в этом – научная общественность отмечает 120-летие со дня открытия М.С.Цветом хроматографии. С применением хроматографических и электрофоретических методов сегодня предложены принципиально новые подходы к анализу смесей со сложной матрицей, какими являются биологические объекты. Наряду с образцами мочи, сыворотки и плазмы

крови, остающимися по-прежнему золотыми стандартами в клинической, токсикологической и судебно-медицинской экспертизе, активно востребован анализ и таких биологических жидкостей как грудное молоко, слюна, амниотическая и спинномозговая жидкости и др. Физико-химические методы широко используется в целях диагностики различных заболеваний: микроальбуминурии, болезни Паркинсона и Альцгеймера, феохромоцитомы и нейроblastомы, мочекаменной болезни и т.д., при разделении различных моноклональных антител, оценки энантиочистоты лекарственных препаратов. Толчком к развитию энантиомерного анализа послужило установление того факта, что энантиомеры сильнодействующих лекарственных препаратов распределяются в организме пациента по-разному, метаболизируют различными путями, воздействуют на разные органы и выводятся из организма с разной скоростью. Представленные на конференцию доклады активно обсуждают и эти вопросы.

На XLVII Всероссийскую конференцию заявлено около 100 докладов, которые будут заслушаны на секциях «Фармацевтическая химия и медицина», «История химической науки и химическое образование», «Органический синтез», «Неорганический синтез и вопросы неорганической химии», «Экологические проблемы химии», «Аналитическая химия и физико-химические методы исследования», «Пищевая химия и анализ качества продуктов питания», «Химическая технология. Процессы и явления».

Оргкомитет выражает свою признательность всем, кто был рядом со своими подопечными, сумел инициировать и поддержать их интерес к науке.

2023 г. объявлен *годом педагога и наставника*. В творческом содружестве *учитель-ученик* каждый нужен друг другу. И мы за это продолжение!

Всем участникам XLVII Всероссийской научной практической конференции по химии оргкомитет желает творческих достижений и радости от общения с единомышленниками!

Председатель оргкомитета конференции,  
профессор Института химии СПбГУ,  
д.х.н. Карцова Анна Алексеевна

**СЕКЦИЯ**  
**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ**  
**ИССЛЕДОВАНИЯ**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИТАМИНОВ И ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ В  
ПЛОДАХ УНАБИ**

Андрусенко Е.А.

10 класс МБОУ СОШ № 44 города Ставрополя

Руководитель проекта: Андрусенко С.Ф. к.б.н., доцент кафедры биохимии,  
молекулярной биологии и медицины медико-биологического факультета  
Северо-Кавказского федерального университета  
Ставрополь

Растущая востребованность в безопасных и полезных продуктах стимулирует поиск новых природных источников физиологически активных веществ, особый интерес представляют плоды унаби (*Zizyphus jujuba*). Использование их в питании оказывает положительное действие на работу желудочно-кишечного тракта, оказывает успокаивающее действие, подавляет рост патогенной микрофлоры и т.д. [1]. К сожалению, в России до настоящего времени нет должного признания унаби как пищевого, так и лекарственного растения, что связано с недостаточной изученностью химического состава плодов унаби.

Цель работы – определить витамины и органические кислоты в плодах унаби, выращенных на территории Ставропольского края.

Задачи:

1. Подбор оптимальных условий пробоподготовки;
2. Определение количественного содержания рутина, аскорбиновой кислоты и кислотности плодов унаби.

Объектом исследования были свежие плоды унаби сорта «Вахшский», выращенные на территории Шпаковского района Ставропольского края.

Основные этапы подготовки включали: разделение плодов на кожуру и мякоть, измельчение и взвешивание образца, экстракция, центрифугирование и анализ. Для получения водных экстрактов взвешивали на весах марки ВЛТЭ–150 4,0 г сырья с погрешностью  $\pm 0,001$  г. Измельчали в гомогенизаторе, заливали 40 мл нагретой до 50 °С дистиллированной воды и настаивали в течение 10, 15, 20, 25, 40 и 60 мин. Водно-спиртовые извлечения получали экстракцией спиртом в концентрации 50% с аналогичной продолжительностью экстракции. Для

экстракции с использованием ультразвука применяли ультразвуковую ванну «Сапфир». Полученные извлечения центрифугировали и использовали для анализа надосадочную жидкость.

Определение аскорбиновой кислоты проводили титрованием раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия по стандартной методике определения аскорбиновой кислоты ГОСТ 24556-89 [2]. Наилучшим экстрагентом оказалась водно-спиртовая смесь с использованием ультразвуковой дезинтеграции. Оптимальная продолжительность ультразвуковой дезинтеграции составила 15 минут. Установили, что количество аскорбиновой кислоты в плодах унаби сорта «Вахшский» при оптимальном способе экстракции составляет 537,5 мг%.

Количественное определение рутина проводилось методом перманганатометрии [3]. Установили, что оптимальным экстрагентом является 70% этанол, температура экстракции 80 С, время ультразвуковой обработки 20 мин, количество рутина составило 99,4 мг%.

Количественное определение общей кислотности в плодах унаби проводилось методом алкалиметрии. Установили, что оптимальным экстрагентом является вода, температура экстракции 90 С, время ультразвуковой обработки 30 мин. Результат выразили для главных органических кислот умножая X на определенный расчетный коэффициент по Ермакову А.И. 1 мл 0,1 н раствора щелочи пошедшей на титрование, соответствует 7,5 мг винной, 6,7 мг яблочной, 6,4 мг лимонной, 4,5 мг щавелевой кислот [4].

#### Выводы

1. Подобраны оптимальные условия экстракции анализов: для аскорбиновой кислоты водно-спиртовая смесь с использованием ультразвуковой обработки 15 минут; для рутина экстрагент 70% этанол, температура экстракции 80 С, время ультразвуковой обработки 20 мин, для органических кислот экстрагент вода, температура экстракции 90 С, время ультразвуковой обработки 30 мин.

2. Установили, что плоды унаби являются перспективный объектом использования благодаря высокому содержанию аскорбиновой кислоты (537,5 мг%) и рутина (99,4 мг%). Кислотность плодов унаби по яблочной кислоте составляет 0,81 %, по винной 0,72 %, по лимонной 0,84 %, по щавелевой 1,2 %, что полностью покрывает суточную потребность исследованных веществ в питании для человека.

[1]. Чжэн Фучжун. Лучший доктор – ты сам / пер. с кит. Е. Буяновой. – Краснодар: Неоглори, 2014. – 338 с.

[2] ГОСТ 24556-89 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С

[3] Лабораторный практикум по биохимии растений: Учебное пособие / Н.Н. Новиков, Т.В. Таразанова – М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012.– 97 с.

[4] Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений. – Ленинград: Колос. Ленингр. отд-ние, 1972. – 456

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ АНТОЦИАНОВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ**

Барина М.М., Матряшина А.М.

10 класс СУНЦСКФУ

Руководитель проекта: Андрусенко С.Ф. к.б.н., доцент кафедры биохимии, молекулярной биологии и медицины медико-биологического факультета Северо-Кавказского федерального университета

Ставрополь

Свойства и биологическая ценность натуральной пищевой продукции обуславливается ее химическим составом и комплексом входящих в состав веществ. Антоцианы – группа природных красителей, обладающих биологической активностью. В литературе хорошо освещены темы химического состава антоцианов растений и методы их определения [1–3], но недостаточно раскрыты вопросы о особенностях состава антоцианов с учетом их географического произрастания. В связи с этим актуален вопрос изучения экстракции и анализа антоцианов из растительного сырья Ставропольского края.

Цель работы – оптимизация способов выделения и анализа антоцианов из растительного сырья Ставропольского края.

Задачи исследования:

- 1) определить оптимальные параметры экстракции антоциановых красителей из различного растительного сырья;
- 2) исследовать эффективность различных стабилизаторов для получения устойчивых красителей;
- 3) подобрать оптимальные системы для разделения антоциановых красителей методом тонкослойной хроматографии.

Объекты исследования: фиолетовый лук сорта «Карамель», слива домашняя «Венгерка ажанская», слива «Ренклюд советский», ежевика «Рубен», вишня «Владимирская», капуста краснокочанная «Примеро F1», синий виноград сорта «Муромец», жимолость дикая «Кавказская», терн «Душистый», арония «Черноплодная», рябина «Черноплодная», бузина «Черная», голубика «Дюк», магония «Падуболистная».



Для извлечения красящих пигментов использовали водные и спиртовые экстрагенты различной концентрации. Водную экстракцию проводили при температуре  $95 \div 100$  °С. В качестве спиртовых экстрагентов использовали 30% и 70% этиловый спирт.

Наибольший выход красителя был при экстракции водой, но растворимость красителя выше, если он был получен экстракцией 30% этиловым спиртом.

В полученные вытяжки вносили одинаковый объем растворов веществ с разным диапазоном рН (от 2 до 10). Вытяжки большинства растений в кислой среде изменили свой цвет в сторону розового, а в щелочной среде на зеленый, что говорит о качественном присутствии антоцианов. Для последующих исследований были выбраны растения, которые давали наибольший диапазон окрашивания: капуста, вишня, виноград, слива, голубика, терн и рябина.

Отметили, что водные растворы полученных красителей подвергаются через 3-е суток микробной контаминации. Красители, полученные путем экстракции 30% этиловым спиртом, подвергаются заражению на 9-е сутки. Чтобы предотвратить вероятность микробного заражения и, соответственно, увеличить срок эксплуатации растворов полученных красителей, проводили подбор стабилизаторов. В качестве стабилизаторов исследовали 3%-ные растворы лимонной, фосфорной, уксусной, соляной и аскорбиновой кислот. Самые стабильные красители при хранении были получены с добавлением 0,1 М соляной и лимонной кислот в количестве 3-5 % от общего объема.

Проводили подбор элюирующих систем для разделения антоцианов методом тонкослойной хроматографии. Из ряда систем, описанных в литературе, установили, что лучшее разделение антоцианов из исследуемых растений наблюдается при использовании 3-х систем: уксусная кислота – соляная кислота – вода (3:1:8); н-бутанол – уксусная кислота – вода (8:2:4); 90%-ная муравьиная кислота – 3н соляная кислота (1:1).

Таким образом, в ходе проделанной работы определили, что оптимальным экстрагентом для антоциановых красителей является 30% этиловый спирт; установили, что для водных экстрактов лучшими стабилизаторами являются 0,1 М растворы соляной и лимонной кислот в количестве 3-5 % от общего объема; подобрали оптимальные системы для разделения антоциановых красителей.

Результаты исследования могут быть использованы в пищевой, косметической и текстильной промышленности с целью использования безопасных натуральных красителей.

- [1] Юдина Р.С., Гордеева Е.И., Шоева О.Ю., Тихонова М.А., Хлесткина Е.К. Антоцианы как компоненты функционального питания // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021;25(2):178-189.
- [2] Апрельев А.В., Давыдова Е.В., Смирнов В.А., Панасюк А.Л. Антоцианы. Методы определения антоцианов // Наука и мир. 2018;1(3):32–9.
- [3] ГОСТ Р 53773-2010 Продукция соковая. Методы определения антоцианинов

## ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА ПРЕЛОМЛЕНИЯ ОТ СОСТАВА НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЁННЫХ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИХ ЭЛЮЕНТОВ

Бондарко В.Н.

10 класс, Президентский ФМЛ № 239

Руководитель проекта: учитель химии Кутузов Я.А.,  
Санкт-Петербург

Проведено измерение показателя преломления света в трех двухкомпонентных системах (гексан-этилацетат, гексан-ацетон и ацетон-вода) методом рефрактометрии [1]. Эти системы являются наиболее часто используемыми в лабораторной практике, что и обуславливает их выбор для проведения измерений.

Для второй и третьей систем была изготовлена 21 проба с шагом изменения соотношения объёмных долей компонентов 5%, каждая проба измерена дважды, для первой – 11 проб с шагом изменения объёмного соотношения 10%, каждая проба также измерена дважды.

При работе использовался рефрактометр лабораторный ИРФ-454 Б2М, анализируемые растворы готовились в стеклянных пробирках со шлифом объемом 5 мл, во избежание испарения пробирки закрывались пробками. Показатели преломления чистых веществ-компонентов смеси совпадали с табличными. Температура измерения непременно учитывалась, а полученные значения показателя преломления приводились к стандартным с учетом температурной поправки из расчета, что

$\Delta n = n^{20}_1 * \varphi_1 * (T - 20) + n^{20}_2 * (1 - \varphi_1) * (T - 20)$ , где  $\Delta n$  – температурная поправка,  $n^{20}_1$  и  $n^{20}_2$  – табличные значения показателей преломления компонентов 1 и 2 (ед.),  $\varphi_1$  – объёмная доля компонента 1 (ед.),  $T$  – температура при измерении (°C).  $n^{20} = n^T + \Delta n$ ; таким образом каждое вещество вносит свой вклад в общее значение пропорционально своей объёмной доле.

По итогам измерений составлена база данных в виде графиков, отражающих зависимость показателя преломления от объёмной доли одной из фаз системы.

Для системы «гексан-этилацетат» (см. рис. 1) установлена немонотонная зависимость – вначале функция убывает, затем возрастает с минимумом при равных объёмных долях компонентов (50%), а также установлено, что динамика изменения полученных значений не всегда согласуется с теорией: например, при повышении температуры в некоторых случаях показатель преломления тоже растёт; в нескольких случаях при повышении объёмной доли одной из фаз значение показателя преломления стремится не к табличному числу для чистой фазы, а в обратную сторону (при этом в спорных точках были проведены по 4 измерения в разные дни и взято среднее по ним, а также учтена температура).

В системе «гексан – ацетон» наблюдается монотонное уменьшение показателя преломления по мере увеличения объёмной доли компонента с меньшим значением показателя преломления – его значение для смеси стремится к табличному значению чистого вещества при увеличении его объёмной доли.

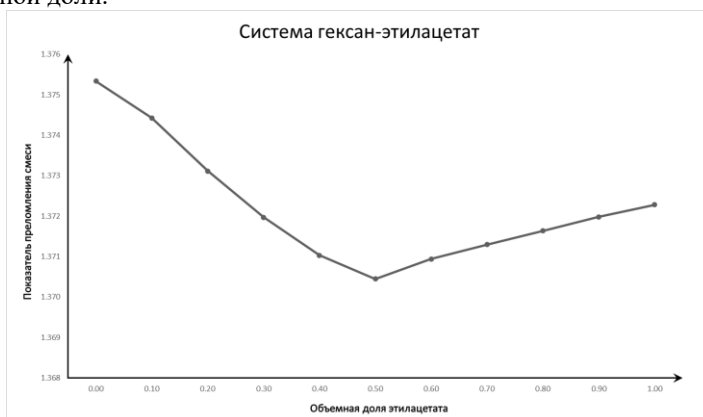


Рис.1. Зависимость  $n^{20}$  от  $\varphi_2$  в системе гексан-этилацетат

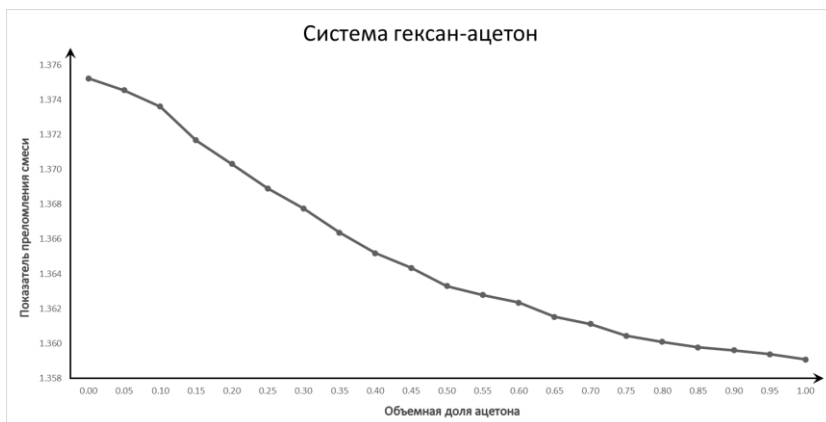


Рис.2. Зависимость  $n^{20}$  от  $\varphi_2$  в системе гексан-ацетон

[1] Практическая химия. В помощь учащимся и преподавателям/ Д. В. Байгозин. — 192 с.— СПб.:РЕНОМЕ, 2021.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИТОНЦИДНЫХ СВОЙСТВ РАСТЕНИЙ И ПРИМЕНЕНИЕ ИХ В МЕДИЦИНЕ

Варун М.Д.

10 класс, ГБОУ лицей №150

Руководитель проекта: учитель химии Армер И.Я., ГБОУ лицей №150

Санкт-Петербург

Интерес к Египетским пирамидам, древним мумиям привёл меня в Эрмитаж, в отдел Древнего Египта.

Искусство мумифицирования менялось на протяжении столетий, и нам не известны подробности этого искусства. Несомненно, только то, что древние врачи использовали при мумифицировании специальные растения, убивающие микробы. Это было подтверждено исследованиями кусочков ткани, взятых с мумии фараона, забальзамированного 3 тысячи лет назад. При вскрытии саркофагов учёные ощущали острый аромат неведомых трав, запах хвои, сезамового масла и, возможно, эвкалипта.[1] За счёт чего растения обладают такими свойствами, мы решили разобраться в своей работе, поэтому **целью** данной работы стало сравнение фитонцидной активности растений и определение их

химического состава. Для осуществления выбранной цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Подобрать информационный материал для написания реферативной части.
2. Познакомиться и овладеть методами химического и физико-химического анализа.
3. Провести эксперимент, направленный на исследование химического состава растений, обладающих фитонцидными свойствами.
4. Провести оценку фитонцидной активности растений.
5. Сделать выводы.

В теоретической части работы рассказывается о применении растений, обладающих фитонцидными свойствами, в медицине, об использовании их в гнойной хирургии в годы Войны в качестве антисептиков. Так же упоминается о исследовании и применении их на практике русским учёным Борисом Токиным. В качестве исследуемых растений были выбраны пихта, чеснок, лук, можжевельник, шиповник, эвкалипт, календула, тополь, которые нашли применение при лечении диабета, болезней сердца, пониженного артериального давления, заболеваниях дыхательных путей, а также при очищении и заживлении ран.[3]

Фитонцидные свойства растений обусловлены наличием не какого-то одного вещества, а смесью веществ, которые можно подразделить на летучие и те, что содержатся в соках [2], где основную роль играют флавоноиды, органические кислоты, витамин С, дубильные вещества, обнаружение которых проводилось методом ТСХ и качественными реакциями. Помимо определения химического состава проводилось экстракция эфирных масел методом мацерации и сравнение фитонцидной активности.

В результате проделанной работы были полностью выполнены поставленные цель и задачи:

- Был подобран информационный материал для написания реферативной части.
- Были изучены и использованы химические и физико-химические методы анализа.
- Были проведены эксперименты, направленные на исследование химического состава растений, обладающих фитонцидными свойствами и сравнение фитонцидной активности.

[1] Токин Б.П. Целебные яды растений. Повесть о фитонцидах. Изд. 3–е, испр. и доп. –5. Изд–во Ленингр. Университета, 1980.

[2] Д. Шварц. Загадки современной химии. Издательство АСТ Москва. 2018

[3] Фитонциды в медицине. Избранные доклады I (Ленинград, 2–6 февраля 1954) и II (Киев, 4–7 июня 1956) совещания по проблеме фитонцидов. Отв. ред. акад. Киев: Изд-во Академии наук УССР. 1959.

## СИНТЕЗ ЛЮМИНЕСЦИРУЮЩИХ НАНОЧАСТИЦ НА ОСНОВЕ ФТОРИДОВ ЛАНТАНОИДОВ

Вологжанина А.В.

10 класс, МБОУ «Гатчинская СОШ №9 с УИОП»

Руководитель проекта: д.х.н., доц. Мерещенко А.С.,

Институт химии СПбГУ

Санкт-Петербург

Люминесценция – это свечение атомов, молекул, ионов и других более сложных комплексов, возникающее в результате электронного перехода в этих частицах при их возвращении из возбужденного состояния в основное. [1] Материалы, которые способны к фотолюминесценции (люминофоры) на сегодняшний день очень широко используются в науке, технике и медицине.

Целью данной работы являлся синтез люминесцирующих наночастиц на основе фторидов лантаноидов обладающих стоксовой ( $\text{NaYF}_4: \text{Eu/Tb}$ ) и антистоксовой ( $\text{NaYF}_4: \text{Yb, Ho/Er}$ ) люминесценцией. Для изучения синтезируемых материалов использовалась современные физические методы анализа, такие как спектрофлуориметрия, рентгенофазовый анализ, энергодисперсионный рентгеновский анализ [2] и сканирующая электронная микроскопия[3].

Получение всех соединений производилось методом гидротермального автоклавного синтеза.

Было выяснено, что все образцы полученных веществ характеризуются  $\beta\text{-NaYF}_4$  гексагональной кристаллической фазой. Методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии установлен качественный состав полученных веществ. При помощи сканирующей электронной микроскопии выявлен средний размер частиц, составляющий 200-400 нм для  $\text{NaYF}_4: \text{Eu}^{3+}$  и  $\text{NaYF}_4: \text{Tb}^{3+}$ ; 800-850 нм для  $\text{NaYF}_4: \text{Yb}^{3+}, \text{Er}^{3+}$  и  $\text{NaYF}_4: \text{Yb}^{3+}, \text{Ho}^{3+}$

Экспериментально установлено, что синтезированные образцы фторидов, содержащие ионы иттербия, эрбия и гольмия, проявляют интенсивную антистоксовую люминесценцию (оранжевую и зелёную,

соответственно) при облучении инфракрасным светом с длиной волны 980 нм. Образцы, содержащие ионы европия, проявляли интенсивную стоксовую люминесценцию розового цвета при облучении ультрафиолетовым светом с длиной волны 393 нм, а материалы, содержащие ионы тербия, светились жёлто-зелёным светом при облучении ультрафиолетовым светом с длиной волны 376 нм.

Определены длин волн света, соответствующие максимальной интенсивности люминесценции:

$\text{NaY}_{0.7}\text{Eu}_{0.3}\text{F}_4$ :  $\lambda_{\text{возб}} = 393$  нм;  $\lambda_{\text{люм}} = 591$  нм, 615 нм, 650 нм, 696 нм

$\text{NaY}_{0.7}\text{Tb}_{0.3}\text{F}_4$ :  $\lambda_{\text{возб}} = 376$  нм;  $\lambda_{\text{люм}} = 489$  нм, 544 нм, 585 нм, 620 нм

$\text{NaY}_{0.79}\text{Yb}_{0.2}\text{Er}_{0.01}\text{F}_4$ :  $\lambda_{\text{возб}} = 980$  нм;  $\lambda_{\text{люм}} = 542$  нм, 656 нм,

$\text{NaY}_{0.78}\text{Yb}_{0.2}\text{Ho}_{0.02}\text{F}_4$ :  $\lambda_{\text{возб}} = 980$  нм;  $\lambda_{\text{люм}} = 542$  нм, 645 нм

[1] Левшин Л.В., Салецкий А.М. Люминесценция и ее измерения. / М. МГУ, 1989

[2] Пирогов А.В., Малехонова Н. В., Бобров А.И., Кривулин Н.О., Павлов Д.А. Энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия / под редакцией Павлова Д.А. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. – 73 с.

[3] Полянкевич А.Н. Электронные микроскопы. / Киев, 1976, 100-102 с.

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ рН-МЕТРИЧЕСКОГО ТИТРОВАНИЯ.**

Кадыгроб Е.Д.

11 класс, Академическая гимназия имени Д.К. Фадеева

Научный руководитель: д.х.н. Мерещенко А.С., доцент кафедры лазерной химии и лазерного материаловедения СПбГУ

г. Санкт-Петербург,

Определение концентрации растворов является одной из основных задач аналитической химии. Одним из методов определения концентрации является рН-метрическое титрование. Этот метод заключается в измерении изменения рН раствора при добавлении известного количества реагента. Однако, процесс титрования может быть длительным и трудоемким, что затрудняет его применение в некоторых областях.[1]

Целью данной работы является разработка автоматизированного комплекса для рН-метрического титрования, который позволит ускорить и

упростить процесс анализа, повысить точность и снизить вероятность ошибок.

Для разработки автоматизированного комплекса были проведены следующие шаги:

1) Выбор необходимого оборудования – были выбраны необходимые компоненты системы, включая стеклянный электрод, усилитель сигнала, шприцевой насос, шприц и программное обеспечение для автоматизации процесса титрования;

2) Сбор комплекса для рН-метрического титрования;

3) Калибровка шприцевого насоса и стеклянного электрода была проведена путём титрования приготовленных нами буферных растворов, а также кислот известной концентрации. В качестве титранта использовался NaOH;

4) Тестирование установки путем получения кривых титрования и констант диссоциации кислот.

Созданный нами автотитратор был успешно протестирован и показал хорошую работоспособность. Система позволяет автоматизировать процесс титрования, что позволяет сократить время выполнения анализа и уменьшить вероятность ошибок.

Разработка автоматизированного комплекса для рН-метрического титрования позволяет улучшить точность, скорость и надежность анализа. Такой комплекс может быть полезным инструментом для многих лабораторий и производств, где требуется точность результатов и скорость их получения.

Список использованной литературы:

[1] Основы аналитической химии / под ред. Ю.А. Золотова. – 3-е, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2004;

[2] Пискарёва С.К. и др. Аналитическая химия. – Издание 2-е. – М.: Высшая школа, 1994;

[3] Химическая энциклопедия / Редкол.: Кнунянц И.Л. И др.. – М.: Советская энциклопедия, 1992.



## **ИЗУЧЕНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ СВОЙСТВ НЕКОТОРЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНО ЗАМЕЩЕННЫХ АРИЛПИРРОЛОВ**

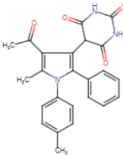
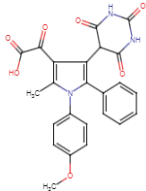
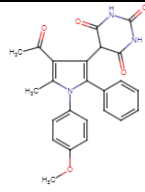
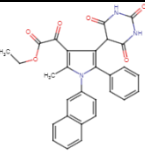
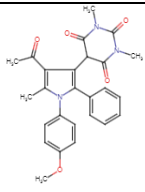
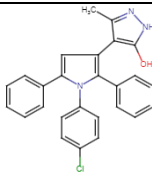
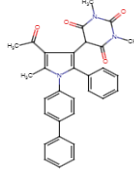
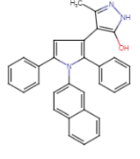
Кузнецова Д.В.

9 класс, МБОУ СОШ №83 г. Владивосток.

Руководители проекта: учитель химии и биологии, магистрант Ефимкина М.А.  
ДВФУ, Институт наукоемких технологий и передовых материалов г. Владивосток,  
к.х.н. доцент, Андин А.Н. ДВФУ,  
Институт наукоемких технологий и передовых материалов  
г. Владивосток

Изучению спектрально-люминесцентных свойств многоядерных карбо- и гетероциклических соединений с изолированными или конденсированными ароматическими циклами посвящено значительное число исследований. В частности, исследования российских ученых, опубликованные в 2017 году, посвященные синтезу и спектрально-люминесцентным свойствам 5-замещенных полиарильных производных барбитуровой кислоты, а также труд немецких химиков, часть которого была посвящена флуоресценции фуранов 6 и пирролов 8. [1,2]. Многие гетероциклические соединения с флуоресценцией, обладающие биологической активностью, используются в качестве биосенсоров в исследованиях различных клеточных процессов.

Нами была изучена часть аспектов люминесценции некоторых полизамещенных пирролов в твердой фазе и в разбавленных спиртовых растворах (концентрация 2 мг / мл). В качестве модельных соединений были выбраны различным образом замещенные пирролы, содержащие арильные и алкильные радикалы, ацетильную или этоксикарбонильную группу, а также остаток азотистого гетероцикла – барбитуровой кислоты или пиразолона.

№	Формула модельного соединения	Результат исследования	№	Формула модельного соединения	Результат исследования
1		В твердом состоянии вещество не люминесцирует, при растворении и воздействии УФ дает слабое свечение.	5		Проявляет слабые люминесцентные свойства в растворе.
2		В твердой фазе не люминесцирующее вещество. В жидкой фазе прозрачный раствор, дающий слабую люминесценцию.	6		Дает интенсивную люминесценцию в растворе, в твердой фазе не люминесцирует.
3		Белое вещество, дает люминесценцию в твердой и жидкой фазе. Свечение интенсивное.	7		Люминесцирует только в жидкой фазе. Свечение не интенсивное.
4		Проявляет слабые люминесцентные свойства только в жидкой фазе.	8		Имеет не интенсивное свечение в растворе.

Таким образом, в нашей работе можно проследить зависимость люминесцентных свойств от качества сопряженной системы. В соединениях, в которых цепи кратных связей длиннее люминесцентные свойства более выражены.

[1] A.V. Andina, A.G. Mirochnik, A.N. Andin, 2017, published in Zhurnal Obshechi Khimii, 2017, Vol. 87, No. 1, pp. 37–40.

[2] Braun, R.U. and Müller, T.J.J., Synthesis, 2004, no. 14, p. 2391. doi 10.1055/s-2004-831192

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ АМИНОВ В ФАРМПРЕПАРАТАХ

Плеханов С.В.

11 класс, МАОУ “Лицей №180”

Руководитель проекта: к.х.н., доцент Абражеев Р.В.

ННГУ им. Н.И. Лобачевского

Нижний Новгород

Тема данной исследовательской работы касается одной из глобальных проблем человечества. Люди болеют, и в мире появляется все больше новых заболеваний. Медицина успешно борется с ними, и одним из самых главных ее инструментов являются лекарственные препараты.

Нередки случаи, когда покупатели сталкиваются с тем, что купленные ими препараты не оказывают необходимый терапевтический эффект, поэтому было решено провести исследование лекарственных препаратов, содержащих в своем составе амины.

**Цель научной работы:** проверка возможности количественного нитритометрического определения препаратов на основе аминов.

### **Задачи:**

1. проверить возможность количественного определения лекарственных препаратов, содержащих амины в качестве действующего вещества;
2. выбрать и приготовить объекты анализа;
3. определить содержание активного компонента в объектах анализа;
4. выявить наличие или отсутствие возможных нарушений, связанных с несоответствием количества активного вещества препаратов с количеством, заявленным производителем.

Лекарственный препарат (лекарственное средство) – вещество или смесь веществ синтетического или природного происхождения в виде лекарственной формы (таблетки, капсулы, раствора, мази и т. п.), применяемые для профилактики, диагностики и лечения заболеваний.

Для исследования выбрали титриметрический метод. Этот метод является одним из основных методов анализа лекарственных препаратов.

Нитритометрия – метод титриметрического анализа, при котором в качестве титрованного раствора используется раствор натрия нитрита. Этот метод применяется для количественного определения соединений, содержащих первичную или вторичную ароматическую аминогруппу.

Доступные в литературных источниках и в интернете сведения о возможности нитритометрического титрования фармпрепаратов-аминов, противоречивы.

Для определения концентрации фармпрепаратов были предприняты попытки использовать метод нитритометрического титрования с индикаторами метиленовым голубым, дифениламином и йодкрахмальной бумагой. Использование этих трех индикаторов не позволило надежно установить точку эквивалентности. Для выполнения целей, поставленных в работе, выполнили потенциометрическое титрование приготовленных растворов.

Потенциометрический анализ (потенциометрия) – инструментальный метод анализа, относящийся к группе электрохимических методов и основанный на измерении разности электрических потенциалов, возникающих между двумя электродами, погруженными в анализируемый раствор.

С помощью данного метода удалось определить содержание действующего вещества в препарате “Сульфацил натрия (Альбуцид)”. Для препаратов “Мерифатин” и “Коронал” не удалось надежно установить точку эквивалентности, поэтому результаты определения данных препаратов на данный момент отсутствуют.

[1] Лакиза Н.В., Штин С.А. Аналитическая химия. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2019. С. 87-91.

[2] Ивановская А.М., Воронин А.В., Серякова А.Н. Количественный анализ лекарственных средств органической природы: Учебно-методическое пособие для студентов фармацевтического факультета”. – Самара: «ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава РФ», 2018. С. 35-36.

[3] Абражеев Р.В., Кулешова Н.В., Сулейманов Е.В. Основы химического эксперимента. Химический анализ: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2019. С. 53-54.

[4] Беликов И.Г. Фармацевтическая химия. – Москва: МЕДпресс-информ, 2007. С. 158.

[5] “Вспомогательные вещества”. Автор не указан. Год не указан. Доступ: <https://goo.su/aDEDwuS>

[6] “Механизмы действия лекарственных средств”. Автор не указан. Год не указан. Доступ: <https://goo.su/YrBbQH>

[7] “Государственная фармакопея XIII online (ГФ 13 online). Нитритометрия”. Автор не указан. Год не указан. Доступ: <https://goo.su/4mfaj4o>

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ЧЕРНИЛ ШАРИКОВЫХ РУЧЕК МЕТОДОМ ТОНКОСЛОЙНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ**

Попова Н.А.

11 класс, Академическая гимназия СПбГУ

Руководители проекта: аспирант 4-го курса Кравченко А.В.

проф., д.х.н. Карцова А.А.,

СПбГУ Институт химии

г. Санкт-Петербург

В качестве исследуемого объекта со сложной матрицей взяты образцы чернил шариковых ручек. Получение профилей чернил различных шариковых ручек востребовано в области криминалистики и позволяет выявлять фальсификацию по двум параметрам: различие составов пишущих ручек и срок нанесения надписи. Интерес к данной теме весьма активен и в этой области опубликовано немало работ. Тем не менее единого алгоритма, который позволил бы выявлять фальсификации с высокой точностью, не существует.

Целью данного исследования явилась разработка систематического подхода к определению красителей различной природы в образцах чернил шариковых ручек методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) с последующей экспрессной идентификацией. На примере модельной системы красителей в процессе выполнения данной работы получена сравнительная оценка элюирующей силы различных растворителей, а также их смесей (в качестве неподвижной фазы использовали силикагель, закрепленный на алюминиевой подложке). После серии предварительных экспериментов по оптимизации хроматографических условий найдена элюирующая система, обеспечившая разделение максимального числа компонентов и одновременное определение кислотных и основных красителей. Проведен анализ полученных результатов с помощью денситометрического детектирования.

Выявлено наличие фталоцианиновых красителей, что ранее в условиях ТСХ обнаружить не удавалось. Предложен алгоритм выявления принадлежности аналитов к классу фталоцианинов и триарилметановых красителей на основании того факта, что индивидуальный краситель, в

молекуле которого имеется сопряженная система, меняет светопоглощение при переходе в кислую или щелочную среду. Для триарилметановых красителей это – явно выраженный переход; для фталоцианиновых – таких процессов не наблюдали.

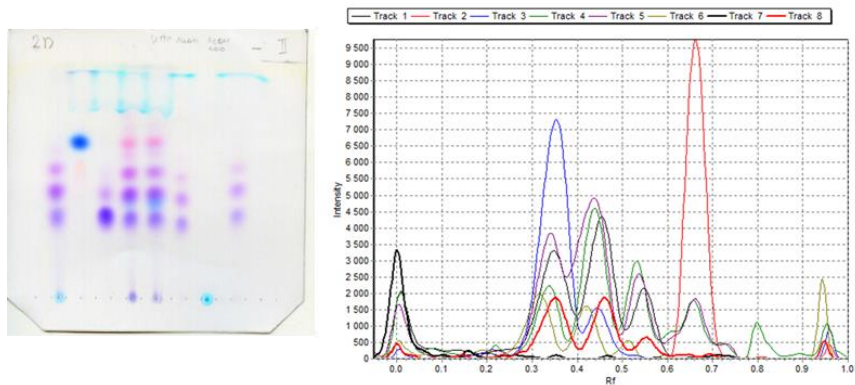


Рис. Результаты хроматографирования на денситометрической диаграмме

*Выражаем благодарность ресурсному центру СПбГУ за предоставленное оборудование.*

- [1] E.G. Sumina, S.N. Shtykov, V.Z. Uglanova, N.V. Kulakov "Thin-layer chromatography. Theoretical foundations and practical application" – 2012, P 5-12, 44-54, 84-86
- [2] Карцова А.А. Хроматографические методы анализа. (главы 3 (стр. 96-99), 4, 7 (стр.8, 9 глава 8. Капиллярный электрофорез глава 9. (с. 223 – 273) в учебнике АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ. Т.2. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа: Учебник/ Под ред. Л.Н.Москвина.
- [3] Ю.Беккер., Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза. Техносфера. Москва. 2009.
- [4] М. Отто. Современные методы аналитической химии, 2 том. М., Техносфера. 2004. 281 С.

## ИЗУЧЕНИЕ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ АНТИОКСИДАНТОВ В РАЗЛИЧНЫХ ОБРАЗЦАХ ФИТОЧАЕВ

Розенберг К.

11 класс, Академическая гимназия СПбГУ, г. Санкт-Петербург

Руководители проекта: к.х.н., доцент Бессонова Е.А.,

проф., д.х.н. Карцова А.А. СПбГУ Институт химии

Санкт-Петербург

В настоящее время отмечена тенденция роста потребления фиточаев на основе растительного сырья благодаря их благотворному влиянию на организм человека. Фиточаи обладают высокой антиоксидантной активностью, противовоспалительными свойствами, улучшают обмен веществ в организме, проявляют бактерицидную способность, обладая тонизирующим, общеукрепляющим и другими крайне полезными качествами. Высокая антиоксидантная активность классического зеленого чая в значительной степени обусловлена наличием в его составе полифенольных соединений, содержание которых составляет до 40 % от массы сухого листа. Именно поэтому контроль полифенольных компонентов соединений в фиточаях представляется важной и актуальной задачей, которая до настоящего времени не имеет своего решения. Информация о химическом составе различных образцов фиточая могла бы оказаться крайне полезной при выявлении корреляций с лечебными свойствами этих напитков. В качестве оптимального метода исследования для решения данной задачи нами выбрана обращенно-фазовая высокоэффективная жидкостная хроматография (ОФ ВЭЖХ) с диодно-матричным и масс-спектрометрическим детектированием с диодно-матричным и масс-спектрометрическим детектированием.

Таким образом, **цель проекта** – получение характеристических профилей полифенолов образцов фиточая методом ВЭЖХ и идентификация доминирующих компонентов. Объектами исследования явились следующие фиточаи: *иван-чай, чай из таволги, клевера, из листьев смородины и малины*. Полученные результаты сопоставлены с хроматографическим профилем полифенолов классического зеленого чая.

После серии предварительных экспериментов методом ОФ ВЭЖХ с диодно-матричным и масс-спектрометрическим детектированием найдены условия разделения катехинов и флавонолов в градиентном режиме элюирования и получены характеристические профили флавоноидов в анализируемых образцах чая. Идентификацию полифенолов проводили по временам удерживания, спектрам поглощения и характерным масс-

спектрам. Установлено, что основные полифенолы в фиточаях представляют собой гликозиды кверцетина и кемпферола. Наиболее богаты фенольными соединениями данных классов экстракты клевера и таволги. В экстрактах клевера, таволги и зеленого чая содержатся значительные количества рутина, кверцетин-3-гликозида и других гликозидов кверцетина, а также обнаружен мангиферин. Именно их присутствие может обуславливать благотворное влияние экстрактов фиточаяв.

*Выражаем благодарность ресурсному центру СПбГУ «Методы анализа состава вещества» за предоставленное оборудование.*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В ТУВЕ**

Скаридова В. Е.,

10 класс, ФГКОУ «Кызылское ПКУ»

Научный консультант: Карпицкий Д. А., аспирант Института химии СПбГУ

Руководитель проекта: преподаватель химии Зайцева А. К.-М.,

ФГКОУ «Кызылское ПКУ»

г.Кызыл, Республика Тыва

В современное время интерес к растительному миру как источнику биологически активных веществ и лекарственных препаратов не ослабевает, продолжают поиски новых, а также более глубокое изучение уже известных лекарственных растений с целью эффективного использования их в лечебной практике. Одним из таких растений нашего края является облепиха крушиновидная.

В литературных источниках в основном описываются химический состав и целебные свойства плодов этого растения, в то время как сведений о возможности использования в лечебных целях надземных частей (листьев, коры) мало. Поэтому для нас было актуальным исследовать химический состав надземной части растения в целях определения целебных свойств и перспективы использования в современной медицине.

**Цель исследования:** определить химический состав надземной части облепихи крушиновидной, произрастающей в Туве, для обоснования возможности его использования в медицине.

**Задачи:**

- 1) обзор литературных данных по теме исследования;



2) определить качественный состав сока из плодов, экстрактов из плодовой оболочки и плодоножки, листьев и коры исследуемого растения;

3) предложить возможность использования надземной части растения в медицине.

**Методы исследования:** изучение и анализ литературных данных; метод эксперимента; наблюдение.

**Объект исследования:** надземная часть растения- сок из плодов, плодовая оболочка и плодоножка, листья, кора.

**Предмет исследования:** качественный химический состав экстрактов из надземной части растения.

**Практическая значимость работы.** Результаты проведенных исследований помогут определить возможность использования надземной части лекарственного растения в лечебных целях.

Для исследования был выделен сок из плодов, приготовили экстракты на основе плодовой оболочки и плодоножки, листьев, коры растения. Качественный анализ экстрактов определяли по методике Музычкиной Р.А. По результатам исследования приготовленных образцов выявили сходный качественный химический состав сока, коры и листьев растения. Были обнаружены такие группы биологически активных соединений как кумарины, фенолы и дубильные вещества. Исследование спиртовых экстрактов из плодовой оболочки и плодоножки показали сходный результат с другими частями растения, за отсутствием фенолов. Анализ свойств выявленных веществ подсказывает, что кора и листья растения тоже могут использоваться для изготовления лекарственных средств.

[1] Красноборов, И.М. Определитель растений Республики Тыва/ И.М.Красноборов и др.; отв. ред. Д.Н.Шауло; - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. -706 с.

[2] Лагерь, А.А. Лекарственные растения Тувы. - Кызыл: Тувинское книжное издательство, 1988. - 96 с.

[3] Магафонов, И.И. Облепиха (влияние на организм животного). - Новосибирск:Издательство«Наука»,1983.-268с.

[4] Михеев, А.М. Облепиха / Михеев А.М., Деменко В.И. - Москва: Росагропромиздат,1990.-48с.

[5] Музычкина, Р.А. Технология производства и анализ фитопрепаратов.- Алматы-2011.-360с.

[6] Определитель растений / сост. И.Н.Путырский, В.Н. Прохоров. //Универсальная энциклопедия лекарственных растений. - Москва: Махаон, 2000.

- [7] Трофимов, Т.Т. Облепиха - Москва: Издательство Моск. ун-та, 1988. – 224с.
- [8] Ховалыг, Н.А. Биохимический состав плодов облепихи естественных и искусственных фитоценозов Тывы / Ховалыг Н.А., Чулкина В.А. // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 2012. - №1. - С.61-67.
- [9] Ховалыг, Н.А. Содержание масла в плодах облепихи естественных и искусственных фитоценозов Тывы / Ховалыг Н.А., Торопова Е.Ю. // Вестник АГАУ. - 2012. - №3 (89). - С.75-77.
- [10] Ховалыг, Н.А. Облепиховые фитоценозы в Республике Тыва/ Ховалыг Н.А.// Издательство Агрорус. - 2009. - №1-3

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРОВ ФОТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ПРИ ПОМОЩИ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ**

Шонин Г.А., Дудко С.Н.

10 класс, Президентский ФМЛ № 239

Руководитель проекта: Кутузов Я.А., преподаватель ХимЦентра  
при Президентском ФМЛ №239

Санкт-Петербург

Определение точной концентрации различных веществ – одна из главных задач аналитической химии. Существует большое количество методов анализа: различные спектральные методы, гравиметрия, титриметрия. Однако большинство их зависит от человека, эти процессы либо контролируются, либо непосредственно делаются им. Мы попробовали сделать другой метод, основанный на другом методе: стыке фотометрии и визуальной колориметрии.

Метод основан на законе Бугера-Ламберта-Бера, связывающем оптическую плотность раствора с концентрацией фотометрической формы. Последовательным разбавлением готовятся градуировочные растворы, строится градуировочная кривая. В данной работе мы предлагаем аналог визуальной фотоколориметрии – при помощи машинного зрения.

В сотрудничестве с партнерами из Университета ИТМО была написана программа и создана установка для определения концентрации растворов окрашенных веществ. Градуировочные растворы наливают в емкость прибора, фотографируют на смартфон, фотография загружается на сервер, где происходит обработка изображения. [1] Установка представляет собой размеченный лист бумаги формата А4, на котором размещены одинаковые белые крышки от продуктов питания (фруктовые соки). При

загрузке фотографии с раствором неизвестной концентрацией программное обеспечение использует имеющийся градуировочные фотографии для определения концентрации раствора.

В качестве объектов исследования были использованы растворы метиленового синего, бихромата калия, сульфосалицилатный комплекс железа и раствор медного купороса. Компьютер довольно точно определял концентрацию. Это было проверено приготовлением еще одного раствора точной концентрации, которое мы представили компьютеру как неизвестный. Таким образом, наш метод позволяет довольно точно определить концентрацию цветного раствора. Обратим внимание, что данный метод, как и вся спектрофотометрия, подходит лишь для окрашенных растворов.

Данный метод имеет ряд преимуществ: может быть реализован в любой лаборатории, так как не требует оптического прибора, не требует кювет, а требует лишь приготовления градуировочных растворов и доступа в сеть Интернет.

[1] <https://digitalphotometer.taplink.ws>

**СЕКЦИЯ**  
**ИСТОРИЯ ХИМИЧЕСКОЙ НАУКИ**  
**И ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

**РАЗРАБОТКА ТАБЛИЦЫ РАСТВОРИМОСТИ**  
**ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ И ИХ СОЛЕЙ**

Дивущак А.С.

10 класс, МБОУ «Средняя школа № 4 г. Макеевки»  
Руководитель проекта: учитель химии, к.п.н., Дробышев Е. Ю.,  
МБОУ «Средняя школа № 4 г. Макеевки»  
г. Макеевка, Донецкая Народная Республика

В процессе изучения химии часто необходимо получить справочную информацию о растворимости веществ в воде. Для этого используют таблицы растворимости, которые традиционно содержат информацию о растворимости наиболее распространенных неорганических соединений. Информация о растворимости органических кислот и их солей ограничивается солями уксусной, реже – муравьиной кислоты. В связи с чем мы поставили цель по разработке таблицы, содержащей информацию о растворимости большего числа органических кислот и их солей в воде.

Для достижения поставленной цели нами проанализированы существующие варианты таблиц растворимости с целью установления наличия в них информации о растворимости органических кислот и их солей; определены справочно-информационные ресурсы, которые использовались в работе; при помощи подобранных ресурсов систематизирована информация о растворимости органических кислот и их солей.

Поиск информации о растворимости веществ вели с применением систематических и тривиальных названий на русском и английском языках. Анализовали справочники по растворимости [1, 2], он-лайн базы данных [3, 4], отдельные научные статьи. Стоит отметить, что несмотря на большое количество приложенных усилий, информацию о растворимости ряда веществ найти так и не удалось.

Макет таблицы растворимости органических кислот и их солей разрабатывался с учетом следующих критериев растворимости: если возможно растворение 1 г вещества и более в 100 г воды, считали его растворимым. Малорастворимым считали вещество, растворимость

которого варьирует в интервале от 0,1 г до 1 г. Практически нерастворимым то, растворимость которого составляет менее 0,1 г.

В состав кислот и солей, включенных в таблицу, входят следующие катионы:  $H^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $Li^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ag^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ; анионы одноосновных кислот: формиат, ацетат, пропионат, бутират, бензоат, олеат, стеарат, пальмитат; анионы двухосновных кислот: оксалат, сукцинат, тартрат; анион трехосновной лимонной кислоты – цитрат.

Результатом нашей работы является сформированная таблица растворимости органических кислот и их солей в воде при  $20^{\circ}C - 25^{\circ}C$  (рис. 1).

Катионы \ Анионы	$H^+$	$NH_4^+$	$Li^+$	$Na^+$	$K^+$	$Mg^{2+}$	$Ca^{2+}$	$Ba^{2+}$	$Al^{3+}$	$Pb^{2+}$	$Cu^{2+}$	$Zn^{2+}$	$Hg^{2+}$	$Fe^{2+}$	$Fe^{3+}$	$Ag^+$	$Mn^{2+}$
$HC_2O_4^-$ формиаты	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	М	Р	Р	Р
$CH_3COO^-$ ацетаты	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	?	Р	Р	Р	Р	Р	?	Р	Р
$CH_3CH_2COO^-$ пропионаты	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	?	?	Р	Р	?	?	?	М	?
$CH_3(CH_2)_2COO^-$ бутираты	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	?	М	М	Р	?	?	?	М	Р
$Ph-COO^-$ бензоаты	М	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	М	М	Р	Р	?	Н	М	Р
$C_2O_4^{2-}$ оксалаты	Р	Р	Р	Р	Р	М	Н	Н	Р	Н	Н	Н	Н	М	Р	Н	М
$(CH_2)_2C_2O_4^{2-}$ сукцинаты	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	М	Н	Н	Н	?	Н	Р	Н	?	?
$C_{17}H_{33}COO^-$ олеаты	Н	Р	М	Р	М	М	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	?	Н	?	Н
$C_{17}H_{33}COO^-$ стеараты	Н	Р	Н	Р	М	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
$C_{15}H_{31}COO^-$ пальмитаты	Н	Р	Н	М	М	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	?	Н	Н	Н	Н
$C_3H_5O(COO)_3^{3-}$ цитраты	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Р	Р	М	М	М	Р	Р	М	М
$C_4H_4O_2(COO)_2^{2-}$ тартраты	Р	Р	Р	Р	Р	М	Н	М	Н	Н	Н	М	Н	М	М	М	?

Рис. 1. Разработанная таблица растворимости

Дополнительно нами систематизирована литературная информация о качественных реакциях, позволяющих определить анионы органических кислот, включенных в таблицу. Информация представлена в виде таблицы, удобной для использования. Приведены краткие методики обнаружения анионов. По подобранным методикам проведены качественные реакции, созданы фотографии, иллюстрирующие признаки реакций, характерные для качественного обнаружения того или иного аниона.

[1] Краткий справочник по химии. Сост.: И.Т. Гороновский, Ю.П. Назаренко, Е.Ф. Некряч. Под общ. ред. д-ра хим. наук О.Д. Куриленко. – Издание 3-е, доп. – Киев: Наукова думка, 1965. - 835 с.

[2] Справочник по растворимости. Бинарные системы. Сост.: В.Б. Коган, В.М. Фридман, В.В. Кафаров. – Москва. – Ленинград: Издательство Академии наук СССР. – Т.1. – Кн. 1. – 1961. – 961 с.

[3] База данных PubChem: сайт. – URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov> (дата обращения 01.03.2023).

[4] База данных Chemister: сайт. – URL: <http://www.chemister.ru> (дата обращения 01.03.2023).

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПАССАЖИРОВ КИСЛОРОДОМ ДЛЯ ДЫХАНИЯ НА БОРТУ САМОЛЕТА

Комбу Е.В.

9 класс, ФГКОУ «Кызылское ПКУ»

Руководитель проекта: преподаватель химии Зайцева А. К.-М.

ФГКОУ «Кызылское ПКУ»

г.Кызыл, Республика Тыва

Жизнь человека полностью зависит от дыхания. Основным источником кислорода для человека является атмосфера Земли, откуда за счет дыхания организм человека способен извлекать необходимое для жизни количество кислорода.

Миллионы людей совершают путешествия на борту самолета в самые удаленные уголки нашей планеты, но мало кто задумывается о том, откуда берут кислород для дыхания на больших высотах, вне земной атмосферы. Поэтому изучение системы обеспечения пассажиров самолета кислородом является актуальным для исследования.

**Цель работы:** изучить как происходит обеспечение пассажиров кислородом на борту самолета, проанализировать какие факторы влияют на человека во время полета.

### **Задачи:**

1) обзор литературы, изучить информацию о распространении кислорода в природе и применении в жизни человека;

2) рассмотреть на практике получение кислорода в лаборатории и исследовать его свойства;

3) изучить строение и принцип работы систем кислородного обеспечения в самолете;

4) разработать информационный буклет по теме исследования на русском и английском языках.

**Объект исследования:** воздух, кислород.

**Предмет исследования:** система кислородного обеспечения пассажирского самолета.

**Методы исследования:** изучение литературных источников, эксперимент, наблюдение.

**Практическая значимость работы** – продукт работы (буклет и презентация) может послужить наглядным пособием в качестве дополнительного материала и военной составляющей урока при изучении темы «Кислород».

**Новизна работы** – создание буклета «Дыхание вне земной атмосферы» с информацией на русском и английском языках.

В теоретической части работы описано распространение кислорода в природе, общая характеристика, применение кислорода в различных областях жизни человека

В практической части рассматривается получение кислорода в лаборатории. Установлены принципы работы системы кондиционирования воздуха на борту самолета. Изучено предназначение специального кислородного оборудования при аварийных ситуациях и в профилактических целях, принципы работы химических генераторов.

[1] Кнунянц И. Л. и др. Химическая энциклопедия. -Москва: Советская энциклопедия, 1990. - Т. 2. - С. 387-389. - 671 с.

[2] Новая иллюстрированная энциклопедия. Кн.4. Жа-Кл.-М.:Большая Российская энциклопедия, ООО «ТД «Изд.Мир книги», 2007.С.482-483. - 512с.

[3] Степин Б.Д., Аликберова Л.Ю. Занимательные задания и эффектные опыты по химии.- 3-е изд., стереотип. -М.:Дрофа, 2008.- С.403.- 430с.

[4] Угай Я. А. Общая и неорганическая химия. - Москва: Высшая школа, 1997. - С. 432-435. -527 с.

[5] Химия. 9 класс. Габриелян О. С. - 3 изд., стереотип. - М. :Дрофа, 2015. - С.181.- 319 с.

[6] Школьный словарь химических понятий и терминов/ Штремплер Г.И.- М.:Дрофа, 2008.- С.176.- 413с.

[7] Учебное пособие «Бортовое аварийно-спасательное оборудование воздушных судов гражданской авиации». УВАУ ГА Ульяновск, 2011г.

[8] <http://www.hemi.nsu.ru>

[9] <http://www.infoniac.ru/news>

[10] <http://storage.mstuca.ru/jspui/bitstream/123456789/7693/3/Пособие%20по%20ЖГС%20часть%204правка%201.pdf>

## «ЧУДЕСА» МЕДИЦИНЫ СРЕДНЕВЕКОВОГО ГОСУДАРСТВА ДЖУЧИДОВ («ЗОЛОТОЙ ОРДЫ»)

Коноплева Д. Р.

5 класс, МКОУ «Икрянинская СОШ»

Руководители проекта: учитель химии Зяблов А. М.,

МОУ «Всеволожский центр образования» г. Всеволожск Ленинградская область,

учитель биологии Семенченкова Е. Н. МКОУ «Икрянинская средняя школа»

с. Икряное Астраханской области

**Актуальность.** Меня заинтересовал вопрос, что в «Золотой Орде» (Империя Джучидов) была достаточно большая армия и при этом, практически не было эпидемий. В российской истории принято считать, что «золотоордынский» период принес народу Руси лишь жестокую угнетение, разграбление и упадок. Но фактические данные свидетельствуют об обратном: в период расцвета Империи Джучидов не только уменьшилось количество войн, выросла численность населения, увеличилась мировая торговля, но и значимо обогатилась русская культура. В том числе сельское хозяйство и фармацевтика. Одно из направлений усовершенствования явился рост спектра применяемых лекарственных растений. На основе анализа источников исследователи делают вывод о том, что «...травы, корни собирались и употреблялись в пищу населением», их сбор называется в числе особо значимых промыслов государства Джучидов». Лечебные травы также являлись предметом экспорта.

**Цель:** уточнение методов лечения лекарственными травами Империи Джучидов и Средневековой Европы.

Сопоставление названий лекарственных трав и цветов с данными письменных источников, сведениями истории медицины позволяют отнести их к экспортным товарам Империи Джучидов. Медицинская и ветеринарная фармацевтика Империи Джучидов использовала опыт и наработки многих культур: от китайской фармации, и передовых трудов арабоязычных ботаников и фармацевтов, до наработок византийских лекарей. В.Н. Татищев, исследуя культурные растения, практикуемые в той или иной области, отмечал, что в областях, ранее принадлежавших булгарам и татарам (Воронежской и Казанской губерниях), в качестве отличительной черты хозяйства культивируют «солодковый корень, ревень долгой, оспарги, тюльпаны». В Кунгурском и Уфимском уезде «пионный корень», в Томске – «зверобой». Средневековая медицина знала лишь несколько универсальных «лекарств» - клизмы, рвотное, кровопускание, прижигание, хлорид ртути и, конечно, молитва. Весь этот набор «лекарственных средств», больше вредил излечению больных, чем помогал. Все источники только подтверждают упадочное состояние средневековой христианской



медицины. Монголы переняли научные знания из Персии, Индии, Китая и Аравии. Медицина стала одной из многих областей жизни и культуры, процветавших под властью монголов. Поддержание здоровья армии было жизненно важно, поэтому монголы создали больницы и учебные центры, чтобы стимулировать обмен и расширение медицинских знаний. Врачи «Золотой Орды» уделяли особое внимание трактатам Авиценны и закрепили правила личной гигиены. В «Золотой Орде» соблюдался карантин в случае эпидемии. Такие меры упоминаются в разных письменных источниках того времени. Если в населенном пункте обнаруживались заболевшие, то туда запрещалось въезжать. Поддержание карантина также способно объяснить, почему во время распространения чумы многие города «Золотой Орды» остались нетронутыми. Болезнь во время эпидемии успела расползтись по южным землям около Ургенча. Но вот территории на севере от Богара остались практически полностью в целости.

#### **Выводы:**

1. Перечень терминов лекарственных растений позволяет сделать вывод о том, что важнейший вектор заимствования лекарственных растений (в период могущества государства Джучидов и его наследников) шел в славянские земли и Европу через тюркский мир, обогатив тем самым европейскую флористику, фармакологию и медицину.
2. Научная медицина в Средние века в Европе была развита слабо. Медицинский опыт перекрещивался с магией. Использовались магические обряды, «особые» жесты, слова, предметы.
3. Соблюдение гигиены в период пандемии чумы в XIV в. «Золотой Ордой» способствовало в значительно меньшей степени потерям, чем Европе, где погибло более половины населения, хотя началась она в Азии.

[1] Лекарственные травы как экспортный товар государства Джучидов («Золотой Орды») / Набиев Р.Ф. Казанский юридический институт МВД РФ. 240-250.

[2] Кувшинникова Е.В. ПРИРОДНЫЕ АНТИБИОТИКИ // Международный школьный научный вестник. – 2019. – № 5-2.

[3] Абзалов Л.Ф. «Горячий ключ от кручины болезней»: из практики водолечения в Золотой Орде // Золотоордынское обозрение. 2017. Т. 5, № 4. С. 756–769. DOI: 10.22378/2313-6197.2017-5-4.756-769.

## ВЕЙПЫ – ЯЩИК ПАНДОРЫ?

Лишкевич Г.А.

11 класс, ГБОУ СОШ №4 Кусто

Руководитель проекта: учитель химии Солощева Т.А.,

ГБОУ СОШ №4 Кусто

Санкт-Петербург

С каждым годом число “вейперов” увеличивается. На данный момент, по официальной статистике, людей, курящих электронные сигареты, насчитывается порядка 82 миллионов[3]. В следствии относительной новизны ЭС невозможно судить о долгосрочном воздействии на организм, но, узнав о том, какие вещества попадают в наш организм вместе с паром, можно попробовать предугадать возможные последствия и дать оценку вредоносности данных изделий.

Цель: Экспериментальным путём доказать пагубное влияние электронных сигарет на организм человека.

Задачи: предположить какие вещества могут образовываться в результате нагрева жидкости и попадании их с паром в лёгкие человека; собрать информацию об их влияние на организм; Экспериментально установить, что доставляет в организм больше никотина, «вейпы» или сигареты; Установить опытным путём какие вещества оседают на фильтрах из пара ЭС, и какие вещества оседают в лёгких человека.

Объекты исследования: сигареты; «вейпы», одноразовый электронный испаритель, поды – далее ЭС.

Основой жидкостей для ЭС является глицерин. Хотя его температура вспышки и 199 °С но, зачастую, производители ставят более высокую температуру для нагревательной системы, это связано с процентом испаряемого глицерина из раствора (ведь он разбавлен дистиллированной водой). Так, при температуре в 280°С глицерин начинает превращаться в акролеин (токсичный газ, который использовался как химическое оружие, вызывает раздражение глаз, дыхательных путей, желудочно-кишечного тракта, повышает риск онкологии)[2]

Сравнить количество никотина нам позволит реакция крахмала с йодом:  $(C_6H_{10}O_6)_n + nI_2 = [(C_6H_{10}O_6)n]^*nI_2$

Опыт основывается на взаимодействии фермента слюны – амилазы с раствором крахмала. А чтобы проверить насколько хорошо амилаза разных людей разлагает крахмал мы использовали йод, как качественную реакцию на крахмал. Затем мы собрали установку, состоящую из колбы Бунзена, компрессора, подключенного к ней и самого пода, или же сигареты, внутри

колбы Бунзена находится вата, имитирующая альвеолы в лёгких, это нужно, чтобы, когда мы прогоняли газ через колбу, определить, какие вещества будут оседать на вате, ведь те же вещества осядут в лёгких. После чего мы провели качественные реакции на алкалоиды. Главным алкалоидом в сигаретах и ЭС является никотин. В 1мл раствора паров ЭС мы добавили несколько капель  $K[ViI_4]$ , после чего выпал ярко-оранжевый осадок. Затем мы провели реакцию на фенол. Качественной реакцией является реакция на кислоту Льюиса: В 1мл раствора пара мы добавили 3 капли  $FeCl_3$ . Затем мы провели реакцию серебряного зеркала на обнаружение альдегидов (ацетальдегида и формальдегида): в пробирку с 1мл раствора пара мы добавили пару капель аммиачного раствора оксида серебра. Также, мы отдельно провели реакцию на акролеин, так как в нём есть двойная связь, он обесцвечивает бромную воду: и последним проведённым опытом была качественная реакция на тяжёлые металлы.

Экспериментальным путём мы доказали, что ЭС содержат токсичные вещества, оказывающие пагубное влияние на организм человека, курение ЭС не безопаснее курения сигарет, как нам об этом говорят производители, а, зачастую, наоборот, приносит даже больше вреда. Безусловно можно сказать одно, лишь качественная, проверенная продукция с меньшим шансом приведёт к развитию заболеваний, но в любом случае лучше не курить вовсе.

[1] Органическая химия: Основной курс/ Н.А. Тюкавкина – 641с. – М.:Дрофа, 2003. (Высшее образование: Современный учебник)

[2] Органическая химия: учеб. Для вузов Специальный курс/ Н.А. Тюкавкина – М.: Дрофа, 2008. – 592с. (Высшее образование: современный учебник)

[3] Global State of Tobacco Harm Reduction (<https://gsthr.org/>)

## **Н.Н. БЕКЕТОВ – ХИМИК-ФИЛОСОФ**

Митина В.С.

8 класс, МОУ СОШ № 222, г. Заречный Пензенской области.

Руководитель проекта: учитель химии Пеплова Е.П., МОУ СОШ № 222,  
г. Заречный Пензенской области.

Все знают Бекетова как химика, создавшего вытеснительный ряд, но почему-то не упоминают его как философа. Его путь в науку начался с экспериментальных познаний мира, а философия — это учение об общих принципах бытия, познания и отношений человека и мира. Нельзя отрицать

научного характера философии, она – наука о всеобщем, свободная и универсальная область человеческого знания, постоянный поиск нового.

**Целью** нашей работы было изучить жизнь и деятельность Николая Николаевича Бекетова, доказать, что он был не только талантливым физико-химиком, но и философом. Для достижения цели нашей работы были сформулированы **задачи**: 1) изучить информацию в различных источниках; 2) познакомиться с биографией Н.Н. Бекетова; 3) найти свидетельства философской деятельности Н. Н. Бекетова; 4) подтвердить или опровергнуть гипотезу.

Для нас, как жителей Пензенского края эта работа особенно актуальна, так как многие даже и не подозревают, что Бекетов – уроженец Пензенской земли.

Сегодня мы знаем, что науки имеют тесную взаимосвязь и, по сути, разделение физики и химии лишь чисто условное. Такая же взаимосвязь прослеживается и в других науках, но нас больше интересует взаимосвязь философии и химия. На текущий момент существует много статей и научных работ о роли философии в химии, однако в 19 веке это было неочевидно.

Химия заинтересовала Бекетова с точки зрения философии ещё до того, как появился широкий интерес к химии как к объекту философского рассмотрения. Бекетов, обучаясь на «философском факультете в разряде естественных наук» и будучи физико-химиком был своего рода «мостиком» для химии в философию. И ничуть не удивительно что, применяя философские подходы в физике он, будучи прирождённым экспериментатором, захотел попробовать применить подобные методы и в химии. «Всегда стараясь проникнуть в существо химических процессов, он никогда не добывал ни одного нового факта ради самого факта.»

Одна из работ химика носит название – «Попытка объяснения свойств радия», что само по себе говорит о философском подходе к предмету химии.

Философия в различных её проявлениях так или иначе присутствовала в жизни Н.Н. Бекетова начиная с самого детства. Сначала при домашнем образовании основы философского мышления были заложены при изучении исторических и философских трактатов, затем гимназия, где философия была частью изучения некоторых предметов, затем и философский факультет первого университета. С друзьями Бекетов часто общался на темы, которые близки учению философии.

Все это не могло не повлиять на Бекетова как на преподавателя, и в своей преподавательской деятельности он часто обращался к философии как к помощнице и вдохновительнице.

В одной из его публичных лекций Бекетов упоминал что воздух нужен не только для дыхания, но так же и для питания: «...Воздух необходим не только для дыхания, но и для питания, так как мы вместе с остальным животным миром, хотя и не прямо, а через посредство растений, питаемся составными частями воздуха, ведь существенные части нашего тела, а также и растительных веществ, те-же, хотя и в других весовых отношениях, что и составные части воздуха»

Талантливый человек талантлив во всем – эта фраза заслуженно подходит Бекетову Н.Н. Ведь среди его трудов были не только научные труды, он, обладая немалым ораторским талантом писал так же и некрологи, философия и смерть всегда идут рука об руку, утрата близких и хороших знакомых всегда заставляет остановиться и подумать над смыслом бытия, оглянуться назад и осознать, как многое ещё не сделано, как мало пока достигнуто. Философия и тут всегда выручала Бекетова, помогая найти нужные слова, которые проникали в самую суть человека, подчёркивали самое лучшее что было. На заседании Общего Собрания 3 февраля 1907г. зачитывал некролог о великом таланте Д.И. Менделеева, его бесценном вкладе в химию, но больше всего нас впечатлили слова сказанные в самом конце речи Бекетова: «Наука не есть законченное здание – она постоянно растёт вверх, и дальнейшая её постройка будет тем прочнее, чем прочнее фундамент, который, раз поставленный, не должен быть колеблем»

Именем Бекетова назван один из проездов в Санкт-Петербурге и даже кратер на Луне, однако нет ни улицы, ни проезда с его именем в Пензе, лишь только деревня, где он был рождён была переименована в Новую Бекетовку. Считаем, что необходимо установить монумент Н.Н. Бекетову в г. Пензе, а также дать название одной из новых улиц нашего города.

[1] Речи химика: Общедоступ. Лекции, речи и докл. Из области химии и физики, 1862-1903 / Н. Н. Бекетов, орд. Акад. С.- Петерб. Акад. Наук. - Спб.: Знание, 1908. - [4], 176 с.; 20 см

[2]Н. Н. Бекетов, “Дмитрий Иванович Менделев. Некролог”, Известия Императорской Академии Наук. VI серия, 1:3 (1907), 51–54

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3-D ПЕЧАТИ В СОЗДАНИИ МОДЕЛЕЙ МОЛЕКУЛ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Петровская Е.В.

Колледж Петербургской моды, 1-ый курс

Руководитель: Костенко М.Г., преподаватель КПМ

Санкт-Петербург

3D печать появилась на свет 40 лет назад и открыла потрясающие возможности для создания различных моделей в стоматологии, мелкосерийном производстве, миниатюр, скульптур, макетов и многого другого.

Цель работы: создать модели молекул органических веществ или конструктор из которого можно собрать органические вещества. Моделью была выбрана молекула бутанола.

Задачи: рассмотреть историю 3D печати, создать 3D модель молекулы в программе «КОМПАС 3D», распечатать детали модели молекулы на 3D принтере, собрать модель молекулы. 3D принтер - станок с числовым программным управлением, реализующий только аддитивные операции, то есть добавляющий порции материала к заготовке. Обычно использует метод послойного нанесения материала. Общий принцип работы 3D принтера можно представить следующим образом: создание модели желаемого объекта в специальной программе для 3D-моделирования; обработка созданной модели программными средствами («генератор G-кода»), в ходе чего она делится на множество горизонтальных слоев и преобразуется в цифровой код, который становится командой для принтера, как и куда наносить материал. Проектирование модели для печати ведётся в CAD системах. Одной из них является Компас-3D (рис. 1). Компас-3D — это полноценная система автоматизированного проектирования с поддержкой 3D-печати, используемая множеством российских предприятий в таких отраслях, как машиностроение, приборостроение, авиастроение, судостроение, станкостроение, вагоностроение, металлургия, промышленное и гражданское строительство, производство товаров народного потребления. Система позволяет проектировать изделия любой сложности и доступна не только профессионалам, но и любителям. Материалом для создания изделий является PLA-пластик (полилактид, ПЛА) - является биоразлагаемым, биосовместимым, термопластичным алифатическим полиэфиром, структурная единица которого - молочная кислота. ПЛА-пластик производят из кукурузы или сахарного тростника. Сырьем для получения служат также картофельный и кукурузный крахмал, соевый белок, крупа из

клубней маниока, целлюлоза. Натуральное природное сырье в составе PLA-пластика позволяет без угрозы для здоровья человека применять его для различных целей. При изготовлении ПЛА-пластика значительно сокращаются выбросы углекислого газа в атмосферу по сравнению с изготовлением «нефтяных» полимеров. На треть уменьшается использование ископаемых ресурсов, применение растворяющих веществ не требуется вообще. В итоге мы получили модель органического вещества. Результат моего проекта облегчит процесс обучения теоретическим основам органической химии. Об этом и пойдет речь в докладе.

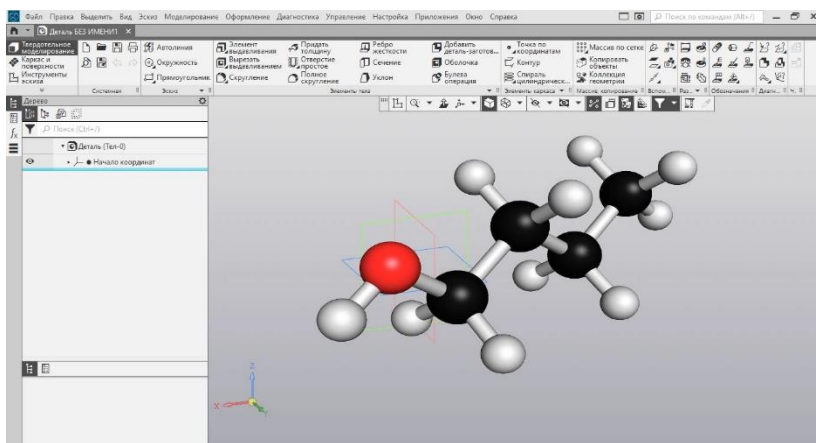


Рис. 1. Модель молекулы бутанола в программе «КОМПАС 3D».

[1] <https://ru.wikipedia.org/wiki/3D%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80>

[2] [https://gb.ru/posts/how\\_3d\\_printing\\_works](https://gb.ru/posts/how_3d_printing_works)

## СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ФРУКТОВ И ОВОЩЕЙ

Рейн С.К.

Колледж Петербургской моды, 1-ый курс  
Руководитель: Костенко М.Г., преподаватель КПИМ  
Санкт-Петербург

В повседневной жизни человека возникает множество факторов, способных негативно повлиять на его здоровье. Одним из них является металлургическое производство, которое ежегодно приводит к выбросам в атмосферу огромного количества токсичных соединений тяжелых металлов. Одним из способов нейтрализации данного фактора на здоровье человека являются фрукты и овощи, так как большинство из них содержат в своём составе клетчатку и пектины, которые обладают сорбционными свойствами. Цель работы: составить общие рекомендации питания, основываясь на общедоступных исследованиях сорбционных свойств продуктов питания. В Санкт-Петербурге расположено 13 металлургических заводов (преимущественно в юго-западной и северо-восточной частях). Несмотря на принимаемые меры по снижению опасных выбросов, существует реальная опасность для здоровья жителей города из-за очень высокой токсичности выбросов при наличии металлургических заводов в городе. Главная опасность тяжёлых металлов заключается в том, что они способны постепенно концентрироваться в пищевых цепях и таким образом в большей или меньшей степени воздействовать на организм человека. Попадая в организм человека, даже в небольших количествах, они накапливаются в нем и практически самостоятельно не выводятся. Основными металлами, которые чаще всего попадают в пищевую цепь с участием человека, являются свинец, железо, марганец и хром. В результате исследования было обнаружено влияние выбросов на организм человека при металлургическом производстве, а также наиболее эффективные адсорбенты среди продуктов питания, которые можно включить в основной рацион для уменьшения вреда токсичных выбросов на организм.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ТОРИЕВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Эйдукс Э.

9 класс, Рижская литовская средняя школа

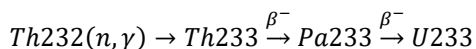
Руководитель проекта: доктор инж. наук Бирюков В.Я.

Рига, Латвия

Современные атомные электростанции (АЭС) в основном используют энергию делящегося  $U^{235}$  под действием тепловых нейтронов. Но необходимый  $U^{235}$  составляет всего 0,72% от добываемого урана. Основную долю составляет  $U^{238}$ . Для нормальной работы уранового топлива его необходимо обогатить до 3%  $U^{235}$ . Обогащение чрезвычайно трудоёмкий и дорогостоящий процесс. В земной коре залежи урана составляют  $2,4 \cdot 10^{-40}\%$ , в то же время тория в 5 раз больше –  $1,2 \cdot 10^{-39}\%$ . Но



Th232 в чистом виде для энергетики непригоден. После его облучения быстрыми нейтронами нарабатывается U233 – прекрасное топливо для АЭС.



Первоначально торию уделялось мало внимания, вне конкуренции был уран (U235) и Pu239 из которых изготавливалось ядерное оружие. Но если дальше такими темпами пойдёт, то U235 для целей энергетики хватит на несколько десятков лет. Единственный выход из создаваемого положения – строительство бридеров – реакторов размножителей на быстрых нейтронах. В них почти весь U238 перерабатывается в Pu239, а Th232 в U233. С переходом ядерных реакторов на этот принцип, ядерного топлива хватит уже на тысячелетия. Надеяться на экологичный термоядерный синтез в обозримом будущем не приходится. Поэтому более подробно рассмотрим добычу и переработку ториевых руд. Основной источник – моноцитовый песок (Ce, La, Nd, Th)PO<sub>4</sub>, известен силикатный минерал торит ThSiO<sub>4</sub>. и торианит (Th, U)O<sub>2</sub>. Колоссальные залежи моноцитового песка находятся в Индии и Бразилии близ Рио-де-Жанейро. Но отдыхать на пляжах с этим песком не рекомендуется – они радиоактивны.

Коэффициент размножения для медленных нейтронов для U235 составляет 2,07, Pu239 – 2,11. На быстрых же нейтронах оно значительно превышает 2,3 и 2,7 соответственно. У U233 коэффициент достаточно велик – 2,28 уже для тепловых нейтронов. Это обстоятельство позволяет изготавливать более компактный ядерный реактор для северных районов, вместо колоссального сжигания нефтепродуктов для обеспечения электроэнергией и теплом городов в районе полярного круга.

Топливные элементы на основе U233 имеют более высокий выход нейтронов, может смешиваться с U238, в таком виде его нельзя применять при производстве оружия. Топливо на ториевой основе повышают безопасность активной зоны реактора и улучшают его эксплуатационные характеристики. Основным недостатком этого топлива состоит в том, что торий необходимо облучать и перерабатывать, что повышает стоимость топлива.

**СЕКЦИЯ**  
**НЕОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ И ВОПРОСЫ**  
**НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**КОМПЛЕКСЫ 3D МЕТАЛЛОВ С 2-ТИОФЕНКАРБОНОВОЙ  
КИСЛОТОЙ И 3,5-ДИМЕТИЛПИРАЗОЛОМ:  
СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

Елисеенкова В.А.,  
10 класс, Школа№1553 им. В.И. Вернадского  
Руководители проекта: к.х.н. Уварова М.А.  
Москва

Комплексные соединения на основе карбоксилатов переходных металлов проявляют уникальные физико-химические и биологические свойства. Разработка новых координационных соединений, обладающих антибактериальной активностью и низкой токсичностью является актуальной проблемой современной химии. В качестве комплексообразователя целесообразно использовать ионы эссенциальных (жизненно важных) металлов – меди, цинка, кобальта, никеля. Важную роль в поиске биологически активных координационных соединений играет выбор органического лиганда. В частности, пятичленные гетероциклы, такие как тиофен, фуран, пиразол входят в состав многих противомикробных препаратов, а комплексы на их основе обладают биологической активностью[1].

Целью работы является получение комплексов Cu, Co, Ni с 2-тиофенкарбоновой кислотой (HTrph) и N-донорным лигандом – 3,5-диметилпиразолом (Hdmpz) и изучение биологической активности в отношении микобактериального штамма *Mycolicibacterium smegmatis*.

Показано, что при взаимодействии ацетатов меди и кобальта с 2 моль тиофенкарбоновой кислоты с последующим добавлением Hdmpz в ацетонитриле приводит к полному ионному обмену с образованием моноядерных комплексов  $[\text{Cu}(\text{Tph})_2(\text{Hdmpz})_2](\mathbf{1})$  и  $[\text{Co}(\text{Tph})_2(\text{Hdmpz})_2](\mathbf{2})$ .

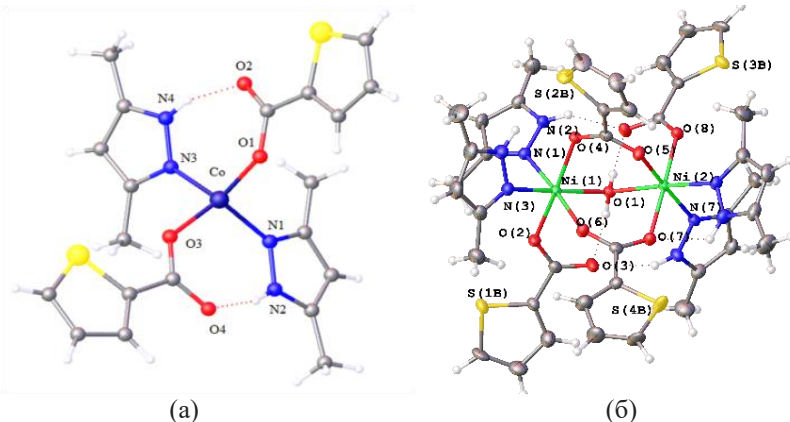


Рис. 1 Молекулярные структуры комплексов **2** (а) и **3** (б)

Согласно данным рентгеноструктурного анализа (РСА) в **1** и **2** атом металла имеет координационное число 4 и находится в плоскоквадратном (**1**) (Рис.1а) или тетраэдрическом (**2**) окружении двух атомов кислорода тиофенкарбоксилат-анионов и двух атомов азота молекул Hdmpz. Аналогичная реакция для ацетата никеля приводит к биядерному комплексу  $[\text{Ni}_2(\text{Tph})_4(\text{Hdmpz})_4(\mu\text{-OH}_2)](\mathbf{3})$ , в котором два фрагмента  $[\text{Ni}(\text{Tph})_2(\text{Hdmpz})_2]$  сшиваются в димер мостиковой молекулой воды (Рис.1б).

Изучение антимикобактериальных свойств показало, что полученные комплексы обладают низкой активностью в отношении *M. Smegmatis* по сравнению с изониазидом и рифампицином – препаратами первого ряда лечения туберкулеза.

[1]( M R G Fahmi, L Khumaidah, T K Irmiah, A Fadlan and M Santoso, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018)

## СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА С ПОМОЩЬЮ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ

Малюженко А.М. (8 класс), Лазарева М.Д. (7 класс)

ГБПОУ ЛО «ККТ И С», структурное подразделение ДТ «Кванториум»

Руководители проекта: педагог дополнительного образования Красильникова У.Д., педагог дополнительного образования, к.б.н. Решетова О.А.

г. Кингисепп, Ленинградская область

Наночастицы серебра находят применение во многих областях деятельности человека благодаря своим бактерицидным свойствам. В настоящее время набирают популярность биологические методы синтеза наночастиц, например, синтез наночастиц при помощи различных микроорганизмов, в том числе бактерий [1]. От стандартных методов они отличаются простотой, дешевой и экологичностью.

С целью выявления азотфиксирующих бактерий [2] по поверхности среды Эшби распределили 0,5 мл суспензии (1 г почвы в 50 мл воды). Поместили в термостат при 28°C. Состав среды Эшби: CaCO<sub>3</sub> – 1 г, глюкоза – 4 г, агар – 3 г, NaCl – 0,04 г, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – 0,02 г, MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O – 0,04 г, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> – 0,04 г, дистиллированная вода 200 мл.

Выросшие бактерии высеяны на жидкую среду Эшби и инкубированы 5 суток при 28°C. 2 мл среды с бактериями добавили к 100 мл 2 мМ раствора AgNO<sub>3</sub>, поместили в шейкер-инкубатор на 7 дней при 28°C и 150 об/мин [3]. Контролем служил раствор AgNO<sub>3</sub> с 2 мл жидкой среды Эшби без бактерий.

Оптические свойства раствора определяли с помощью спектрофотометра СФ-2000. Эмпирическим путем авторы [4] вывели соотношение между линейным размером (*d*, нм) наночастиц серебра и положением максимума полосы поглощения золя ( $\lambda_{\max}$ , нм):

$$\lambda_{\max} = 378,25 + 3927 \cdot d.$$

В результате, в некоторых колбах, содержащих азотфиксирующие бактерии, наблюдалось изменение цвета раствора. В колбах под номерами 11, 16, 17 цвет раствора бежевый. В колбе под номером 20 цвет желто-коричневый. В колбах 6, 18, 19, 23 изменение цвета не наблюдалось, и было отмечено выпадение осадка черного цвета.

Спектрофотометрический анализ полученных растворов (рис. 1) в динамике показал наличие и увеличение количества наночастиц серебра с течением времени. Расчёт с использованием указанной выше формулы позволил приблизительно определить диаметр наночастиц серебра, лежащий в пределах 20–55 нм.

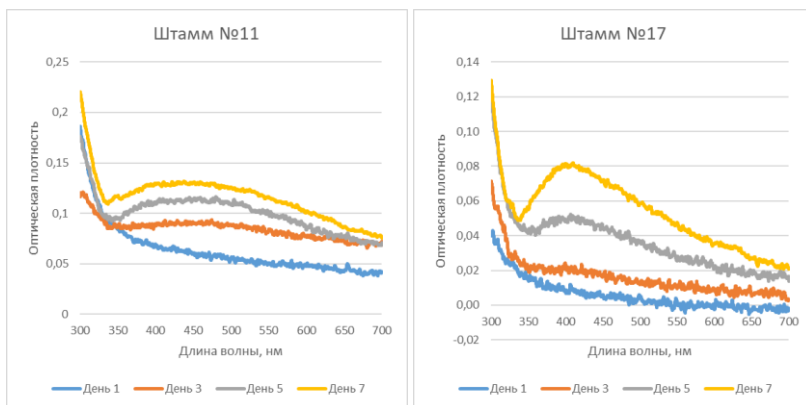


Рис.1. Спектры полученных растворов

### Выводы

1. Для эксперимента выбраны штаммы азотфиксирующих бактерий, отличающиеся рядом морфологических признаков: скоростью роста, цветом, оптическими свойствами, формой, поверхностью, краем, консистенцией колоний.
2. Визуальный осмотр растворов позволил сделать предположение, что синтезированные вышеуказанными колониями наночастицы серебра отличаются однородностью, стабильностью, и достаточно маленькими размерами наночастиц.
3. Проведено исследование оптических свойств наночастиц серебра методом спектрофотометрии и вычислены приблизительные размеры наночастиц, лежащие в пределах 20–55 нм.
4. Штаммы под номерами 11, 16, 17, 20 показали лучшие результаты по способности восстанавливать и стабилизировать наночастицы серебра.

[1] Singh P., Kim Y.-J., Zhang D., Yang D.-C. Biological Synthesis of Nanoparticles from Plants and Microorganisms//Trends in Biotechnology, 2016, Vol. 34, No. 7, P. 588-599.

[2] Методические рекомендации и инструкции по применению набора «Охотник за микробами» - ООО «Живые системы», 2022 – 34 с.

[3] Tran T., Van D., Tan L. Biosynthesis of Silver Nanoparticles from Bacillus licheniformis TT01 Isolated from Quail Manure Collected in Vietnam//Processes, 2021, Т. 9, С. 584.

[4] Zhang Q., Li W., Wen L.-P., Chen J., Xia Y. Facile synthesis of Ag nanocubes of 30 to 70 nm in edge length with CF(3)COOAg as a precursor//Chemistry (Weinheim an Der Bergstrasse, Germany), 2010, Т. 16, N 33, С. 10234-10239.

## ТЕРМОХИМИЯ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

<sup>1</sup>Мехдиева Г.Т., <sup>2</sup>Дрогулина В.А., <sup>3</sup>Перфильева Д.А., <sup>4</sup>Жилиев Т.С., <sup>5</sup>Бойков А.С., <sup>6</sup>Ивановская П.А., <sup>7</sup>Бурдинская М.В.

<sup>1</sup>МАОУ СШ №144, 10 класс, г. Красноярск; <sup>2</sup>БОУ ВО «Вологодский многопрофильный лицей», 10 класс, г. Вологда; <sup>3</sup>ОАНО "Первый Лобачевского", 10 класс, г. Усть-Лабинск; <sup>4</sup>Школа ЦПМ, 9 класс, г. Москва; <sup>5</sup>ГБОУ Лицей №533, 10 класс, г. Санкт-Петербург; <sup>6</sup>МОАУ Лицей №21, 10 класс, г. Киров; <sup>7</sup>МАОУ СОШ №218, 10 класс, г. Новосибирск  
Руководители проекта: к.х.н., доцент Богачев Н.А., студ. бак. 4 курса Глухоедов Н.А., институт химии СПбГУ, Образовательный центр «Сириус» (г. Сочи)

Состав, структура и свойства сольватов солей переходных металлов с различными растворителями являются предметом экспериментального исследования в области современной химии растворов. На данный момент открытым является вопрос о прогнозировании строения и физико-химических свойств таких соединений на основании свойств растворителя и соли. В настоящей работе проведено определение энтальпий образования и энергии кристаллических решеток сольватов и проведен анализ связи между полученными величинами и составом соединений. В качестве объектов исследования выбраны сольваты иодида, бромида кадмия и хлорида меди с органическими растворителями: диметилсульфоксидом, 1,4-диоксаном, *N,N*-димилацетамидом, *N,N*-диметилформамидом.

В рамках проекта был осуществлён синтез и идентификация сольватов. Для расчета энтальпий образования и энергии кристаллических решеток измерены теплоты растворения сольватов в воде по модели образования бесконечно разбавленного раствора в калориметре. Были использованы три типа калориметров: самостоятельной сборки, программируемый и использующий цифровой промышленный термодатчик (DS18B20), специализированный калориметр типа Calve Setaram C80 и калориметр на основе термометра Бекмана. Калориметр собственной сборки был изготовлен на основе программируемой платформы Arduino Nano, и представляет из себя автономный прибор, выполняющий функцию термостатирования камеры для проведения калориметрического эксперимента, а также считывания изменения температуры в ходе этого измерения, с последующей выдачей пользователю разности температур по окончании измерения. Фотография прибора представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Фотография автоматизированного прибора для проведения калориметрии в рабочем состоянии.

*Проект выполнен в ходе проектной химической смены (1-24 ноября 2022 года) на базе образовательного центра «Сирius».*

## **ДВОЙНЫЕ И КОМПЛЕКСНЫЕ СОЛИ. СИНТЕЗ КВАСЦОВ И ИОДОПЛОМБИТА СВИНЦА**

Муравьева О.А.

10 класс, МБОУ «Приморский ЦО», Приморск

Руководители проекта: доцент СПбГУ к.х.н. Севастьянова Т.Н.;  
учитель химии Ярмаркина О.О.

ГБУ ДО «Центр Интеллект», Лисий Нос;  
МБОУ «Приморский ЦО», Приморск  
Ленинградская область

Соли используют в самых разных отраслях: в производстве лаков, для устранения жёсткости воды, для получения металлов высокой степени чистоты, в аналитической химии, в медицине – в качестве стимуляторов важных биохимических процессов.

**Целью** нашей работы являлось показать роль сложных солей в различных физиологических процессах, осуществить синтез алюмокалиевых квасцов и иодиодного комплекса свинца.

В ходе исследования был проведен анализ классификации солей с детальным рассмотрением двойных и комплексных солей [1]; показана роль кристаллизации в процессах образования изоморфных соединений и при

очистке веществ. Проведены синтезы иодоплюмбита свинца с качественными реакциями на полученный препарат. Осуществлена классическая демонстрационная реакция “Золотой дождь” [2]. Синтезировано 6 образцов алюмокалиевых квасцов. Показано, что ИК-спектр синтезированных квасцов соответствует литературным данным. Проведен качественный анализ синтезированных квасцов. С использованием пищевых красителей выращены красивые кристаллы квасцов красного, синего и зеленого цветов. Рассмотрены вопросы использования квасцов в медицинских целях.

Работа имеет перспективы. В дальнейшем хотелось бы синтезировать кристалл на основе изоморфизма, а также создать художественную композицию с использованием синтезированных квасцов.

[1] Химия комплексных соединений: учебное пособие для студентов химических и химико-технологических специальностей вузов / А. А. Гринберг. – изд.3-е переработанное и дополненное - Издательство «Химия» Москва, 1966 г., Ленинград. – 632 с.

[2] Неорганическая химия. Основы химического эксперимента. Синтез неорганических веществ. Уч-метод. пособие. / Авторы: Е.А. Воеводина, И.И. Кожина, Т.Н. Севастьянова, М. Ю. Скрипкин. Под ред. М. Ю. Скрипкина. – СПб. : Изд-во ВВМ, 2014. – 94 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСА С ОСНОВАНИЕМ ШИФФА ([Ni(MEOSALEN)]) И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

Ненова А.В.

11 класс, Академическая гимназия СПбГУ

Руководитель проекта: Новоселова Ю.В.

Институт химии СПбГУ

Санкт-Петербург, Россия

Полимеры на основе координационных соединений переходных металлов с основаниями Шиффа ([M(Schiff)]), обладающие достаточной химической стабильностью и электроактивностью, являются перспективными материалами для создания сенсорных, хемотронных, твердофазных оптоэлектронных преобразователей, фото- и электрокаталитических устройств [1,2]. На данный момент нанесение слоёв таких полимеров возможно только в ходе электрохимической полимеризации из неводных растворителей, в результате чего образуется



тонкая пленка электропроводящего полимера на поверхности электрода. Недостатком этого метода является невозможность нанесения проводящего полимера на непроводящую поверхность, ограничения по площади электрода, что, в свою очередь, создаёт определённые препятствия для масштабирования процесса, нацеленного на промышленные объемы реализации. В качестве альтернативного подхода можно использовать метод химической полимеризации, поскольку он позволяет получить большое количество полимера с высоким выходом с минимальными затратами на энергию для проведения процесса. Несмотря на это на сегодняшний день не имеется подтверждения об идентичности электрохимических свойств химически и электрохимически синтезированных полимеров.

В рамках научно-исследовательского проекта были протестированы два метода получения полимерного комплекса  $\text{poly}[\text{Ni}(\text{CH}_3\text{OSalen})]_n$  с использованием химической и электрохимической полимеризации, а также выявлены структурные факторы, влияющие на их электрохимические свойства.

[1] Poizot, P., Gaubicher, J., Renault, S., Dubois, L., Liang, Y., Yao, Y. // *Chem. Rev.* 2020, 120, 6490–6557.

[2] Eliseeva, S. N., Alekseeva, E. V., Vereshchagin, A. A., Volkov, A. I., Vlasov, P. S., Konev, A. S., Levin, O. V. // *Macromol. Chem. Phys.* 2017, 218, 1700361.

## **СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ Ca(II)-Cr(III) И Ba(II)-Cr(III) С АНИОНАМИ ДИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ И 1,10-ФЕНАНТРОЛИНОМ**

Небогина С.И.

11 класс, ГБОУ “Школа на Юго-Востоке имени Маршала В.И. Чуйкова”

Руководитель проекта: к.х.н., с.н.с. Бажина Е.С.

Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН

Москва

Координационные соединения, содержащие ионы *s*- и *3d*-металлов, связанные анионами карбоновых кислот, являются перспективными предшественниками смешанно-оксидных материалов, обладающих уникальными физико-химическими свойствами и каталитической активностью [1]. Известно, что гетерометаллические соединения M(II)-Cr(III) (M = Ca, Ba) с постоянным составом и соотношением ионов металлов

могут быть использованы для получения сложных оксидов  $M\text{Cr}_2\text{O}_4$  путем твердофазного термолиза в мягких условиях [2].

Выбор малоновой кислоты и ее замещенных аналогов ( $\text{H}_2\text{L}$ ) в качестве лигандов для синтеза комплексов  $\text{Ca(II)-Cr(III)}$  и  $\text{Ba(II)-Cr(III)}$  обусловлен возможностью варьирования группы-заместителя в карбоксилат-анионе, что в сочетании с введением в реакционную смесь хелатирующего N-донорного лиганда позволяет контролировать состав и строение получаемых координационных соединений [3].

Целью данной работы был синтез гетерометаллических соединений  $\text{M(II)-Cr(III)}$  ( $M = \text{Ca}, \text{Ba}$ ) с анионами дикарбоновых кислот (малоновой и ее замещенных аналогов) и 1,10-фенантролином как предшественников смешанно-оксидных материалов. В ходе работы все полученные соединения были выделены в виде монокристаллов, их строение установлено методом рентгеноструктурного анализа (РСА). На основании полученных данных изучено влияние группы-заместителя в анионе дикарбоновой кислоты и радиуса иона щелочноземельного металла на состав и строение полученных соединений.

Взаимодействием нитрата хрома(III) с  $\text{Ca(L)}$  или  $\text{Ba(L)}$  и 1,10-фенантролином (phen) в соотношении 1:2:2 получена серия координационных соединений  $\text{Ca(II)-Cr(III)}$  и  $\text{Ba(II)-Cr(III)}$  различного состава и строения. Установлено, что кристаллические структуры новых соединений образованы анионными «блоками»  $[\text{Cr(L)}_2(\text{phen})]^-$ , связанными с ионами щелочноземельного металла, дополнительно координирующими одну или две молекулы phen.

Так, в реакции с бариевой солью диметилмалоновой кислоты ( $\text{H}_2\text{Me}_2\text{mal}$ ) формировалось тетраядерное соединение  $[\text{Ba}_2\text{Cr}_2(\text{Me}_2\text{mal})_4(\text{phen})_4(\text{H}_2\text{O})_8](\text{NO}_3)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (**1**) (рис. 1а), а при переходе к циклопропан-1,1-дикарбоновой ( $\text{H}_2\text{cpdc}$ ) и циклобутан-1,1-дикарбоновой ( $\text{H}_2\text{cbdc}$ ) кислотам – кристаллизовались триядерные комплексы и  $[\text{BaCr}_2(\text{cpdc})_4(\text{phen})_4(\text{H}_2\text{O})_2] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (**2**) и  $[\text{BaCr}_2(\text{cbdc})_4(\text{phen})_4(\text{H}_2\text{O})_2] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  (**3**) (рис. 1б), имеющие схожее строение.

При замене  $\text{Ba}^{2+}$  на  $\text{Ca}^{2+}$  в реакциях с  $\text{Me}_2\text{mal}^{2-}$  и  $\text{cpdc}^{2-}$  происходило образование кристаллов биядерных комплексов  $[\text{CaCr}(\text{Me}_2\text{mal})_2(\text{phen})_3(\text{H}_2\text{O})_3](\text{NO}_3) \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  (**4**) и  $[\text{CaCr}(\text{cpdc})_2(\text{NO}_3)(\text{phen})_3(\text{H}_2\text{O})] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  (**5**) (рис. 1в) соответственно, в то время как с анионами  $\text{cbdc}^{2-}$  формировался координационный полимер  $[\text{CaCr}(\text{cbdc})_2(\text{phen})_3(\text{H}_2\text{O})_2]_n \cdot n[\text{Cr}(\text{cbdc})_2(\text{phen})] \cdot 6n\text{H}_2\text{O}$  (**6**), бесконечные цепи которого образованы биядерными фрагментами  $\{\text{CaCr}\}$ . В случае незамещенной малоновой кислоты ( $\text{H}_2\text{mal}$ ) в аналогичных условиях был получен тетраядерный комплекс  $[\text{Ca}_2\text{Cr}_2(\text{mal})_4(\text{NO}_3)_2(\text{phen})_4(\text{H}_2\text{O})_4]$  (**7**) схожего с **1** строения.

Таким образом, на примере полученных соединений было показано, что уменьшение радиуса иона щелочноземельного металла при переходе от  $Ba^{2+}$  к  $Ca^{2+}$ , а также введение заместителя в малонат-анион и изменение его геометрических характеристик приводит к изменению состава, строения и понижению ядерности формирующейся молекулы.

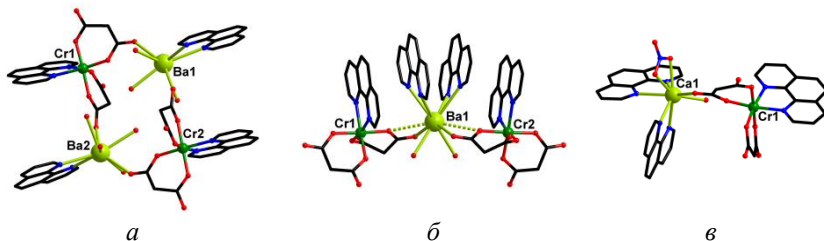


Рис.1. Молекулярная структура комплексов **1** (а), **3** (б) и **5** (в). Заместители в малонат-анионах и атомы водорода не показаны.

[1] П.С. Коротеев, Ж.В. Доброхотова, В.М. Новоторцев, *Рос. хим. ж.* **2016**, 60, 3–16.

[2] L. Androš, M. Jurić, J. Popović, D. Pajić, K. Zadro, K. Molčanov, D. Žilić, P. Planinić, *Eur. J. Inorg. Chem.* **2014**, 2014, 5703–5713.

[3] Е.С. Бажина, Н.В. Гоголева, Е.Н. Зорина-Тихонова, М.А. Кискин, А.А. Сидоров, И.Л. Еременко, *Ж. структ. хим.* **2019**, 60, 893–920.

## ИССЛЕДОВАНИЕ АГРЕГАТИВНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ГИДРОЗОЛЯ ГИДРОКСИДА ЖЕЛЕЗА (+3)

Рубцова В.А.

10 класс, МБОУ СОШ №20 г. Воронеж

Руководитель проекта: учитель химии Коваленко Б.А.

МБОУ СОШ №20

Воронеж

Предлагаемое исследование включало в себя следующие этапы: синтез гидрозоля  $Fe(OH)_3$ ; изучение действия на гидрозоль  $Fe(OH)_3$  анионов-коагулянтов с различным зарядом; изучение зависимости агрегативной устойчивости гидрозоля  $Fe(OH)_3$  от времени диализа.

Синтез гидрозоля  $Fe(OH)_3$  был проведён следующим образом: в 250 см<sup>3</sup> кипящей дистиллированной воды влили 10 см<sup>3</sup> 2%-ного раствора  $FeCl_3$  [1].

Для изучения действия на гидрозоль  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  анионов-коагулянтов с различным зарядом  $35 \text{ см}^3$  золя титровали растворами  $\text{KCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  и  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  с концентрациями 2,000; 0,050 и 0,005 моль/дм<sup>3</sup> соответственно. Визуально определяемый порог коагуляции золя составил 11,43; 0,36 и 0,12 ммоль/дм<sup>3</sup> соответственно. Согласно эмпирическому правилу Шульце-Гарди, коагулирующая способность ионов резко возрастает с увеличением их заряда. Это вполне согласуется с экспериментальными данными. Количественно приведённая зависимость описывается законом Дерягина-Ландау, согласно которому порог коагуляции обратно пропорционален шестой степени заряда иона-коагулянта. Экспериментальные данные отклоняются от этого закона, т.к. визуальное определение порога коагуляции – метод, не дающий результатов высокой точности.

На следующем этапе образец гидрозоля  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  помещался в диализатор с мембраной из пергаментной бумаги [2]. Диализ проводился в течение разного времени. После каждого опыта визуально определялся порог коагуляции золя сульфат-анионами. Для этого образцы золя объёмом  $35 \text{ см}^3$  титровали раствором  $\text{K}_2\text{SO}_4$  с концентрацией 0,050 моль/дм<sup>3</sup>. Результаты экспериментов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Зависимость порога коагуляции золя от времени диализа

№ опыта	т, ч	$S_k$ , ммоль/дм <sup>3</sup>
1	9	0,21
2	24	0,14
3	72	0,07

При диализе наблюдается уменьшение агрегативной устойчивости, связанное со сжатием двойных электрических слоёв, существующих на поверхности микрокристаллов  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

В связи со снижением агрегативной устойчивости золя при длительном диализе, происходит постепенная коагуляция. Об этом свидетельствует увеличение среднего размера коллоидных частиц. Размер частиц (гидродинамический радиус) определялся методом динамического светорассеяния на приборе Photocor Complex [3]. Средний размер частиц золя до диализа составил 4796 нм, спустя 4 часа диализа – 5688 нм, спустя 27 часов – 7460 нм.

Наблюдение частиц золя при помощи цифрового микроскопа позволило визуализировать установленную выше зависимость. Микрофотографии коллоидного раствора, сделанные до диализа и спустя 27 часов диализа, показывают увеличение размера частиц дисперсной фазы и нарушение равномерности их распределения в дисперсионной среде.

Значения электрокинетического потенциала гидрозоля  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , определённые до и после диализа методом макроэлектрофореза [4], также подтверждают снижение агрегативной устойчивости за счёт сжатия двойных электрических слоёв. Значения  $\zeta$ -потенциалов, рассчитанные из экспериментальных данных по уравнению Гельмгольца-Смолуховского, представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты определения  $\zeta$ -потенциала золя до и после диализа

№ опыта	$\tau$ , ч	$\zeta$ , В
1	0	1,610
2	4	0,324
3	27	0,064

### Список литературы

- [1] Практикум по коллоидной химии: учебное пособие / М. И. Гельфман [и др.]. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2005. – 256 с.
- [2] Верховский В. Н. Техника химического эксперимента: пособие для учителей. Т. 2 / В. Н. Верховский, А. Д. Смирнов. – 6-е изд., перераб. – Москва, «Просвещение», 1975. – 383 с.
- [3] Анализаторы размеров частиц серии Photocor: руководство пользователя
- [4] Вережников В. Н. Практикум по коллоидной химии: учебно-методическое пособие для вузов / В. Н. Вережников, Т.Н. Пояркова. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2013. – 65 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ , УПРОЧНЁННОГО ФОСФОРМ

Рыхлицкая Е.А.

11 класс, МАОУ Гимназия №3 в Академгородке

Руководитель проекта: Дубинин Ю.В., канд. хим. наук, н.с. ИК СО РАН  
Новосибирск

Катализаторы для процессов сжигания в кипящем слое – крупные (2-4 мм) сферические частицы, активные в окислении  $\text{CO}$  и органических веществ. К катализаторам, используемым в условиях кипящего слоя, предъявляются значительные требования, к основным из которых относится прочность материала на раздавливание и истирание. Данные параметры являются особенно критичными, поскольку катализаторы для кипящего слоя работают при повышенной механической нагрузке и основная причина их дезактивации – механическое разрушение.

В данной работе рассматривается создание упрочненного носителя путем введения в его состав фосфора с последующим синтезом катализатора на его основе. Для упрочнения носителя был выбран подход, известный и использовавшийся ранее для упрочнения различных строительных материалов – введение алюмофосфатной связки. Для упрочнения сферического  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  такой подход не использовался ранее.

После отработки процесса приготовления упрочненного носителя был произведен синтез Cu- и Cr-содержащих катализаторов. Для данных катализаторов были определены прочность на раздавливание и активность в окислении CO. Исходя из полученных результатов было показано, что наиболее перспективной каталитической системой для использования в условиях кипящего слоя, является Cu-содержащий образец, демонстрирующий прочность, сопоставимую с промышленным образцом сравнения и превосходящий его по активности в окислении CO.

[1] <https://ect-center.com/blog/katalizatory-v-neftepererabotke>

[2] Будников П.П., Хорошавин Л.Б. Огнеупорные бетоны на фосфатных связках. М: Изд-во «Металлургия», 1971, 192 с.

[3] Мухленов И. П., Добкина Е. И., Дерюжкина В. И., Сороко В. Е.; Под ред. проф. И. П. Мухленова/ Технология катализаторов — Изд. 2-е, перераб. — Л.: Химия, 1979.— 328 с.

[4] Боресков Г.К. Гетерогенный катализ / Боресков Г.К.; отв. ред. Замарав К.И.; АН СССР, Сиб. отд-ние, Ин-т катализа. - М.: Наука, 1988. - 303 с.

## **КОЛЬЦА ЛИЗЕГАНГА САМООРГАНИЗАЦИЯ МОЛЕКУЛ В ГЕЛЕЕВОЙ СРЕДЕ ЖЕЛАТИНА, АГАР АГАРА, ХИТОЗАНА, ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ**

Самофалова А.С.

11 класс, ГБОУЦО №633

Руководитель проекта: учитель химии Савинкова С.И.

ГБОУЦО №633

Санкт Петербург

Образование биополимеров в многокомпонентной системе организма человека является предметом исследования нефрологов, стоматологов, офтальмологов, кардиологов, ортопедов и др. Рост заболеваемости мочекаменной болезнью растет во всем мире и необходимы меры профилактики, лечения для предупреждения рецидивов. Однако до сих пор не ясен механизм образования колец Лизеганга, несмотря на

изучение целого ряда кинетических факторов, в том числе и влияние состава растворов на состав осадков и кинетику образования. Цель: изучение процесса образования колец Лизеганга, выявление кинетических факторов и условий их образования в школьной лаборатории, практическое применение. Задачи: 1. Изучить информационные источники по исследуемой проблеме 2. Определить методы исследования 3. Экспериментальным путем получить кольца Лизеганга, изучить кинетические процессы самоорганизации молекул на гелевой основе. 4. Обобщить результаты исследования и сделать выводы В ходе работы подготовлены гели, отличающиеся друг от друга по химическому составу, однако относящиеся к ВМС - сложным коллоидным системам линейной сетчатой структуры, с разной кинетикой набухания, поверхностного натяжения, скоростью образования колец в системе: вода-гель-электролит. Гелевые структуры в растворе выполняют функции матрицы. В ходе эксперимента получены кольца Лизеганга в присутствии электролитов с разной концентрацией дихромата калия и нитрата серебра, сульфата магния и гидроксида натрия, хлорида кальция и щавелевой кислоты, хлорида кальция и щавелевой кислоты, сульфата меди(2+) и дихромата калия. Процесс образования колец протекал во времени и пространстве. Кристаллизация оксалата кальция протекала с образованием мелких кристаллов, образующих друзы, кристаллы дихромата меди(2+) – плавающие перевернутые пирамиды. Метод ионного осаждения и комплексообразования позволил наблюдать изменения в исследуемой системе, способной к самоорганизации.

Увеличение концентрации электролитов ведет к появлению размытых колец. Необходим контроль за концентрацией, pH среды (6,5-8), температуры. Получены в среднем от 3 до 5 колец. толщина 0,1-0,3 мм, расстояние от мениска до первого кольца 1,5 см, между другими кольцами 1 см или 0,5 см. Время получения колец варьировалось от 60 минут до суток и более, в случае образования оксалатов кальция обнаружены макропористая поверхность. В присутствии аммиачного раствора сульфат магния в щелочной среде образовал кольца аморфной структуры. Присутствие концентрированных растворов ионов серебра, катионов аммония, меди(2+), кобальта и др. влияют на пространственную структуру и скорость протекания процессов. В присутствии лимонной кислоты протекала стабилизация процессов набухания в гелях, и это влияло на скорость появления новых структур. В агар агаре скорость многих процессов оказалась выше, чем в хитозане, желатине, однако структуры колец более рельефные получены в желатине Выводы: методами ионного осаждения и комплексообразования установлено формирование колец во времени и пространстве. Сравнительная характеристика, протекающих

процессов расширила представления о сложности динамической самоорганизации молекул в многослойной системе: вода- электролиты- гели. Работа над литературными источниками позволила рассмотреть исследуемую проблему в историко-аналитическом контексте и определить области практического применения приобретенных знаний и представлений в науке и культуре.

[1] Механизм формирования кристаллов при оксалатном нефролитиазе /Жариков А.Ю , Зверев Я,Ф. //Нефрология,-2009,- Т.13-№14- 37-50с.

[2] Кольца Лизеганга из хромата меди в желатиновом геле/Свами, СН; Кант, К.\\ Коллоидная и полимерная наука //-1966.-№3- 56–57с. DOI : 10.1007 / VF01500047 . S2CID 97549973

[3] Кристаллизация одноводного оксалата кальция в присутствии аминокислот/ Голованова, О.А., ,А.Р., Изатулина. //Кристаллография,-2017, Т.62/- №5 /-787-779с.

## СИНТЕЗ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ

Смирнова А.С.

10 класс МБОУ «Бокситогорская СОШ №2» Бокситогорский район

Руководители проекта: Гусев И.М., к. х. н., инженер Института Химии СПбГУ,

Санкт- Петербург; Бордучкова О.Н., учитель химии МБОУ СОШ №2

Бокситогорск

С давних времен человек старался придать предмету цвет, делая его более красивым и заметным. Так и сейчас – люди создают красящие вещества, которые могут придать не только цвет, но и улучшить качество покрытия. Сегодня производство красящих веществ запущено в промышленных масштабах.

Темой и целью моего исследования стал синтез неорганических пигментов. Пигменты имеют особую важность в медицине (пигменты входят в состав биологических мембран, выполняют функции светофильтров, теплоизоляторов) [1], для строителей (железоокисные пигменты обеспечивают стойкое окрашивание продуктов гидратации портландцемента (цемента)) [2], дизайнеров (дизайнеры интерьера используют пигменты для придания цвета своим эскизам или изделию, например, придают цвет старинным вещам, чтобы сделать их современными), визажистов (для перманентного макияжа) и художников.



Для получения пигментов перспективным является метод соосаждения. Он позволяет уменьшить тепло- и энергозатраты и создать пигменты, обладающие высокими хромофорными показателями. Сущность метода заключается в совместном осаждении растворимых гидроксидов или солей с последующим отделением, промыванием, высушиванием и прокаливанием осадка[3].

Изучив классификацию пигментов, их физические свойства, области применения и способы получения, было синтезировано 10 неорганических пигментов: пирофосфат кобальта ( $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ), диоксид марганца ( $\text{MnO}_2$ ), дигидрат тетраацетат димеди ( $\text{Cu}_2(\text{CH}_3\text{COO})_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), железный сурик (оксид железа (III)) ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ); хромат свинца  $\text{PbCrO}_4$ ; малахит ( $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ ); берлинская лазурь ( $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ ), турнбулева синь ( $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ ); сульфат бария ( $\text{BaSO}_4$ ); риманова зелень ( $\text{CoO} \cdot x\text{ZnO}$ ) и зеленый хром (гидроксид хрома (III)) ( $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ).

Было выяснено, что химическая природа этих соединений (например, амфотерность гидроксида хрома  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ) может влиять на цвета и оттенки полученных красителей. А соотношение компонентов (как у римановой зелени) влияет на конечный результат – оттенок пигмента. Средний выход полученных неорганических пигментов составил 70%. Что является хорошим результатом.

Чтобы проверить качество полученных пигментов, было решено сделать краски на основе пигментов. Краски имеют хороший кроющий слой и насыщенный цвет. Это хорошо видно на сделанных рисунках(рис1).



Рис.1. Из полученных пигментов разведены краски и выполнена творческая работа – картина.

Автор работы выражает благодарность Государственному бюджетному учреждению дополнительного образования Ленинградскому

областному центру развития творчества одаренных детей и юношества «Интеллект» за предоставленную материально-техническую базу.

[1] Большая Медицинская Энциклопедия (БМЭ), под редакцией Петровского Б.В., 3-е издание – 636 с.

[2] В. Кузьмина: Неорганические пигменты для строительной индустрии 2014/ [Электронный ресурс]: <http://viperson.ru/articles/vera-kuzmina-neorganicheskie-pigmenty-dlya-stroitelnoy-industrii>

[3] Залевская, Е.Н. Путилина. Л. Н. Ветошка – Белорусский технологический институт Синтез пигментов методом соосаждения.(с.23)

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ВЫРАЩИВАНИЯ КРИСТАЛЛОВ

Сурмаченко В.,  
8 класс, МОБУ «СОШ «Агалатовский ЦО»  
Руководитель: Алцыбеева И.А., учитель химии  
МОБУ «СОШ «Агалатовский ЦО»  
Ленинградская область

**Актуальность исследования заключается в том, что** выращивание кристаллов - очень интересное и увлекательное занятие, самое простое и доступное. Оно раскрывает тайны природы и погружает в мир открытый.

**Цель работы:** изучение процесса выращивания кристаллов

**Задачи:**

1. проанализировать информационные источники;
2. изучить методику выращивания кристаллов;
3. вырастить кристаллы;
4. сравнить полученные кристаллы.

**Объект исследования:** способы выращивания кристаллов из различных неорганических веществ

**Предмет исследования:** способы получения кристаллов

**Гипотеза:** в домашних условиях возможно вырастить кристаллы.

**Методы исследования.**

Теоретический: анализ информационных источников, сравнения.

Эмпирический: лабораторные наблюдения.

Изучение литературных источников позволило сделать вывод, о том что мир кристаллов разнообразен и интересен. Получена информация о драгоценных камнях и их происхождении. Изучены способы образования и выращивания кристаллов.

На 1 этапе освоена методика выращивания кристаллов из бихромата калия, медного купороса и алюмокалиевых квасцов.

На 2 этапе проведён практический эксперимент, цель которого была вырастить кристаллы по изученной методике. Изучены процессы, происходящие при росте кристаллов.

В результате исследования сделаны следующие **выводы**:

1. Для выращивания кристаллов необходимо использовать насыщенный раствор.

2. На скорость роста кристаллов влияют условия окружающей среды.

3. Выращенные кристаллы имеют разную форму и цвет.

Гипотеза, о том, что кристаллы возможно получать в домашних условиях подтвердилась. Выращенные кристаллы можно использовать как иллюстративный материал на уроках химии, использовать как поделочный материал для создания декоративных изделий и сувениров.

[1] Бусев А.И., Ефимов И.П. Определения, понятия, термины в химии: Пособие для учащихся. – М.: Просвещение, 1981. – 192 с.

[2] Гроссе Э., Вайсмантиль Х. Химия для любознательных. – Л.: «Химия» - 1987. – 344с

[3] Крицман В.А., Станцо В.В. Энциклопедический словарь юного химика – М.: Педагогика, 1982. – 386с., ил. – С.256.

[4] Химическая энциклопедия, т.4. М. – Просвещение. 199

[5] Шаскольская М.П.. Кристаллы. - М.: Наука, 1978 г. – 208 с.

Интернет- ресурсы:

[6] <http://www.geologiazemli.ru/articles/112-> Геология Земли.

[7] <http://ru.wikipedia.org/wiki/E519> -Википедия – свободная энциклопедия.

[8] <http://www.kristallov.net/mineraly.html>- Кристаллов.NET

[9] <http://mirkristallov.com/>- Мир кристаллов.

## **СИНТЕЗ СЕНСЕБИОНТОВ НА ОСНОВЕ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ**

Шаталова Е.А.,

8 класс, МОУ СШ №103

Руководитель проекта: педагог дополнительного образования Твердохлеб О.И.,

ГБУ ДО «Детский технопарк «Кванторум»

Волгоград

**Введение:** Поиск универсальных сенсебионтов<sup>1</sup>, способных идентифицировать рак на ранних стадиях, является одной из актуальнейших задач настоящего времени [1]. В то же время, за последнее десятилетие технология полупроводниковых материалов достигла высокой степени совершенства.

**Цели и задачи:** Синтез сенсебионтов на основе квантовых точек, не проявляющих острой цитотоксичности, сохраняющих высокий квантовый выход для идентификации злокачественных новообразований.

**Материалы и методы:** Разработан метод, подходящий для синтеза сенсебионтов, отвечающих поставленным требованиям. В качестве источников ионов  $S^{2-}$  используется водный раствор сульфида натрия  $Na_2S$ . Использован «двойной капельный метод».

Изготовлены растворы:  $ZnSO_4$  и  $Na_2S$  с концентрацией 0,1 моль/л; раствор твин-80 с глюкозой; раствор твин-80 с фитонутриентом EgSg, общая концентрация которых (отдельная для обоих случаев) не должна превышать  $3,7 \cdot 10^{-3}$  моль/л.

Сульфид натрия в нашем случае бы нонагидратом, поэтому до создания раствора было необходимо его прокалить. Процедура прокаливания проводилась при температуре 35 °С на протяжении 4 дней.

Изготовлен фитонутриент EgSg, который является экстрактом зеленого чая. Для этого был взят чай, подвергнутый минимальной ферментации и проведена методика для получения его экстракта, согласно технологии получения порошкового экстракта зеленого чая. [2]

**Результаты:** Размер частиц сенсебионтов, где использовался твин-80 сопряженный с ингибитором глутамин составил 71,65 нм. Для варианта с глюкозой и твин-80 - 44,8 нм. На основе проведенного люминесцентного анализа доказана фосфорисценция и полученные сенсебионты можно рекомендовать в качестве контрастных агентов.

**Выводы:** Предложен оптимальный способ диагностики рака на ранних стадиях с помощью неинвазивного вмешательства. Впервые представлен вариант комбинации ПАВ с фитонутриентом EgSg и глюкозой в качестве оболочки КТ. Доказано преимущество нового метода – синтеза сенсебионтов. Выполнен синтез КТ, не проявляющих острой цитотоксичности, сохраняющих относительно высокий квантовый выход для идентификации злокачественных новообразований. Наиболее перспективным веществом для оболочки является ПАВ (твин-80) и фитонутриент EgSg в качестве лигандов.

---

<sup>1</sup> **Сенсебионт** – группа физико-химических нанообъектов, главной задачей которых является диагностика очага заболевания (введен в процессе выполнения данной научно-исследовательской работы)

Влияние глюкозы на деятельность в организме человека при опухолях, не изучена в полной мере и ее применение в качестве лигандов сенсебионтов для диагностики рака невозможно.

[1] Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, А.О. Шахзадовой Злокачественные новообразования в России в 2019 году (заболеваемость и смертность) – М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, – 2020. – илл. – 252 с. ISBN 978-5-85502-260-5

[2] Поверим А.Д. (2008). Технология получения порошкового экстракта зеленого чая. Пищевая промышленность, (7), 36-38.

[3] Журавлев, О. Е. Коллоидный синтез наночастиц сульфида цинка в присутствии поверхностно-активных веществ и ионной жидкости / О. Е. Журавлев, И. А. Пресняков, Л. И. Ворончихина // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. – 2015. – № 3. – С. 47-54. – EDN VAVOHL

## **КАТАЛИЗАТОРЫ НА ОСНОВЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ОКСИДА МЕДИ**

Шевченко Ю.Т.

11 класс, МБОУ «СОШ 18»

Руководитель проекта: Старший преподаватель НИ РХТУ  
им. Д.И. Менделеева, Александрова О.А.  
Новомосковск, Тульская область

Порошки ультрадисперсного оксида меди находят широкое применения во многих областях промышленности. Его используют в составе полупроводников, газовых датчиков, керамических резисторах, а также как катализатор в целом ряде химических синтезов. Повышение эффективности основных химических производств, а также решение экологических проблем тесно связано с разработкой и внедрением новых катализаторов и каталитических процессов. К катализаторам, как правило, предъявляется ряд требований, главными из которых являются термическая стабильность, механическая прочность сформованных гранул и оптимальная пористая структура, обеспечивающая высокую скорость массообменных процессов. Таким требованиям соответствует получаемый ультрадисперсный оксид меди, который в составе медьсодержащей системы на основе оксида алюминия является основой современных низкотемпературных катализаторов переработки оксидов углерода и

синтеза метанола. Предлагаемая технология получения  $\text{CuO}$  является экономически выгодной и экологической безопасной, так как исключает применение сложного оборудования и специфических дорогостоящих реагентов.

**Цель работы** – разработка технологии получения ультрадисперсного оксида меди путем разложения кислородсодержащих солей.

В работе изучен способ получения порошков ультрадисперсного оксида меди путем разложения кислородсодержащих соединений, и дальнейшее их использование, как каталитически активного компонента катализатора во многих химических процессах. Исследован процесс растворения грубодисперсного порошка основного карбоната меди нестехиометрического состава в смеси аммиака и гидрокарбоната аммония. Для этого навеску грубодисперсного порошка основного карбоната меди массой 5 г растворяли в 100 мл смеси концентрированного аммиака и гидрокарбоната аммония, приготовленного с учетом максимальной растворимости при  $20^\circ\text{C}$ . Время растворения 6 часов. Далее полученный гомогенный раствор синего цвета, что свидетельствует об образовании аммиачных комплексов меди, подвергали нагреванию.

Методом упаривания и отгонки аммиака был получен основной карбонат меди постоянного стехиометрического состава. Продукты изучены методами РФА и ТГА.

В результате разложения, полученного основного карбоната меди (номер карточки по базе данных JCPDS соответствует №75-1163), образуются порошки ультрадисперсного оксида меди (№ 48-1548) с размером частиц 30-100 нм. На рис. 1 представлена термогравиметрическая кривая образца основного карбоната меди  $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$ .

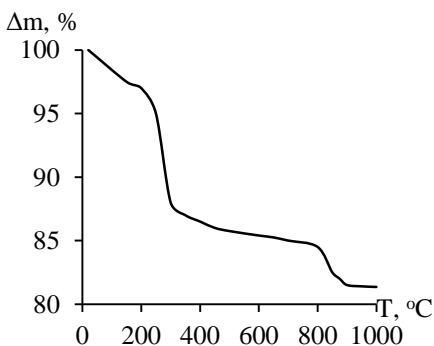
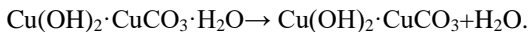


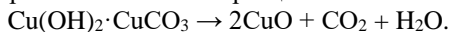
Рис. 1. Термогравиметрическая кривая образца основного карбоната меди  $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$ .

На рис.1 можно видеть следующие температурные интервалы разложения основного карбоната меди:

1. До 250°C наблюдается удаление воды, не связанной с основным соединением:



2. От 250 до 350°C происходит одновременное разложение гидроксидной и карбонатной части образца:



3. Свыше температуры 800°C проходит превращение оксида меди (II) в оксид меди (I):



Таким образом в работе был получен ультрадисперсный порошок оксида меди. В дальнейшем планируется разработка технологии получения медьсодержащего катализатора и смешанного медь-цинксодержащего катализатора на инертных носителях.

**СЕКЦИЯ**  
**НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**ФЕРРОМАГНИТНЫЕ ЖИДКОСТИ ДЛЯ РЕГУЛИРУЕМОГО  
АМОРТИЗАТОРА АВТОМОБИЛЬНОЙ АДАПТИВНОЙ ПОДВЕСКИ**

Александров Н.М.

11 класс, МАОУ СШ № 8

Руководитель проекта: учитель химии Пряхина Т.Б.

МАОУ СШ № 8

г.о.г.Бор Нижегородской области

Автор работы получил и исследовал ферромагнитную жидкость. В работе рассмотрена возможность применения ферромагнитной жидкости для создания регулируемого амортизатора автомобильной адаптивной подвески.

*Целью работы* стало изучение механизма работы амортизаторов, использующих ферромагнитную жидкость, изготовление ферромагнитной жидкости.

Ферромагнитные жидкости – коллоидные дисперсии магнитных материалов (ферромагнетиков: магнетита, ферритов) с частицами размером от 5 нм до 10 мкм, стабилизированные в полярной и неполярной средах. Они сохраняют устойчивость в течение двух-пяти лет и обладают при этом хорошей текучестью в сочетании с магнитными свойствами. Способность изменять состояние под воздействием магнитного поля позволяет использовать ферромагнитные жидкости в качестве жидкости внутри амортизаторов, способных менять свою жёсткость. С помощью электромагнитов можно изменять свойства ферромагнитной жидкости.

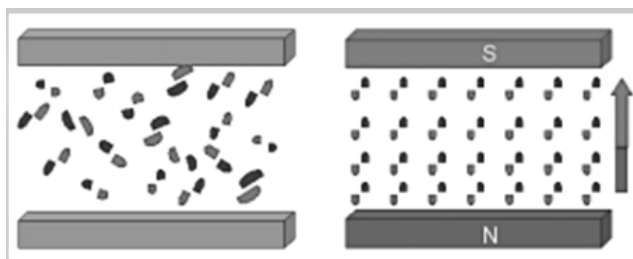


Рис.1. Положение магнитных частиц в жидкости-носителе в отсутствии и при воздействии магнитного поля. Магнитные частицы выстраиваются вдоль линий магнитного поля.



В данной работе ферромагнитная жидкость была получена с помощью метода химической конденсации высокодисперсного магнетита, в основе которой лежит реакция:



Характерной особенностью процесса стало требование полуторного избытка основания – только в этом случае происходило полное осаждение образующихся частиц магнетита. Магнитные свойства частиц были близки к магнитным свойствам монокристаллов магнетита  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ .

В работе рассмотрены виды автомобильных подвесок. Предложен способ использования ферромагнитной жидкости для создания адаптивной подвески.

В результате исследования автор пришёл к следующим выводам. Проведены эксперименты, с помощью которых были получены и исследованы ферромагнитные жидкости, наблюдался эффект самопроизвольного формирования регулярной структуры из складок. С помощью этих веществ возможно управление жёсткостью подвески транспортного средства, оснащённого амортизатором, содержащим ферромагнитную жидкость.

[1] Сенатская И., Байбуртский Ф. Магнитная жидкость // Химия и химии. – 2009. – №3. – С.93-99.

[2] Турков А. Опыты с магнитной жидкостью // Наука и жизнь: научно-популярный журнал. – М.: Наука и жизнь, 2003. №11. С.30-31.

## **ПОЛУЧЕНИЕ НЕТКАНОГО МАТЕРИАЛА С ВОЛОКНАМИ ХИТОЗАНА, ВЫДЕЛЕННОГО ИЗ ГРИБОВ ВИДА ВЕШЕНКА ОБЫКНОВЕННАЯ**

Вышегородских Д.В.

10 класс, МАОУ СШ № 8

Руководитель проекта: учитель химии Пряхина Т.Б.

МАОУ СШ № 8

г.о.г.Бор Нижегородской области

Хитозан – продукт деацетилирования хитина. В работе использован химический метод выделения хитозана. Сырьём послужили грибы вида Вешенка обыкновенная. Использовался химический метод получения хитозана.

Целью работы стало выделение полимера хитозана их грибов вида Вешенка обыкновенная, получение нетканого материала с волокнами

хитозана, изучение возможного применения полученного материала. Хитозан – аминополисахарид поли-2-амино-2-дезоксид-β-D-глюкан – простейшее производное хитина. При деацетилировании хитина образуется хитозан:

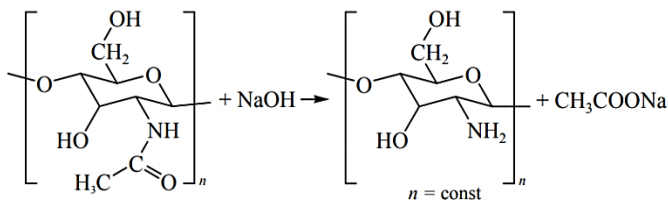


Рис. 1. Уравнение реакции получения хитозана.

Хитозан используют в лечебных нанотехнологиях. Нановолокна хитозана оказались эффективными при создании перевязочных средств, для лечения обширных ожоговых поверхностей, длительно не заживающих ран. Хитозан используют для закрытия раневых поверхностей посредством создания эквивалентов кожи.

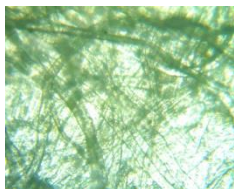
Получение хитозана и нетканого материала на его основе проводилось в 5 этапов.

1. Процесс удаления белков (депротеинирование) при помощи обработки размельчённого сырья раствором щёлочи NaOH.
2. Процесс деминерализации, который проводился в растворе соляной кислоты HCl до полного удаления минеральных солей.
3. Процесс обесцвечивания (депигментации) проводился с использованием перекиси водорода H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.
4. Процесс деацетилирования производился путём нагревания сырья с концентрированным раствором щёлочи NaOH.
5. Для получения нетканого материала хитозан растворили в 2% водном растворе уксусной кислоты CH<sub>3</sub>COOH, отфильтровали, шприцем поместили полученную смесь на пластиковую подложку, оставили на сутки, структуру нетканого материала исследовали под микроскопом.

В результате проведённой работы был получен природный биополимер хитозан. Масса грибов Вешенки обыкновенной, взятых для исследования, составляла 40 г, масса полученного хитозана – 8,23 г. Выход продукта составил 20,75%. Из хитозана был изготовлен нетканый материал, при рассмотрении его в микроскоп было обнаружено волокнистое строение.



Фотография 1. Полученный нетканый материал из хитозана.



Фотография 2. Волокна нетканого материала их хитозана под микроскопом. Увеличение в 800 раз.

- [1] Крутько Э. Т. Технология биоразлагаемых полимерных материалов: учеб.-метод. пособие для студентов специальности «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий» специализации «Технология пластических масс» / Э. Т. Крутько, Н. Р. Прокопчук, А. И. Глоба. – Минск: БГТУ, 2014. – 105 с.
- [2] Никитенко П.Г., Хрустицкая Л.Б. Хитозан – полимер будущего. // Наука и инновации. 2013. - № 9. С. 14-17.
- [3] Хитин и хитозан. Получение, свойства и применение / под редакцией К.Г.Скрябина, Г.А.Вихоревой, В.П.Варламова. – М.: Наука, 2002. – 368 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ЦИНКА И МЕДИ**

Иванова К.Д.

8 класс, МОУ «Всеволожский центр образования»  
Руководитель проекта: учитель химии Зяблов А. М,  
МОУ «Всеволожский центр образования»,  
г. Всеволожск, Ленинградская область

Современная биоаналитическая химия отвечает на актуальные запросы в области медицины, мониторинга окружающей среды,

регулирования химических производств. В ходе решения этих разнообразных и важных задач сталкивается с необходимостью количественного, с весьма высокой точностью, селективного определения самых различных классов биомолекул: от пероксида водорода и глюкозы до белков и определенных последовательностей ДНК. Для такого определения разрабатываются биосенсоры – аналитические устройства, преобразующие изменение физических или химических свойств веществ в электрический или другие виды сигналов, сила которых зависит от концентрации определяемых аналитов в растворе.

Создание электродов-биосенсоров на основе оксида цинка – это новое направление современной химии. Актуальность данной темы связана с необходимостью улучшения чувствительности, селективности и скорости определения целевых аналитов.

В основной части работы описываются наиболее важные свойства оксида цинка и меди, связанные с их применением в биоаналитических, медицинских целях, приведены разнообразные примеры морфологий оксида цинка и способы получения наноструктур на его основе. Также в литературном обзоре изложены основные принципы, лежащие в основе создания биосенсоров на основе оксида цинка: рассматриваются способы модификации структур оксида цинка, приводится классификация биосенсоров по типу рецептора и способу получения аналитического сигнала.

В практической части исследования апробированы методики получения композитного электрода-биосенсора гидротермальным способом и электрохимического осаждения. Намечен перспективный план дальнейшего исследования. Сделаны выводы и заключение.

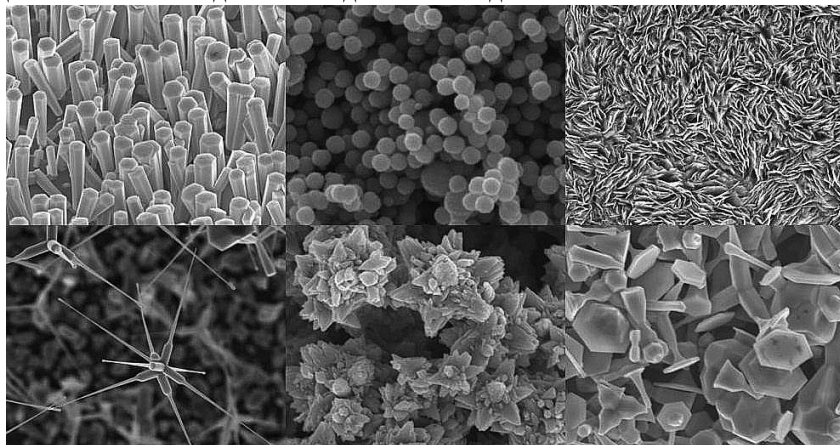


Рис 1. Многообразие наноструктур оксида цинка.

- [1] Биосенсоры на основе оксида цинка/ М.А. Ширяев, С.А. Еремин, А.Н. Баранов/ МГУ, Российские нанотехнологии, 2014г  
[2] Наноструктурированные слои и тонкие пленки на основе оксида цинка/ Диссертация, Исмаилов Д.В./ Томский политехнический университет, 2018.

## **ПОЛУЧЕНИЕ МИКРОПЛАСТИКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ**

Литвинова Е.Ю.

11 класс, МАОУ Гимназия №3 в Академгородке

Руководитель проекта: Дубинин Ю.В., к.х.н., н.с.

ФИЦ ИК СО РАН

Новосибирск

Пластик – практически незаменимый материал как в быту, так и в промышленности, так как при своей прочности пластиковые изделия существенно легче металлических аналогов, пластмассы не подвергаются коррозии, многие из них выдерживают воздействие кислот и щелочей. Себестоимость пластиковых изделий гораздо ниже, чем у экологичных аналогов. Тем не менее, на сегодняшний день почти 80% когда-либо созданного пластика никак не перерабатывается и продолжает загрязнять окружающую среду, где распадается на более мелкие частицы – микропластик. В современном мире нет технологий промышленного уровня, способных решить проблему уже образовавшегося объема частиц микропластика, более того, подходов по переработке и полезному использованию первичных пластиковых отходов также достаточно мало. Одним из актуальных направлений многочисленных исследований в данной области является изучение свойств и применимости пластиковых отходов (в том числе микро) в качестве функциональных материалов, в частности – сорбентов.

В данной работе микропластик был исследован методом сканирующей электронной микроскопии, была разработана методика получения микропластика в узком диапазоне размеров, был проведен ряд экспериментов по адсорбции микропластиком различных органических красителей, моделирующих загрязнители, присутствующие в водных средах, а также была рассчитана сорбционная емкость микропластика по адсорбированным на его поверхности красителям.

- [1] D. Wardrop, C. Bott, C. Criddle, R. Hale, J. McDevitt, M. Morse, C. Rochman Technical review of microbeads/microplastics in the Chesapeake Bay. STAC Publication, Edgewater, MD (2016), p. 27. Number 16-002 pp
- [2] Светлейшая, Е. М. Вода в пластике и пластик в воде / Е. М. Светлейшая // Вода и водоочистные технологии. – 2017. – № 3 (85). – С. 4–8.
- [3] Zhao M, Huang L, Arulmani SRB, Yan J, Wu L, Wu T, Zhang H, Xiao T. Adsorption of Different Pollutants by Using Microplastic with Different Influencing Factors and Mechanisms in Wastewater: A Review. *Nanomaterials* (Basel). 2022 Jun 30;12(13):2256. doi: 10.3390/nano12132256. PMID: 35808092; PMCID: PMC9268391
- [4] J. Shan, T. Ren, X. Li, M. Jin, X. Wang, Study of microplastics as sorbents for rapid detection of multiple antibiotics in water based on SERS technology. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. V. 284, 2023, 121779, <https://doi.org/10.1016/j.saa.2022.121779>.
- [5] Wagoner JK. Toxicity of vinyl chloride and poly(vinyl chloride): a critical review. *Environ Health Perspect*. 1983 Oct; 52:61-6. doi: 10.1289/ehp.835261. PMID: 6360677; PMCID: PMC1569348.
- [6] Zhang M, Buekens A, Jiang X, Li X. Dioxins and polyvinylchloride in combustion and fires. *Waste Manag Res*. 2015 Jul;33(7):630-43. doi: 10.1177/0734242X15590651. PMID: 26185164.

## **СУПРАМОЛЕКУЛЯРНАЯ СИСТЕМА МЕЛАМИН БАРБИТУРАТА КАК СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ИОНОВ МЕТАЛЛОВ В РАСТВОРАХ**

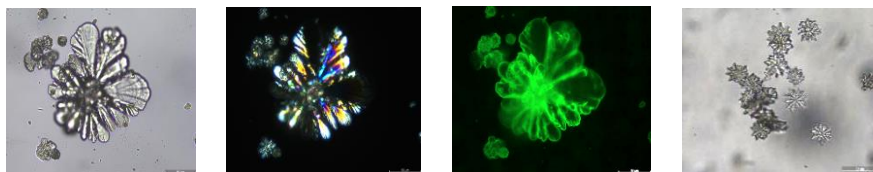
Мещеров А.Ю

10 класс, ГБОУ СОШ №371, ХимЦентр ФМЛ239

Руководитель проекта: Тимралиева А.А., аспирант, Университет ИТМО.  
Санкт-Петербург

Сенсорные материалы в последнее время привлекают всё больше внимание, в контексте городских водоочистительных станций. Однако проблема детекции ионов металлов на подобных сооружениях уже решена, в отличии от систем водоснабжения жилых домов. В подобных условиях, где трубы подвержены водной, электрической и химической коррозии, возможность в режиме реального времени определить содержание примесей ионов металлов крайне важна для устранения локальных источников загрязнения путей водоснабжения.

**Целью** данного проекта является создание системы по инкапсуляции ионов металлов на основе кристаллов супрамолекулярной сборки барбитурата меламина (М-ВА). Были сформулированы следующие задачи: определение необходимых веществ и оборудования, разработка методики по приготовлению кристаллов М-ВА в растворе, получение кристаллов М-ВА, анализ полученных кристаллов при помощи оптического микроскопа, фиксация их морфологии и свойств в режиме поляризованного света и



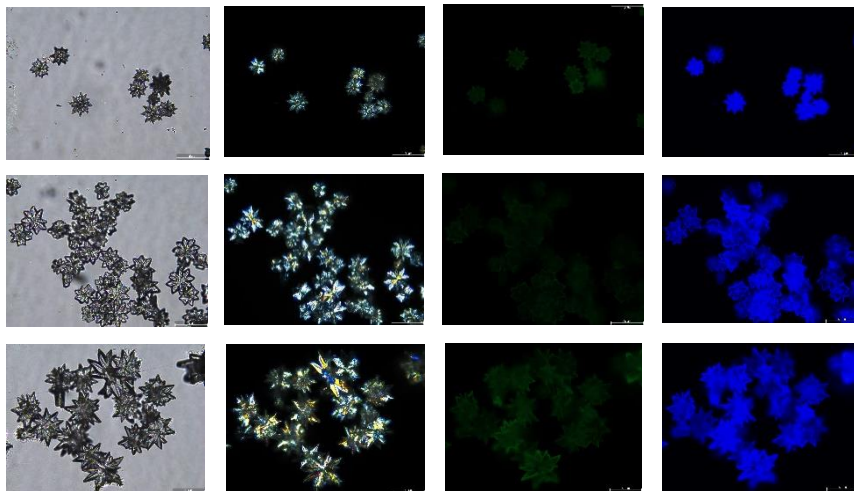
флюоресцентном режиме, определение морфологии, выявление потенциала влияния катионов и анионов на кристаллы барбитурата меламина.

Предлагаемая супрамолекулярная система собирается из молекул меламина и барбитуровой кислоты. Наличие водородных связей выделяют функцию М и его производных в качестве строительных лесов в супрамолекулярной химии, где могут быть использованы для разработки желаемой нано- или микромасштабной архитектуры. Для изготовления кристаллов М-ВА была использована следующая методика: 1) Приготовление аликвот растворов ВА и М ( $c=0.02M$ ) 2) Смешение их в соотношении 1:1 3) Помещение в магнитную мешалку (300 об/мин) 4) Взятие образца получившейся суспензии на предметное стекло, высушивание при комнатной температуре. Кристаллы были получены при температурах 60, 70, 80, 90°C.

Предполагаемая методика по использованию сенсорной системы: 1. Подготовка аликвоты барбитуровой кислоты в эппендорфе (1 мл,  $c = 0,02$  моль/л) 2. Внесение 1 мл пробы воды 3. Внесение аликвоты меламина в эппендорфе (1 мл,  $c = 0,02$  моль/л) 4. Отбор суспензии, применение оптической микроскопии для выявления значительных отличий сформированных кристаллов от канонической морфологии кристаллов барбитурата меламина (**рис. 4**):

В ходе данной работы была разработана методика синтеза кристаллов М-ВА в присутствии и отсутствии растворенных ионов. Разработана предварительная методика использования сенсорной системы.

**Рис. 1-4:** 1) Фотография кристаллов М-ВА с оптического микроскопа при наличии в системе катионов и анионов в процессе синтеза, режим светлого поля (BF); 2) режим поляризации 3) флуоресцентный режим (облучение в синем диапазоне спектра, FITC)



- 1) Фотографии кристаллов  $\text{NaHCO}_3$  (ряд 1),  $\text{MnSO}_4$  (ряд 2),  $\text{NiCl}_2$  (ряд 3) с оптического микроскопа, режим светлого поля (BF); 2) режим поляризации 3) флуоресцентный режим (облучение в синем диапазоне спектра, FITC) 4) флуоресцентный режим (облучение в зелёном диапазоне спектра, DAPI)

## СИНТЕЗ НОВОГО ПОЛИМЕРНОГО МОДИФИКАТОРА ДЛЯ КАПИЛЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО МИЦЕЛЛООБРАЗУЮЩИХ СВОЙСТВ

Орлов М.С.

11 класс, Академическая гимназия СПбГУ

Научные руководители: Фетин П.А., доцент Института химии СПбГУ,

Карцова А.А., д.х.н. Института химии СПбГУ

Моргачева В.П., студентка СПбГУ

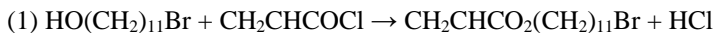
Санкт-Петербург

Целью данного исследования явился синтез нового полимерного модификатора для капиллярного электрофореза, изучение физико-химических характеристик и выявление его мицеллообразующих возможностей для селективного определения биологически активных соединений. Метод капиллярного электрофореза успешно зарекомендовал

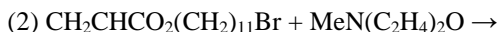


себя в качестве высокоэффективного, экспрессного метода разделения заряженных и нейтральных аналитов. Модификация стенок кварцевого капилляра, существенно расширяет аналитические возможности метода, обеспечивая решение многих важных медико-биологических задач.

В основе синтеза полимера лежат два основных химических процесса: получение сложного эфира акриловой кислоты и образование четвертичной аммониевой соли. Сложный эфир 11-бромундеканола и акриловой кислоты получен по реакции (1) из соответствующего хлорангидрида:



После его выделения проведен синтез двух мономеров - четвертичных аммониевых солей N-метилморфолина (AUMM-Br) и N-метилпиперидиния (AUMP-Br), реакции (2) и (3), соответственно, где Me - CH<sub>3</sub>:



На следующем этапе была проведена полимеризация полученных мономеров в присутствии инициатора, в процессе которой контролировалось изменение электропроводности. Полученные полимеры выделяли, очищали методом диализа и далее проводили лиофильную сушку. Исследованы физико-химические характеристики полимеров. Выполнены эксперименты по изучению их солубилизационной ёмкости. С этой целью приготовлены 2 набора по 10 растворов с концентрациями полимера в диапазоне от 0.0002 М до 0.006 М (в водной среде и в 0.6 М растворе NaCl). Во все исследуемые пробы был введен краситель Orange-OT и по истечении 14 дней сняты УФ-спектры. Результаты по значениям солубилизационной ёмкости для двух полимеров в двух различных средах представлены в таблице (где S - солуб. ёмкость, p - полимер).

Данные солюбилизационной емкости полимеров

	S * 10 <sup>3</sup>	
pAUMM-Br	5,26	10,31
pAUMP-Br	0,96	12,52

В серии специальных экспериментов исследована кинетика мицеллярного катализа синтезированных полимеров. Проведены предварительные электрофоретические эксперименты с введением новых синтезированных полимеров в состав фонового электролита. Получены обнадеживающие результаты по модификации стенок капилляра и обращении электроосмотического потока.

[1] Карцова Л.А., Бессонова Е.А. Карцова Л.А. Методы on-line концентрирования в капиллярном электрофорезе // Проблемы аналитической химии. – 2014. – С. 76-125.

[2] Карцова Л.А. Проблемы аналитической химии, Том 18, Капиллярный электрофорез. – 2014.

[3] Fetin, P. A., Lezov, A. A., Fetina, V. I., Kadnikov, M. V., Tsvetkov, N. V., & Zorin, I. M. (2022). Comb-like polyelectrolytes–New surfactants with controlled solubilization capacity. *Journal of Molecular Liquids*, 357, 119085.

## **ПЛЕНКИ НА ОСНОВЕ ВАНИЛИН-БАРБИТУРАТА: СИНТЕЗ, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ**

Чувилева В.М.

11 класс, ГБНОУ «СПб ГДТЮ» Аничков лицей

Руководитель проекта: Скорб Е.В., к.х.н., проф. НОЦ Инфохимии  
Университет ИТМО

Ковалева Г.В., учитель химии ГБНОУ «СПб ГДТЮ» Аничков лицей  
Санкт-Петербург

Светочувствительные ионные насосы осуществляют активный перенос ионов против их градиента концентрации под воздействием светового облучения. Благодаря этому, возможно применение данных систем в качестве альтернативного источника энергии; в нейробиологии и медицине, для внутриорганизменной доставки лекарственных препаратов;

в биоэлектронике, для проектирования ионных фотодетекторов и диодов; в экологии, для очистки, опреснения воды и экстракции ионов активных металлов [1-4].

Анализ литературы по теме исследования показал, что в большинстве случаев для получения светочувствительных ионных насосов используются довольно сложные, многоэтапные технологии. В нашей работе были изучены пленки на основе ванилин-барбитурата и рассмотрена возможность их применения в качестве подобной системы. Новизна данного проекта заключается в том, что для создания пленок были выбраны дешевые и легко доступные реактивы, а также простой метод синтеза.

В данном проекте были изучены пленки на основе ванилин-барбитурата, который получается путем реакции конденсации Кнёвенагеля между ванилином и барбитуровой кислотой в водном растворе (Рис.1 А). Выбор вещества был обусловлен тем, что оно способно создавать разнообразные супрамолекулярные сборки, а также дешево и легко синтезируемо в лабораторных условиях.

Целью данной работы являлось получение и исследование пленок на основе ванилин-барбитурата (Рис.1 В), чтобы определить возможность применения их в качестве светочувствительных ионных насосов. Изучение пленок, полученных по технологии ранее разработанной в университете ИТМО, заключалось в определении их устойчивости в водной среде и растворах солей, ионной проницаемости, светочувствительности и влияния условий синтеза на их морфологию и оптические свойства. В процессе исследования был усовершенствован имеющийся метод синтеза пленок добавлением в их структуру полиэлектролитов, что повысило их устойчивость в водной среде.

Исследования показали, что условия синтеза влияют на микроструктуру пленки (Рис.1 Б), а также то, что обыкновенные пленки на основе ванилин-барбитурата неустойчивы в водной среде. Результаты экспериментов на ионную проницаемость пленок свидетельствуют о том, что ультрафиолетовое излучение очень слабо влияет на пропускание ионов обыкновенной пленкой на основе ванилин-барбитурата. Пленка на основе ванилин-барбитурата с добавлением полистиролсульфоната, полиэтиленimina показала положительный отклик на светочувствительность. Данные результаты позволяют говорить о потенциальной возможности использования данных пленок в качестве светочувствительных ионных насосов, однако это предположение требует подтверждения повторными экспериментами, которые мы планируем провести в дальнейшем. Помимо этого, мы попробуем увеличить содержание полимеров в пленке для повышения ее светочувствительности.

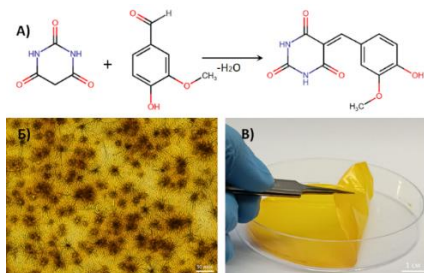


Рис. 1. А) Схема реакции конденсации Кнёвенагеля между ванилином и барбитуровой кислотой. В) Оптический микроскоп: снимок пленки на основе ванилин барбитурата. С) Пленка на основе ванилин-барбитурата.

### Список литературы

- [1] Xiao K. et al. Photo-driven ion transport for a photodetector based on an asymmetric carbon nitride nanotube membrane //Angewandte Chemie International Edition. – **2019**. – Т. 58. – №. 36. – С. 12574-12579. <http://dx.doi.org/10.1002/anie.201907833>
- [2] Xiao K. et al. Artificial light-driven ion pump for photoelectric energy conversion //Nature communications. – **2019**. – Т. 10. – №. 1. – С. 74. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-08029-5>
- [3] Zhang Z. et al. “Uphill” cation transport: a bioinspired photo-driven ion pump //Science Advances. – **2016**. – Т. 2. – №. 10. – С. e1600689. <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1600689>
- [4] Zhou Z. et al. Conjugated microporous polymer membranes for light-gated ion transport //Science Advances. – **2022**. – Т. 8. – №. 24. – С. eabo2929. <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abo2929>

**СЕКЦИЯ**  
**ОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ**

**СИНТЕЗ 4,5-ДИЭТИНИЛ-1,2,3-ТРИАЗОЛОВ С**  
**«PUSH-PULL» СИСТЕМОЙ**

Голубев А.С.

9 класс, Президентский ФМЛ № 239

Руководитель проекта: А.И. Говди., к.х.н., доцент кафедры органической химии  
Института химии СПбГУ  
Санкт-Петербург

В настоящее время различные области химии, медицины и многие другие активно нуждаются в органических и металлоорганических соединениях, обладающих люминесцентными свойствами, в качестве флуоресцентных красителей, сенсоров, органических светодиодов и др. Биомиджинг является одним из инновационных направлений, который основывается на методах визуализации на основе флуоресценции, которые могут обнаруживать, визуализировать и характеризовать морфологические и динамические явления биологии на молекулярном уровне [1]. Однако, несмотря на существование большого числа флуоресцентных красителей большой популярностью пользуются низкомолекулярные флуорофоры, поскольку они обладают рядом ключевых преимуществ, такими как небольшой размер, простота использования и возможность химической настройки [2,3]. Одним из таких потенциальных соединений с флуоресцентными свойствами являются замещенные 1,2,3-триазолы.

1,2,3-Триазолы занимают лидирующее место в различных областях фундаментальных и прикладных исследований благодаря синтетической доступности, возможности варьировать структуру по трем положениям гетероцикла, и широкому спектру биологических свойств [4]. Медь-катализируемое азид-алкиновое циклоприсоединение (CuAAC) является одним из наиболее широко используемых методов синтеза 1,2,3-триазолов как из терминальных алкинов, так и галогеналкинов. Использование CuAAC для 1-иодбута-1,3-динов и органических азидов позволило нам получить 4-этинил-5-иод-1,2,3-триазол **1** с выходом 95%. Последующее замещение атома иода на этинильный фрагмент, содержащий донорный заместитель, реакцией Соногаширы приводит к 4,5-диэтинил-1,2,3-триазолам **3** с «push-pull» системой.

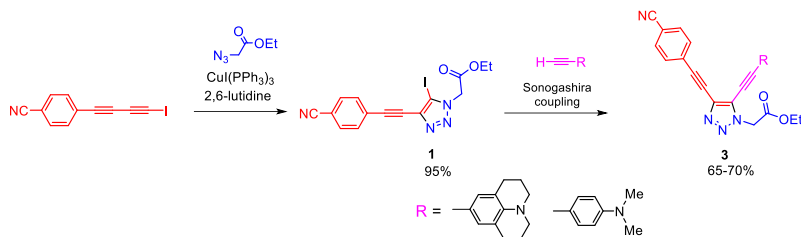


Рис. 1. Схема синтеза 1,2,3-триазолов

Полученные триазолы, содержащие в 5-положении кольца арильные заместители с электрондонорными заместителями, а в С4-положении электроакцепторные группы, обладают уникальными флуоресцентными свойствами.

Таким образом, CuAAC органических азидов к 1-йодбута-1,3-дианам в комбинации с реакцией Соногаширы является эффективным и удобным методом синтеза ряда ранее неизвестных 4,5-диэтинил-1H-1,2,3-триазолов с интересными фотофизическими свойствами.

- [1] Tian Z., Tian X., Feng L., Tian Y., Huo X., Zhang B., Deng S., Ma X., Cui J. // *J. Mater. Chem. B.*, **2019**, 7, 4983-4989
- [2] Efremova M.M., Govdi A.I., Frolova V.V., Rumyantsev A.M., Balova I.A. // *Molecules*, **2021**, 26(9), 2801
- [3] Govdi A.I., Tokareva P.V., Rumyantsev A.M., Panov M.S., Stellmacher J., Alexiev U., Danilkina N.A., Balova I.A. // *Molecules*, **2022**, 27(10), 3191
- [4] Sahu. A. // *Current Organocatalysis*, **2021**, 8, 271-288

## КАТАЛИЗАТОРЫ НА ОСНОВЕ ХИРАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ СКВАРАМИДА И ИХ УЧАСТИЕ В РЕАКЦИЯХ ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЯ С АЗОМЕТИН-ИЛИДАМИ

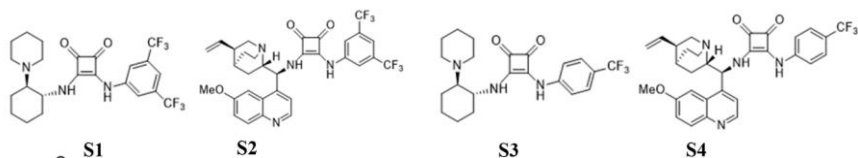
Крюкова П.

11 класс, Академическая гимназия СПбГУ

Руководитель проекта: Степаков А.В., ФГБОУ ВО СПбГУ, к.х.н.,  
доцент кафедры органической химии  
Санкт-Петербург

**Актуальность:** в настоящее время идёт активное изучение органокализаторов на основе скварамида. Применение этих соединений в качестве энантиоселективных катализаторов востребовано в первую очередь потому, что учёные, проводя химические модификации, могут настраивать структуру катализатора под определенную реакцию. Именно эта уникальная особенность данных каталитических систем вызывает к ним повышенный интерес широких кругов химиков-синтетиков. Также органокализаторы на основе скварамида отличаются простотой и экономичностью синтеза, они устойчивы к влаге и кислороду воздуха, легко регенерируются из реакционной среды. Все перечисленное выше делает их привлекательными объектами для использования в органическом синтезе.

Схема 1. Выбранные катализаторы



Реакция 1,3-диполярного циклоприсоединения в настоящий момент является одним из наиболее удобных, доступных и эффективных способов получения разнообразных гетероциклических веществ, содержащие малые циклы в своем составе.

Особенностью реакций циклоприсоединения с участием диполей и несимметричных диполярофилов является возможность получения смеси изомерных гетероциклов за счет различного расположения реагентов относительно друг друга в процессе присоединения и разнообразных взаимодействиями между ними в переходной стадии. Образование нескольких изомеров вызывает необходимость выделения их из смеси для дальнейшего использования. По этой причине повышение селективности реакций циклоприсоединения для получения веществ, способных найти применение в медицине, фармакологии, сельском хозяйстве и других областях, является актуальным направлением в современной синтетической химии.

Нами были поставлены цели изучения влияния катализаторов на выход реакции 1,3-диполярного циклоприсоединения между бензил-изатином (1), циклопропеном (2) и бензиламином (3) и её энантиоселективность.

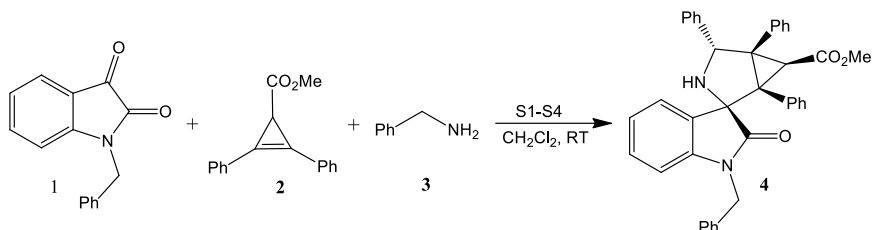


Схема 2. Реакция 1,3-диполярного циклоприсоединения

Для этого был проведён общий анализ свойств катализаторов на основе скварамида, изучены механизмы реакции при участии соединений, и предположены механизмы реакций для выбранных веществ. После были проведены синтезы четырех выбранных катализаторов. Для их анализа был проведён ЯМР анализ и получены спектры. С каждым из полученных веществ была проведена одна и та же реакция при одинаковых условиях. Затем был проведен анализ полученного продукта: выход соединения, оценка энантиомерного избытка.

### Выводы

На основании полученных данных нами было установлено Реакция 1,3-диполярного циклоприсоединения между бензил-изатином **1**, циклопропеном **2** и бензиламином **3** без катализатора протекала с образованием только следовых количеств продукта (**4**). При этом мы также не смогли получить соединение (**4**), синтез которого был проведен в присутствии катализаторов **S1** и **S3**. Соединение (**4**) удалось выделить с выходом 15% как рацемат в присутствии скварамида **S4**. Более высокого выхода соединения **4** удалось достигнуть в присутствии катализатора **S2** (51%), однако наличие энантиомерного избытка составило около 6%.

[1] Marchetti L.A., Kumawat L.K., Mao N., Stephens J.C., Elmes R.B. // Chem. 2019. Vol. 5. P. 1398. doi 10.1016/j.chempr.2019.02.027

[2] Rotger M.C., Pin M.N., Frontera A., Martorell G., Ballester P., Deya P.M., Costa A. // J. Org. Chem. 2004. Vol. 69. P. 2302. doi 10.1021/jo035546t

[3] Е. А. Попова, Ю. А. Пронина, А. В. Давтян, Г. Д. Непочатый, М. Л. Петрова, В. М. Бойцов, А. В. Степаков// ЖУРНАЛ ОБЩЕЙ ХИМИИ, 2022, том 92, № 3, с. 331–392 doi 10.31857/S0044460X22030015

[4] Заровкина Н. Ю. РЕАКЦИИ 1,3-ДИПОЛЯРНОГО ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЯ С УЧАСТИЕМ НЕПРЕДЕЛЬНЫХ ХРОМ/МАРГАНЕЦТРИКАРБОНИЛЬНЫХ π-КОМПЛЕКСОВ: дис. канд. хим. наук наук: Нижний Новгород, 2015. - 176 с.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОПОЛИМЕРОВ С АКРИЛАМИДОМ. ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ В БИМЕДИЦИНЕ

Левит С.И. (10) ПФМЛ N239 г. Санкт-Петербург, Ермакова А.О. (10) МБОУ ЦО N1 г. Тула, Зиновьева Е.Е. (10) МБОУ "Лицей" г. Арзамас, Вишнепольский К.В. (11) Школа N1535 г. Москва, Павлюковская А.Н. (10) МАОУ СШ №144 г. Красноярск, Мурыгин И.И. (11) Лицей 129 г. Барнаул, Детков А. В. (10) БОУ ОО "МОЦРО 117" г. Омск

Руководитель проекта: к.х.н., доц. Института химии СПбГУ Фетин П.А.,  
Санкт-Петербургский государственный университет  
Образовательный центр «Сириус», г. Сочи

Гидрогель-это система, состоящая из воды и набухшего в ней поперечно-сшитого полимера [1]. Гидрогели широко используются как в повседневной жизни, так и в специальных областях, например, на основе гидрогеля можно создать умные устройства с контролируемым высвобождением лекарственного вещества из гелевой фазы. Одним из часто используемых мономеров для получения гидрогеля является акриламид. Гидрогелевые системы являются достаточно новым течением в биомедицине. В данный момент недостаточно данных по различным видам таких полимерных систем, а также возможности их применения [2].

**Цель работы:** Изучение скорости высвобождения веществ из гидрогеля в зависимости от способа его формирования, а также структуры.

**Задачи:** Получить модифицированный гидрогель на основе ковалентной и ионной сшивки; исследовать различные способы введения модельных красителей в гидрогель, а также изучить кинетику их высвобождения из гидрогеля.

**Реагенты:** Сомономерами для получения гидрогеля стали катионный и анионный поверхностно-активные мономеры: 11-акрилоилоксиундецилтриэтиламмония бромид (АУТЕА-Br) и акрилоил-11-аминоундеканоат натрия (AAU-Na (эти соединения были синтезированы в ходе выполнения проекта), а также коммерчески доступные катионные и анионные мономеры – DMAEMA\*HCl и АМПС-Na. Сополимеры получали свободно-радикальной сополимеризацией, для формирования ковалентной сшивки макромолекул в реакционную среду добавляли бифункциональный мономер – метиленис-акриламид. Другим подходом к получению сшитых макромолекул

стало введение в полимерную структуру звеньев акрилоилоксисукцинимид, последующее взаимодействие которых с пентаэтиленгексаамином (PEGA) приводит к сшитым трехмерным полимерным сеткам.

**Высвобождение:** Используя разные подходы к ведению низкомолекулярных красителей на разных этапах формирования гидрогеля, было установлено, что оптимальным является помещение гидрогеля в растворе красителя в смеси изопропиловый спирт+H<sub>2</sub>O 1:1. Последующее вымывание красителя из геля детектировали методом УФ-спектроскопии и кондуктометрии (рис.1).

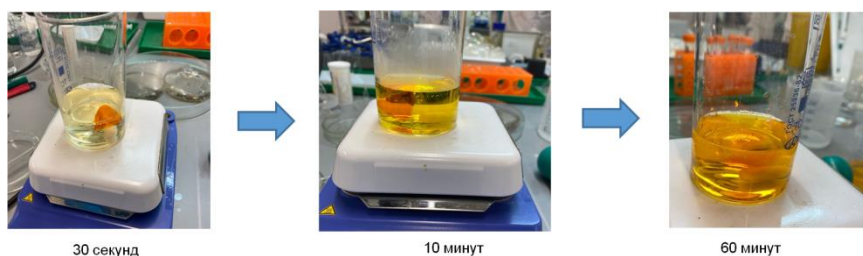


Рис.1. Фото эксперимента по высвобождению красителя из модифицированного гидрогеля

**Модельные вещества:** Для опытов были использованы красители, отличающиеся полярностью и способностью к взаимодействию с функциональными сомономерами акриламида в структуре гидрогеля. Было установлено, что на скорость высвобождения красителя преимущественно влияет формирование ионных связей с гидрогелем, а также гидрофобные взаимодействия с мономерными звеньями, к примеру, для AUTEA-Bг и AAU-Na.

[1] Полимеры: получение, свойства, применение: учебное пособие/ В.С. Шагов, Н.С. Домнина, СПб; ЛЕМА,- 2 изд. 2018. - 203 с.

[2] Е.Ю. Крамаренко, О.Е. Филиппова, А.Р. Хохлов *Высокомолек. соед. С.* - 2006. - Т. 48. - № 7. - С. 1216-1240.

## РЕАКЦИИ НИТРОНОВ С АЛКИНАМИ КАК МЕТОД СИНТЕЗА $\beta$ -ЛАКТАМОВ

Лыгонин И.Д.

11 класс, ФГБОУ ВО СПбГУ

Руководитель проекта: к.х.н., доцент Ефремова М.М.,

Институт Химии СПбГУ

Санкт-Петербург

Нитроны – важные исходные соединения для синтеза *N,O*-содержащих гетероциклов. Так, они могут вступать в реакцию циклоприсоединения с алкенами – продуктом такого взаимодействия будут изоксазолидины, и терминальными алкинами с получением 4-изоксазолинов или  $\beta$ -лактамов, в зависимости от условий проведения реакций. При этом, реакции с алкенами изучены гораздо шире, чем с алкинами. В то же время, реакции с алкинами являются перспективным методом синтеза гетероциклических соединений, труднодоступных с помощью других методов и вызывающих интерес для изучения биологических свойств.

**Целью работы** является изучение реакции нитронов с терминальными алкинами в различных условиях.

### **Задачи проекта:**

1. Поиск и изучение литературных данных о реакциях нитронов с терминальными алкинами.
2. Синтез исходных нитронов.
3. Проведение реакций нитронов с терминальными алкинами.
4. Установление структур полученных соединений.

Практическая часть работы состоит из синтеза исходных нитронов и проведения реакций алкинов с ними. Итогом проделанной работы стало получение новых производных  $\beta$ -лактамов, ранее не описанных в литературе, определение их строения.

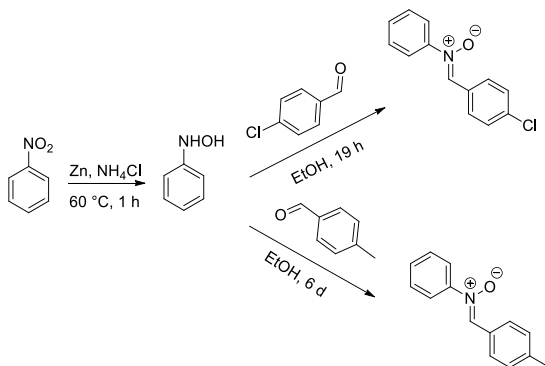


Рис. 1. Схема синтеза исходных соединений

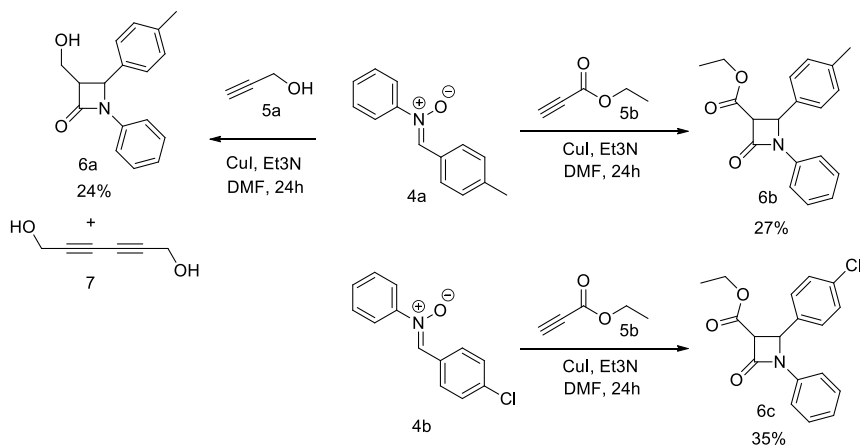


Рис. 2. Схема реакций Кинугасы

Авторы проекта выражают благодарность Научному парку СПбГУ.

[1] Органическая химия : в 4 ч. Ч. 4 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. – 6-е изд. – М. : Лаборатория знаний, 2020. – 726 с.

[2] Thakur, S., Das, A., & Das, T. (2021). 1,3-Dipolar cycloaddition of nitrones: synthesis of multisubstituted, diverse range of heterocyclic compounds. *New J. Chem.*, 2021, **45**, 11420-11456

## СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ 5-(4-МЕТОКСИФЕНИЛ)-2-(ТИОФЕН-2-ИЛ)ОКСАЗОЛ-4- КАРБОНИТРИЛА

Матвеева Е. В.

11 класс, ГБОУ СОШ № 436,

Руководитель: к.х.н., доцент Панькова А.С.

Институт химии СПбГУ

Санкт-Петербург

Свет – явление, без которого невозможна наша жизнь. Каждый год изобретают новые технологии передачи света, открывают уникальные вещества, светящиеся в темноте и не только. Самым ярким примером являются флуорофоры, которые используются во многих сферах жизнедеятельности: в экологии и гидрологии, в медицине, в создании лазеров, а также в криминалистике. Пополнение ряда данных соединений очень важно для развития науки и технологического прогресса. Именно поэтому свою научную работу я решила связать с синтезом и исследованием свойств не описанного ранее соединения, потенциально обладающего флуоресценцией.

**Цель работы:** синтезировать новое соединение, а также изучить его флуоресцентные свойства.

**Задачи:** анализ литературы о флуоресцентных веществах, об их строении и свойствах; анализ схемы многостадийного синтеза; проведение синтеза, ознакомление со способами экспериментального осуществления реакций; исследование физических свойств конечного вещества.

Оксазольное кольцо, содержащее атомы азота и кислорода, является одним из привилегированных гетероциклических фрагментов при разработке лекарств, и соединения на основе оксазола демонстрируют широкий потенциал применения в медицинской химии. Оксазол является ключевым компонентом многих природных соединений, обладающих широким спектром фармакологических действий, таких как антибактериальное, противодиабетическое, противораковое и т.д. Поэтому очевидно, что новое производное оксазола представляет несомненный интерес не только для органической, но и для фармацевтической химии.

Для достижения поставленной цели была предложена схема синтеза, основанная на последовательности превращений, предложенной научным руководителем для получения тиофенил-замещённых оксазолов из доступных исходных соединений. В ходе синтеза были получены новые соединения, для подтверждения их структур были описаны снимки протонного магнитного резонанса.

Исследование оптических свойств проведено в ресурсных центрах «Методы анализа состава вещества» и «Оптические и лазерные методы исследования вещества» Научного парка СПбГУ: получены спектральные данные, измерены максимумы длины волны поглощения и испускания, коэффициент экстинкции, стоксов сдвиг и квантовый выход флуоресценции вещества.

Поставленные задачи были решены и цель работы достигнута. Синтезировано новое соединение – 5-(4-метоксифенил)-2-(тиофен-2-ил)оксазол-4-карбонитрил, которое обладает выраженной флуоресценцией. Полученное вещество поглощает свет в ближнем ультрафиолетовом диапазоне, а испускает – в фиолетовой области видимого диапазона. Квантовый выход флуоресценции составил 55%

- [1] European Journal of Medicinal Chemistry. 2017. – V.132. – P. 333-340.
- [2] European Journal of Medicinal Chemistry. 2020. – V.207, – P. 112795.
- [3] Pankova, A.S. Two-Step Construction of Thiophene – Oxazole Dyads with Fluorescent Properties by the Ring Expansion of Aziridines / A.S. Pankova // Journal of Organic Chemistry. – 2022. V.87. – P. 11121–11130.
- [4] Shendure, J. Next-generation DNA sequencing / J. Shendure, H. Ji // Nature Biotechnology. – 2008.
- [5] Мельников, М.Я. Экспериментальные методы химической кинетики. Фотохимия: учебное пособие / М.Я. Мельников, В.Л. Иванов. – М.: Московский университет, 2004. – 125 с. – ISBN 5-211-04923-3.
- [6] Коротун, В. Что такое флуоресценция, её принцип возникновения и применение [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.asutpp.ru/fluorestsentsiya.html>, свободный. - Загл. с экрана.

## **НОВЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА ПРОИЗВОДНОГО 1*H*-ЦИКЛОПЕНТА[С]ПИРИДИН-1-ОНА ИЗ 2*H*-АЗИРИНА И ДIAЗОСОЕДИНЕНИЯ**

Николаева А.А.

11 класс Академическая гимназия СПбГУ

Научные руководители: д.х.н., доцент Ростовский Н.В.,

аспирант Филиппов И.П.

Санкт-Петербургский государственный университет, Институт Химии

Санкт-Петербург

2*H*-Азирины – гетероциклические трёхчленные соединения с двойной связью углерод-азот. Они обладают высокой реакционной

способностью и могут быть использованы для конструирования широкого круга гетероциклических соединений. Известны и 2*H*-азирины, содержащиеся в некоторых природных объектах, например, антибиотик азириномицин, выделенный из *Streptomyces aurus*. В многочисленных работах было показано, что 2*H*-азирины способны реагировать с родиевыми карбенами из диазосоединений, где в качестве продуктов образуются производные 2-азабута-1,3-диена [1]. Они могут вступать в реакции циклизации и образовывать различные гетероциклические соединения, такие, как производные азетина, пиридина, пиримидина, пиразина, оксазина и пиридопиразина. Недавно было показано, что 4-алкил-2-азабута-1,3-диены в основных условиях вступают в анионную 1,5-циклизацию с образованием 1-пирролинов (схема 1) [2]:

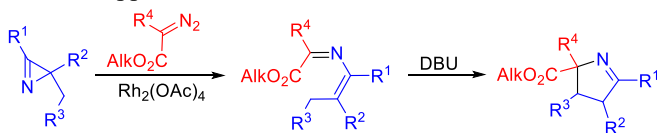


Схема 1

Для расширения круга получаемых 1-пирролинов нами был синтезирован *трет*-бутил 2-циклопентил-3-фенил-2*H*-азирин-2-карбоксилат **1**. Синтез 2*H*-азирина **1** осуществлялся в 3 стадии: (1) реакция 3-фенил-4-циклопентилизоксазол-5(4*H*)-она с оксихлоридом фосфора; (2) реакция 3-фенил-5-хлор-4-циклопентилизоксазола с *трет*-бутилатом калия; (3) изомеризация 5-(*трет*-бутокси)-3-фенил-4-циклопентилизоксазола под действием тетраацетата диродия (схема 2).

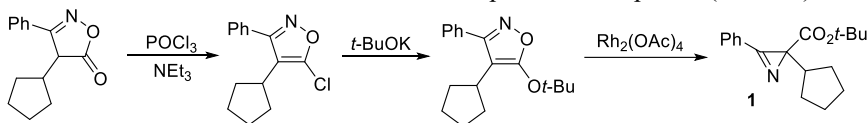


Схема 2

Предполагалось, что в реакции 2-циклопентилазирина **1** с диметилдиазомалонатом будет образовываться 4-циклопентил-2-азабутадиен **2**, который в основных условиях будет образовывать спироциклическое производное 1-пирролина **3**. Однако, основным продуктом реакции 2-азабутадиена **2** с основанием (ДБУ) неожиданно оказался ранее не описанный бициклический 2-пиридон **4** (схема 3):

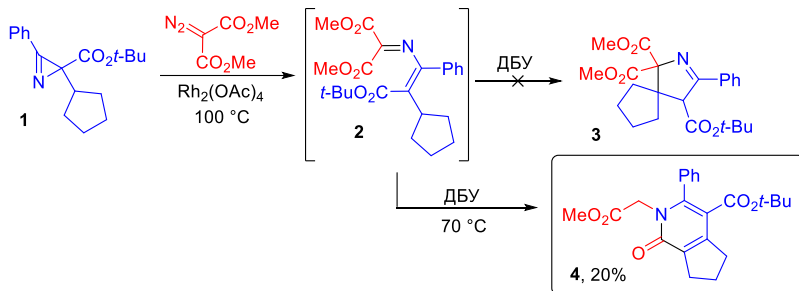


Схема 3

Обнаруженное превращение представляет большой интерес как с точки зрения изучения механизма новой реакции, так и с позиции биологической активности пиридинового структурного фрагмента. Как известно, производные 2-пиридона являют собой привилегированные объекты медицинской химии и демонстрируют разные виды биологической активности [3].

Строение полученных в работе веществ было подтверждено методами спектроскопии ЯМР и масс-спектрометрии.

Автор работы выражает благодарность Санкт-Петербургскому государственному университету и Ресурсным центрам Санкт-Петербургского государственного университета за возможность проведения исследования.

Список используемой литературы:

- [1] I.P. Filippov, M.S. Novikov, A.F. Khlebnikov, N.V. Rostovskii. *Eur. J. Org. Chem.* **2020**, 19, 2904.
- [2] I.P. Filippov, M.S. Novikov, A.F. Khlebnikov, N.V. Rostovskii. *J. Org. Chem.* **2022**, 87, 8835.
- [3] K.L. Forrestall, D.E. Burley, M.K. Cash, I.R. Pottie, S. Darvesh. *Chem.-Biol. Inter.* **2021**, 335, 109348.



## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ: ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

Субботина Д.А.,<sup>а</sup> Волошкин М.А.,<sup>б</sup> Козулин Ф.С.,<sup>в</sup> Логинов А.В.,<sup>г</sup>  
Мельников В.Е.,<sup>б</sup> Семакин Г.А.,<sup>д</sup>

<sup>а</sup>10 класс МАОУ Лицей № 2 г. Перми; <sup>б</sup>10 класс, ГАОУ «ФТЛ №1» г. Саратов; <sup>в</sup>11 класс КОГОАУ Лицей естественных наук г. Киров; <sup>г</sup>10 класс МОУ «КСОШ №8» г.

Кириши; <sup>д</sup>10 класс МБОУ «ФМЛ» г. Глазов;

Руководители проекта: аспирант Института Химии СПбГУ Филиппов И.П.,  
аспирант Института Химии СПбГУ Хмельевская Е.А.

Образовательный центр «Сириус», г. Сочи

На сегодняшний день органический синтез является одной из ключевых отраслей химической промышленности: с его помощью открывается доступ к лекарствам, полимерным веществам, красителям, пищевым добавкам, душистым веществам и пестицидам. Данный проект посвящён различным направлениям органического синтеза и демонстрирует широту его применения.

Первой частью проекта является синтез ряда азосоединений с помощью реакции азосочетания между солями арендиазония и фенолом,  $\beta$ -нафтолом и резорцином (схема 1). Также были проведены синтезы  $\beta$ -нафтолоранжа и метилового оранжевого; для полученных веществ определены спектральные и кислотно-основные свойства для применения их в качестве индикаторов, а также проведено крашение образцов одежды.

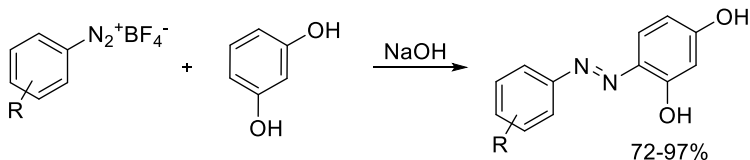


Схема 1

Второй раздел проекта посвящён синтезу *N*-(4-этоксифенил)ацетамида – лекарственного препарата «фенацетина». Синтез проводился из *n*-аминофенола в две стадии (схема 2):

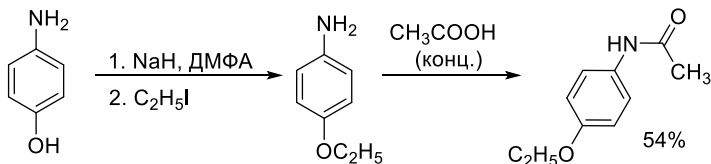


Схема 2

Следующей задачей нашего проекта был синтез ряда душистых веществ – сложных эфиров карбоновых кислот – с помощью реакции

этерификации. Наконец, финальной частью проекта стало получение веществ, способных проявлять люминесцентные свойства, а также наблюдение люминесценции: в этом разделе был синтезирован флуоресцеин (схема 3,а), а также продемонстрирована хемилюминесценция нескольких флуорофоров в реакции предварительно синтезированного бис(2,4,6-трихлорфенил)оксалата с перекисью водорода (схема 3,б).

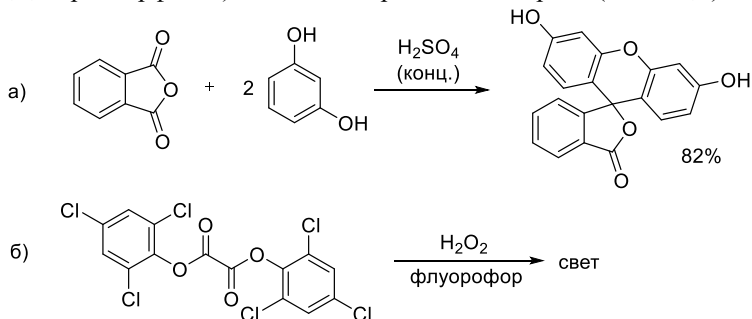


Схема 3

Для синтезированных органических веществ были определены выходы, температуры плавления, записаны электронные спектры при разных рН среды, определены рН перехода азосоединений, а также записаны ЯМР спектры некоторых полученных соединений.

*Авторы работы благодарят Образовательный Центр «Сириус», Санкт-Петербургский государственный университет, Ресурсные центры Санкт-Петербургского государственного университета и коллектив ноябрьской химической образовательной программы.*

- [1]. Цоллингер Г. Химия азокрасителей. Пер. с нем. /Под ред. Б.А. Порай-Кошица. Ленинград: Госхимиздат. [Ленингр. отд-ние], 1960. – 363 с.
- [2]. Бородин В.Ф. Химия красителей. – М.: Химия, 1981. – 248 с.
- [3]. Шабаров Ю.С. Органическая химия: [учебник для студентов вузов по направлению "Химия"] /М.: Химия, 2002. – 846 с.
- [4]. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. В 4 ч. М.: 1999. – 2336 с.
- [5]. Костиков Р.Р., Кузнецов М.А., Новиков М.С., Соколов В.В., Хлебников А.Ф. Практикум по органическому синтезу. СПб.: ВВМ, 2009.

## МЕТОДЫ СОВРЕМЕННОЙ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ: ОТ СИНТЕЗА НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ К ФЛУОРЕСЦЕНТНЫМ СЕНСОРАМ

Шонин Г.А. 10 класс, Президентский ФМЛ №239

Голубев А.С. 9 класс, Президентский ФМЛ № 239

Руководители проекта: Говди А.И., к.х.н., доцент кафедры органической химии  
Института химии СПбГУ; Видякина А.А., аспирант кафедры органической химии  
Института химии СПбГУ

Образовательный центр “Сириус”, Сочи

В настоящее время явление люминесценции активно используется во многих областях как в фундаментальных, так и в прикладных исследованиях, например, для создания флуоресцентных красителей и меток, использующихся для биоимиджинга в медицине.

Цель данной работы заключалась в синтез органических соединений, обладающих различными типами люминесценции и исследование их свойств. В ходе проекта было выполнено три задачи – получение 1,2,3-триазолов и изучение их люминесцентных свойств; получение флуоресцентного сенсора на основе бензотиазола (BTS) и исследование флуоресценции в различных диапазонах pH; синтез люминола и изучение его хемиллюминесцентных свойств.

Медь-катализируемое азид-алкиновое циклоприсоединение (CuAAC) является широко используемым методом синтеза 1,2,3-триазолов с различными свойствами. Для проведения клик-реакции нами был получен исходный азидокумарин **3** в несколько стадий [1].

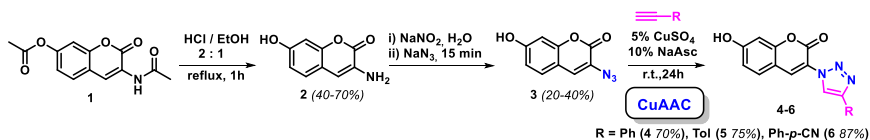


Рис. 1. Схема синтеза азидокумарина **3** и CuAAC.

Первая стадия заключалась в проведении кислотного гидролиза 3-ацетида-7-ацетокумарина **1** с образованием 3-амино-7-гидроксикумарина **2**, диазотированием которого был синтезирован требуемый 3-азидо-7-гидроксикумарин **3**, последующее взаимодействие которого с терминальными алкинами (CuAAC) позволило получить

триазолы **4-6** с хорошими выходами. Для синтезированных триазолов были записаны спектры эмиссии и поглощения.

Флуоресцентные pH-сенсоры являются важными веществами не только в аналитической химии, но и в медицине. В качестве такого сенсора можно использовать бензотиазол, содержащий сукцинимидильный фрагмент. Синтез BTS-чувствительного сенсора был осуществлен в 2 стадии: конденсацией 2-аминотиофенола **7** и 4-амино-2-гидроксибензойной кислоты **8** с образованием 5-амино-2-(бензотиазол-2-ил)фенола **9**, при взаимодействии которого с янтарным ангидридом образуется BTS pH-сенсор **10**, цвет флуоресценции синтезированного соединения изменяется с фиолетового на зеленый в зависимости от pH среды [2].

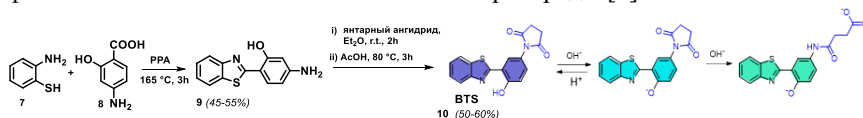


Рис. 2. Схема синтеза бензотиазола **10**.

Кроме того, нами также был проведен синтез люминола, осуществленный в 2 стадии, включающих конденсацию 3-нитрофталево́й кислоты **11** с гидразингидратом, с последующим восстановлением нитро группы [3], а также изучены его хемилюминесцентные свойства, путем варьирования солей ( $\text{Fe}^{+3}$ ,  $\text{Co}^{+2}$ ,  $\text{Cu}^{+2}$ ) и добавлением флуоресцентных красителей.

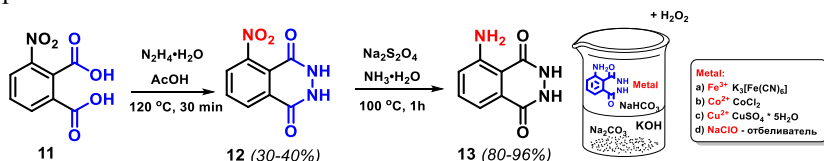


Рис. 3. Схема синтеза люминола **13**.

Таким образом, нами продемонстрирована универсальность и эффективность данных подходов для синтеза соединений с важными и интересными флуоресцентными свойствами.

[1] Krishnamoorthy Sivakumar, Fang Xie, Brandon M. Cash, Su Long, Hannah N. Barnhill, and Qian Wang // *Org. Lett.*, **2004**, 6(24), 4603

[2] Qi Zhang, Li Yang, Ying Han, Zhiyu Wang, Hongjuan Li, Shiguo Sun, Yongqian Xu // *Chem. Eng. J.*, **2022**, 428, 130986

[3] Tatiana A. Skripnikova, Svetlana S. Lysova, Yuriy E. Zevatskii, Leonid V. Myznikov, Svetlana V. Vorona, Tatiana V. Artamonova // *J. Mol. Struct.*, **2018**, 1154, 59–63.

## СИНТЕЗ НОВЫХ СПИРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ (СПИРО[БЕНЗОФУРАН 2,3'ПИРРОЛИДИН]-2',5'-ДИОНОВ) НА ОСНОВЕ ДИАЗОАРИЛИДЕНСУКЦИНИМИДОВ

Янович А.Д.

11 класс, Академическая Гимназия СПбГУ

Научные руководители: Дарьин Д.В., д.х.н, профессор Института Химии СПбГУ,  
Вепрева А.С., студент первого курса магистратуры Института Химии СПбГУ,

Красавин М.Ю., д.х.н, Профессор РАН

Санкт-Петербург

Многие спироциклические соединения обладают биологической активностью, используются при лечении различных заболеваний. В настоящее время известно множество различных испытанных и успешно используемых фармакологических препаратов на основе молекулы-спироциклов. К примеру, спиронолактон (Рис. 1) успешно применяется при лечении заболеваний сердца и гипертонии[1], буспирон (Рис. 1) – при лечении тревожных расстройств[2], цевимилин (Рис. 1) – при лечении синдромов сухого рта и сухого глаза[3].

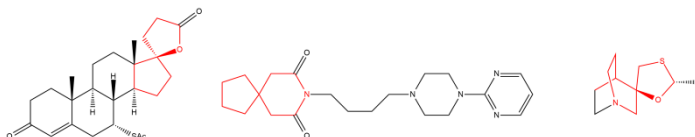


Рисунок 2. Слева направо: спиронолактон, буспирон, цевимилин

Данная работа посвящена синтезу новых спироциклических каркасов из диазоарилденсукцинимидов (ДАС). Получение целевых соединений достигнуто трехстадийным синтезом.

Первая стадия включает в себя реакцию внедрения образующегося при каталитическом разложении ДАС карбеноида в О-Н связь фенолов (Рис. 2). Всего таким образом нашей научной группой было синтезировано 14 подобных соединений с различными заместителями в трех ароматических кольцах, из которых 11 были синтезированы автором.

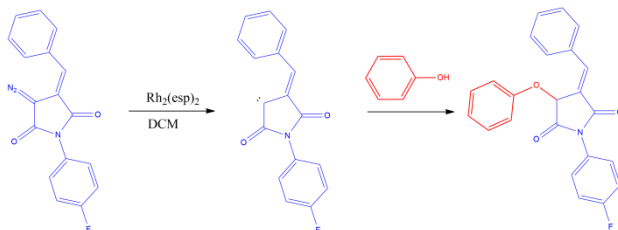


Рисунок 3. OH-внедрение

Вторая стадия – перегруппировка Кляйзена (Рис. 3), реакция проводилась при 140 °С в толуоле. Причем, в некоторых случаях не было необходимости выделения продукта перегруппировки для проведения следующей стадии.

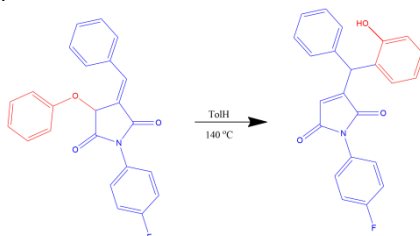


Рисунок 4. Перегруппировка Кляйзена

Третья стадия – циклизация по окса-Михаэлю (Рис. 4). Всего целевых соединений было синтезировано 14, из них 4 были синтезированы автором.

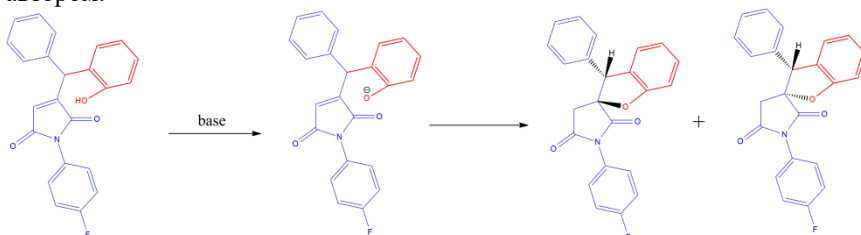


Рисунок 5. Циклизация по окса-Михаэлю

В результате были синтезированы и описаны 28 новых соединений, из которых 15 были синтезированы автором[4].

Автор выражает благодарность: Карцовой А.А., Научному парку СПбГУ.

[1] Garthwaite, S. M.; McMahon, E. G. *Mol. Cell. Endocrinol.* **2004**, 217, 27-31. [doi:10.1016/j.mce.2003.10.005](https://doi.org/10.1016/j.mce.2003.10.005)

[2] Loane, C.; Politis, M. *Brain Res.* 2012, 1461, 111–118.

doi:10.1016/j.brainres.2012.04.032

[3] Ono, M.; Takamura, E.; Shinozaki, K.; Tsumura, T.; Hamano, T.; Yagi, Y.; Tsubota, K. *Am. J. Ophthalmol.* **2004**, 138, 6–17. doi:10.1016/j.ajo.2004.02.010

[4] Vepreva, A.; Yanovich, A.; Dar'in, D.; Kantin, G.; Bunev, A.; Krasavin, M. *Beilstein J. Org. Chem.* **2022**, 18, 1649–1655. doi:10.3762/bjoc.18.177

**СЕКЦИЯ**  
**ПИЩЕВАЯ ХИМИЯ И АНАЛИЗ КАЧЕСТВА**  
**ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕДА СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ И КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

Абраменко М.И., Пьянова И.Ю.

10 класс ГБОУ СК лицей № 14 города Ставрополя

Руководитель проекта: Андрусенко С.Ф. к.б.н., доцент кафедры биохимии, молекулярной биологии и медицины медико-биологического факультета Северо-Кавказского федерального университета  
Ставрополь

Мед является стимулятором при физической и умственной усталости, при переутомлении, его употребляют как продукт питания и с лечебной целью при ряде заболеваний [1].

Пчеловодная промышленность в Северо-Кавказском федеральном округе имеет широкое распространение. Однако, недоброкачественный продукт может быть опасен для здоровья человека. В связи с чем, актуально проведение сравнительного анализа меда, произведенных на разных территориях [2].

Цель работы – проведение сравнительного анализа физико-химических показателей мёда произведенных на разных территориях.

Исходя из цели, решались следующие задачи:

1. определить содержание аскорбиновой кислоты в меде;
2. определить кислотность мёда;
3. определить диастазное число мёда;
4. определить содержание восстанавливающих сахаров в мёде;
5. определить содержание воды в меде.

Объектом исследования были восемь образцов свежего мёда сорта разнотравье, приобретенных разных частных пасек в период с июня по сентябрь 2022 года. Учитывая географическое положение баз пчеловодства, их разделили на 2 группы: мед произведённый в Ставропольском крае и мед произведённый в Карачаево-Черкесской республике.

Определение аскорбиновой кислоты осуществляли иодометрический, для определения кислотности меда использовали метод алкалометрии, исследование диастазного числа проводили путем



определения активности амилалитических ферментов мёда, содержание восстановленных сахаров проводили экспресс-тестом, определение содержания воды проводили по плотности раствора мёда [3].

Все показатели сравнивали с требованиями ГОСТ для натурального меда [4].

Данные исследований и нормы по ГОСТ приведены в таблице 1.

Таблица 1. Физико-химические показатели меда

№	Аскорбиновая кислота, мг %	Общая кислотность, %	Диастазное число, ед. Готе	Восстанавливающие сахара, %	Массовая доля воды, %
	Показатели ГОСТ				
	2,0-5,0	Не более 4	3,0-40,0	Не более 65	Не более 20
Образцы меда Карачаево-Черкесской республики					
1	2,3	1,2	17,8	27	15
2	2,2	1,2	8,3	36	11
3	2,0	0,6	23,8	34	14
4	3,8	0,8	10,1	30	15
Образцы меда Ставропольского края					
1	2,6	0,5	17,8	30	19
2	1,9	0,7	23,8	28	18
3	2,3	0,6	10,2	33	17
4	3,0	1,0	29,4	30	16

В ходе проведенных исследований установили, что все сорта мёда являются доброкачественными, показатели определяемых значений лежат в пределах нормы. Таким образом, все образцы меда независимо от места происхождения являются натуральными и доброкачественными.

[1] Смоленцев С.Ю., Наместников В.А. Биологические свойства мёда и его лечебное применение // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Марийский государственный университет. – 2021. – №23. – С. 519-522.

[2] Барышева Е.С. Особенности физико-химических показателей качества меда различного ботанического и географического происхождения // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 6. – С. 9-13.

[3] Аганин А.В. Мед и его исследование / А. В. Аганин; под ред. П. В. Житенко. – Саратов : Изд-во Саратовского ун-та, 1985. – 152 с.

[4] ГОСТ 54644-2011 «Мед натуральный. Технические условия»

## КЛЮКВА – ДАР ПРИРОДЫ

Гутовская М.А.

6 класс, ГБОУЦО №633

Руководитель проекта: учитель химии Савинкова С.И.

ГБОУЦО №633

Санкт-Петербург

Цель: исследование биохимических особенностей клюквы, определение минеральных веществ, витамина С качественным и количественным методом. Для исследования в школьной лаборатории использованы методы экстракции, титрования, качественного анализа и обнаружения ионов, микроскоп и камера, электронные весы.

Выбор метода йодометрии (прямого титрования), обоснован, несмотря на некоторые особенности. Он надежен, точен для определения аскорбиновой кислоты в пробах клюквы и аптечной аскорбиновой кислоты так как в основе лежат окислительно – восстановительные свойства йода. В качестве индикатора выбран крахмал. С йодом он способен образовать комплексное соединение синего цвета. Индикатор фиксирует конечную точку титрования. рН среды – нейтральная, результат показателя среды, достигнут при прибавлении соляной кислоты и щелочи, так как при рН меньше 7(кислая среда) йод может улетучиваться, рН больше 7 в щелочной среде йод может окисляться. Температура, при которой вели титрование комнатная  $-20^{\circ}$ , при повышении температуры могли возникнуть ошибки. Крахмал добавлен при появлении светло желтой окраски экстрактов, чтобы избежать ошибок в количественных расчетах. При условии титрования 5% раствором йода, который разбавлен в 10 раз результат титрования получен. На титрование ушло 1,3 мл раствора йода, содержание аскорбиновой кислоты рассчитано по методике.:1 мл 5% раствора йода – 35 мг аскорбиновой кислоты, 1,3 мл 5% раствора йода – X мг аскорбиновой кислоты,  $X = 45,5$  мг или 0,0455 г, в драже- 50 мг, таким образом, погрешность незначительна и составляет менее 8% с учетом некоторых особенностей оборудования в школьной лаборатории. Мы учитывали ситуацию, при которой, сок имеет красную окраску, следовательно, красный цвет раствора в сочетании с синей окраской комплекса приведет к тому, что в конце титрования появится фиолетовое окрашивание. В растворе - вытяжке под номером 1 свежем соке содержание аскорбиновой кислоты более высокое, чем в замороженном продукте, однако, ниже, чем в аптечной аскорбиновой кислоте. В растворе 2(замороженной клюкве)незначительно меньше аскорбиновой кислоты, чем в опыте с аптечной аскорбиновой кислотой, и количеством йода

израсходованного на титрование также меньше. На титрование взяли 0,3 мл йода, 1 мл 5% раствора йода – 35 мг аскорбиновой кислоты 0,3 мл 5% раствора йода - X мг аскорбиновой кислоты,  $X = 10$ , 5 мг витамина С. В пробе содержание витамина «С» – 15,5 мг. В 100 мл сока клюквы (из замороженных плодов) содержится 10,5 мг витамина «С», по литературным данным в ягодах содержится 15 мг. Необходимо учесть, что зимой количество витамина «С» в замороженных ягодах, снижается содержание аскорбиновой кислоты. Однако это не умаляет значения ягоды в жизни и дополняет и подтверждает тезис о пользе плодов клюквы для здоровья. Результаты практически совпали с анализом свежей и замороженной клюквы, так как при замораживании в течение 5 месяцев сохраняется содержание аскорбиновой кислоты, далее на 50% происходит ее снижение. Установлено, в результате качественных реакций на ионы, что клюква содержит ионы кальция, железа, магния, сульфат ионы. Клюква болотная не содержит токсичных элементов: меди, свинца, кобальта, ртути, кадмия, марганца, хрома, в её составе содержатся только полезные для организма катионы и анионы (из тех, что мы смогли определить). Возрастающий интерес к ягоде позволяет нам видеть перспективу применения для фармации, медицины, Работа может быть продолжена. Гипотеза подтверждена. Цель достигнута

- [1] Губанов И.А. Дикорастущие полезные растения. – М.: Изд. МГУ, 1987. –158 с.  
[2] Ольгин О. Опыты без взрывов. Изд. 2-е, переработанное.- М.: Химия, 1986.-192с.  
[3] Хелт Г.В. Биохимия растений. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011, -290с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА ЛИПИДОВ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ**

Левушкина В.А.

10 класс МБОУ СШ № 44 города Ставрополя

Руководитель проекта: Андрусенко С.Ф. к.б.н., доцент кафедры биохимии,  
молекулярной биологии и медицины медико-биологического факультета  
Северо-Кавказского федерального университета  
Ставрополь

Роль липидов велика и многогранна, они формируют структуру клеток в составе мембран, образуют с белками липопротеиновые

комплексы, выполняют транспортную функцию и т.д. Нарушение процессов пищеварения и всасывания являются наиболее распространенными проблемами, связанными с недостаточной секрецией ферментов в организме человека в норме. Ферментативные препараты, содержащие панкреатическую липазу и компоненты желчи, помогают человеку в коррекции процессов нарушенного пищеварения [1].

В заместительной терапии применяются различные ферментные препараты, использование которых даёт возможность повысить содержание липидов в пище и сделать питание более полноценным. При этом люди заинтересованы в приобретении не только эффективных, но и доступных по цене ферментативных препаратов [2]. В связи с этим актуально проведение сравнительного анализа динамики гидролиза липидов под действием отечественных и зарубежных аптечных препаратов содержащих липазу.

**Цель работы** – сравнение активности ферментных препаратов, используемых в коррекции нарушений работы желудочно-кишечного тракта.

**Задачи:**

1) исследовать процесс гидролиза липидов различными ферментативными препаратами;

2) провести сравнительный анализ цен на ферментативные препараты, содержащие липазу.

Объекты исследования: подсолнечное масло, аптечные ферментативные препараты: Панкреатин (Россия), Креон (Германия), Мезим (Россия), Хофитол (Франция), Фестал (Индия), Аллохол (Россия), Панкреатин (Россия).

Определение липолитической активности осуществляли титриметрически [3] гидроксидом натрия в присутствии индикатора фенолфталеина. Титрование контрольной и опытных проб проводили через 15, 30, 45 мин от начала инкубации при температуре 37 С.

Полученные данные по определению липолитической активности ферментативных препаратов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Определение липолитической активности ферментативных препаратов в растительном масле

Исследуемый препарат	Количество 0,1 н. NaOH, пошедшего на титрование, мл		
	Время инкубирования, мин		
	15	30	45
Панкреатин	2,1	0,7	0,7

Хофитол	0,7	0,7	0,8
Аллохол	1,0	0,6	0,5
Креон	0,7	0,6	0,5
Фестал	0,7	0,7	0,6
Мезим	1,0	0,5	0,4
Контроль	0,5	0,5	0,5

Из данных представленных в таблице следует, что наибольшую ферментативную активность проявили Мезим, Аллохол и Креон. Средняя цена в расчете на 1 таблетку для препарата Мезим составляет 3 руб., для препарата Аллохол – 2 руб., для препарата Креон – 17 руб.

Таким образом, по результатам исследования пришли к заключению, что оптимальное соотношение цена – качество для ферментативных препаратов, содержащих липазу характерно для препаратов отечественно производства Мезим и Аллохол. Однако следует помнить, что при лечении правильный выбор ферментного препарата, его дозы и продолжительности лечения должны назначаться лечащим врачом с учетом индивидуального подхода к пациенту.

[1] Яковенко Э.П. Ферментные препараты в клинической практике // Клиническая фармакология и терапия. — 1998. - № 1. - С. 17-20

[2] Дрёмова, Н. Б., Афанасьева, Н. И., Соломка, С. В. Исследование факторов потребительского выбора лекарственных средств // Вестник ВГУ, Серия: Химия. Биология. Фармация, 2016, № 3 . – С. 105-109.

[3] Руководство к практическим занятиям по биохимии: Учебное пособие / Под ред. И.П. Смирновой. – М.: Оргсервис-2000, 2008. – 101 с.

## ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Куулар А.А, 10 класс, Ондар А.Н., 9 класс  
ФГКОУ «Кызылское ПКУ»  
Руководитель проекта: преподаватель химии Зайцева А.К.-М.,  
ФГКОУ «Кызылское ПКУ»  
г.Кызыл, Республика Тыва

В современном мире существует очень большое количество продуктов питания. На прилавках магазинов почти невозможно найти продукты, в которых не содержится пищевых добавок. С недавних пор производители еды придают огромное значение консервантам, эмульгаторам, красителям, подсластителям, антиокислителям и другим, тем химическим веществам, которые применяются для улучшения качества продукта: его вкуса, аромата, формы, для удлинения срока их годности, красивого внешнего вида.

Пищевые добавки обладают важными свойствами, имеют большое значение в производстве пищевых продуктов, но их настолько много, что не все задумываются какой состав они имеют и какое влияние они оказывают на организм человека, поэтому данный вопрос является актуальным и важным для изучения.

**Цель работы:** изучить и проанализировать состав продуктов питания местного производства и других отечественных производителей на наличие пищевых добавок, их влияние на организм человека

### **Задачи:**

1. изучить литературу по теме исследования;
2. описать состав пищевых продуктов, реализуемых в магазинах города, определить содержание Е-добавок, сделать анализ полученных результатов;
3. разработать брошюру по результатам исследования.

**Объект исследования:** продукты питания.

**Предмет исследования:** пищевые добавки в продуктах питания.

**Методы исследования:** обзор литературных данных; обработка информации на этикетках продуктов питания, сравнение, анализ.

**Практическая значимость:** разработанная брошюра будет содержать в себе текст, картинки, схемы и таблицы по изученной теме, т.е. создается в информационных целях в первую очередь для распространения среди кадет и коллектива училища. Брошюру удобно будет использовать во время покупки еды. Информация позволит покупателю грамотно подходить к выбору продуктов питания и возможно предотвратить риск некоторых заболеваний.

Пользуясь информацией, представленной на этикетках, мы изучили пищевые добавки, используемые при производстве следующих продуктов: сухих растворимых напитков, жидких напитков, колбасных изделий, сыров, молочных продуктов, шоколадных изделий, жевательных резинок.

Местные производители сухих растворимых напитков не используют искусственных добавок, отечественные производители растворимых напитков добавляют стабилизаторы, эмульгаторы, антиокислитель. В составе жидких напитков, колбасных изделий как местных, так и отечественных производителей содержатся добавки. Сыры местных производителей являются натуральными, производятся в домашних условиях по традиционным рецептам тувинцев, в сырах отечественных производителей присутствуют добавки. Местное молоко поставляется на рынки и магазины местными скотоводами, продукт натуральный, сырое или пастеризованное, у отечественных – молоко цельное пастеризованное. В йогуртах используются добавки. В шоколадных конфетах пищевые добавки используют и местные и отечественные производители. В жевательных резинках добавки содержатся у отечественных производителей, местные производители делают из смолы-саат, продукт натуральный.

**Выводы.** При выборе продукта питания важно внимательно изучать надписи на этикетках. Употребление пищевых добавок в небольших дозах не оказывают вред организму или вред незначительный, и стоит учитывать индивидуальность каждого организма – реакция на разные виды добавок может существенно отличаться у людей.

[1] ГОСТ 53904-2010 Национальный стандарт РФ Добавки пищевые. Подсластители пищевых продуктов, Москва, Стандартинформ, 2018

[2] Иванов С.В. Е добавки, их негативное влияние на организм/ С.В.Иванов, В.В.Баранов, Вестник науки и образования, часть 2, 2019 г.

[3] Коваленко А. Е. Пищевые добавки и их влияние на организм человека/ А.Е.Коваленко, В.В.Кнауб, Е.Ю. Зингер. Международный научный журнал «Молодой ученый» №47 (337), 2020 г.

[4] Пищевые добавки: краткий курс лекций для бакалавров направления подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции / Сост.: О.Н. Клюкина // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2018. – 16 с.

[5] Широченко К. А. Пищевые добавки и их влияние на организм / К.А.Широченко, Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Комсомольск-на-Амуре, 2022 г.

[6]<https://infourok.ru/statya-pischevie-dobavki-v-sovremennom-mire-1229510.html>

[7] <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ФРУКТАХ

Кроткова Ю., Логвинова В.  
5 класс, МОБУ «СОШ «Агалатовский ЦО»  
Руководитель Алцыбева И.А., учитель химии  
МОБУ «СОШ «Агалатовский ЦО»  
Ленинградская область

Актуальность исследования состоит в том, что люди знают о содержании витаминов в большом количестве в фруктах, но не все понимают какие фрукты целесообразнее использовать.

Для исследования выбрали фейхоа, сушёный шиповник и апельсин.

**Цель:** определение содержания витамина С в фруктах

### Задачи

1. Изучить литературные источники
2. Определить содержание витамина С в исследуемых фруктах
3. Сравнить полученные результаты
4. Сделать вывод

### Методы исследования:

Теоретический: анализ информационных источников, сравнения.

Эмпирический: лабораторные наблюдения.

**Гипотеза:** в домашних условиях возможно провести исследование по обнаружению витамина С.

На 1 этапе изучен теоретический материал об исследуемых фруктах. Проведён социологический опрос о знании учениками класса о фейхоа. Обработаны анкеты, результаты которых показали, что не все ученики класса владеют информацией.

На 2 этапе, проведены беседы с учителями, библиотекарем и работником аптеки, собрана информация о составе фруктов, а также истории открытия ягоды фейхоа и о пользе витамина С.

На 3 этапе проведён практический эксперимент, цель которого была определить содержание витамина С в исследуемых фруктах.

В результате исследования сделаны следующие **выводы:**

1. Во всех исследуемых продуктах высокое содержание витамина С, при чем самое большое содержание в шиповнике.
2. В домашних условиях можно легко определить витамин С и рассчитать его количественное содержание.

Гипотеза, о том, что в домашних условиях возможно провести исследование по обнаружению витамина С подтвердилась.



- [1] Большая энциклопедия «Почемучек». – М.: «Росмэн», 2006
- [2] Биологический энциклопедический словарь / Под ред. М.С. Гилярова. М: Сов. энциклопедия, 1989.
- [3] А.Е.Гуревич, Д.А. Исаев, Л.С.Понтак, Химия 5-6 классы, «Дрофа», Москва, 2008
- [4] Д.М.Жилин. Юный химик. 145 опытов с веществами. -М.:Издательство «Ювента», 2014
- [5] И. А. Леенсон. Удивительная химия. М: Энас, 2012
- [6] Ольгин О. Занимательные опыты по химии Москва. : «Детская литература», 2001 год
- [7] Степин Б.Д. Аликберова Л.Ю. Занимательные и эффективные опыты по химии Москва. : «Дрофа», 2002 год
- [8] <http://ru.wikipedia.org/wiki/E519>

## **ЗНАЧЕНИЕ ПОДОБРАННЫХ СПЕЦИЙ ПРИ ДОМАШНЕМ КОНСЕРВИРОВАНИИ**

Строганова В. М.  
10 класс, лицей № 150  
Руководитель проекта: учитель химии Армер И. Я.,  
Лицей № 150  
Санкт-Петербург

Уже в давние времена, что подтверждается находками археологов люди консервировали продукты методом соления. Вначале это было – соль и вода. Сегодня кроме этих компонентов в солении богатый букет специй, но не только приятный вкус придают продуктам эти добавки. Поэтому целью проекта стало определение значения специй, употребляемых при засолке самого традиционного славянского блюда – огурцов. В задачи входило:

- Подобрать информацию и материалы для написания реферативной части.
- Установить набор растений, используемых при солении.
- Сравнить фитонцидную активность растений применяемых при консервировании.
  - Определить химический состав растений.
  - Познакомиться и овладеть физико-химическими методами для исследования растений.
  - Изучить влияние сортовых особенностей огурцов.

- Рассмотреть химико-биологические процессы, происходящие при засолке.

- Обработать полученные данные и сделать выводы.

В конце 20 годов 20 века научно было доказано, что многие растения содержат биологически активные вещества, подавляющие рост и развитие бактерий, Борис Токин, студент Московского университета назвал эти вещества фитонцидами.

Фитонцидную силу растений можно определить по скорости гибели микроорганизмов. Растения, употребляемые в процессе соления огурцов обладают фитонцидными свойствами. В данной работе были исследованы химические составы следующих растений листья хрена, дуба, черной смородины, свежий укроп, чеснок, зонтики укропа и семена укропа. Именно они широко используются при домашних заготовках. Фитонцидные свойства растений определяются присутствием в них флавоноидов, витамина С, эфирных масел, каротиноидов и других веществ.

Для определения данных компонентов были использованы методы тонкослойного хроматографирования, пробу синода для определения флавоноидов, качественную реакцию на аллицин, а также метод мацерации для выделения эфирных масел. А также в работе рассматривались химико-биологические процессы.

По окончанию работы поставленные цели и задачи были полностью выполнены. Дана рекомендация по правильному консервированию огурцов в домашних условиях, гарантирующая получение безопасных консервов

**СЕКЦИЯ**  
**ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ И МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ**

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КУРЕНИЯ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ  
СОСТАВ РОТОВОЙ ЖИДКОСТИ**

Амбарцумова Д.К.,  
10 класс, ГБОУ СК «Гимназия №25» г. Ставрополя  
Руководитель проекта: Андрусенко С.Ф., доцент кафедры биохимии,  
молекулярной биологии и медицины  
Северо-Кавказский федеральный университет  
Ставрополь

Курение является зловещим пороком человечества, оно оказывает патологическое влияние практически на все системы организма. В научной литературе имеется значительное число публикаций, касающихся влияния табакокурения на ферменты, рН слюны, содержание роданидов, кальция и др. показатели. При этом актуальным остается вопрос изучения воздействия табакокурения в зависимости от региона и малоосвещенных в литературе параметров: содержания аскорбиновой кислоты; альдоз; глутатиона; буферной емкости, щелочности слюны [1].

Цель работы: изучение влияния курения на организм через изменения биохимических свойств слюны.

Задачи исследования:

1. Провести анализ слюны у двух групп испытуемых – курящих и некурящих
2. Провести сравнительный анализ результатов измерений по нескольким параметрам.

Количественное определение активности амилазы слюны проводили по методу Вольгемута, определение содержания аскорбиновой кислоты в слюне определяли по методу Тильманса, буферную емкость и рН слюны определяли по методу Леонтьева В.К., определение рН слюны проводили на рН-метре, определение активности каталазы в слюне определяли титриметрически с раствором перманганата калия, определение альдоз в смешанной слюне оценивали по способности глюкозы при нагревании в щелочной среде обесцвечивать индикатор метиленовый синий, определение глутатиона определяли по методу Вудворда и Фрея в модификации М.С. Чулковой, описанной С.В. Травиной, количественное определение активности амилазы определяли путем гидролиза крахмала,

определение щелочности слюны проводили титрованием раствором серной кислоты в присутствии индикатора метилоранжевого [2, 3, 4].

В ходе эксперимента установили, что активность амилазы слюны снижается у курящих людей (40-160 ЕД) и остается в пределах нормы (320 ЕД) у некурящих. Это связано с подкислением слюны за счет веществ, входящих в состав табачного дыма (нитрозамины, фенол, синильная кислота и др.).

Определили, что содержание аскорбиновой кислоты в слюне курильщиков ниже (в среднем на 20%), чем у некурящих.

Определены показатели буферной емкости слюны курящих, которые ниже показателей некурящих. Буферная емкость у курящих ниже и составила 1,92 мг-экв/л, у некурящих – 2,08 мг-экв/л.

Щелочность слюны курящих несколько превышает значения слюны некурящих, что обусловлено снижением буферной емкости слюны курящих.

Определили, что для слюны курящих людей характерен сдвиг рН в кислую сторону, в сравнении с некурящими, что может нарушать процессы минерализации и способствовать развитию кариеса и пародонтита у курящих людей.

Установили, что активность каталазы в слюне курящих  $X_{\text{ср}}=0,48$  превышает активность фермента у некурящих  $X_{\text{ср}}=0,15$ , что связано с активацией процесса ПОЛ в полости рта курильщиков.

Определено повышенное содержание альдоз (моносахаридов) в слюне курящих – 7,2 ммоль/л, что может способствовать развитию кариеса и пульпита, в слюне некурящих этот показатель составил 5,25 ммоль/л.

Установлено, что общий глутатион в слюне курящих выше (А общ, 22,5 мг%), чем у некурящих (А общ, 9,2 мг%), что приводит к смещению баланса G-SH – G-S-S-G.

Определили, что в слюне курящих гидролиза крахмала идет медленнее, чем у не курящих, что связано с угнетением активности амилазы.

[1] Физиология человека. / Под ред. В.Ф. Киричука. – Саратов, 2009. – 343 с.

[2] Биохимический практикум: пособие для самостоятельной аудиторной работы студентов, обучающихся по специальности Биология, профиль Микробиология. Ч. 1. / Ф.Х. Камилев, Ш.Н. Галимов, Э.Ф. Аглетдинов и др. – Уфа: Изд-во ГБОУ ВПО БГМУ Минздрава России, 2014. – 110 с.

[3] Алейникова Т.Л., Рубцова Г.В. Руководство к практическим занятиям по биологической химии. – М.: Высшая школа, 1988. – 239 с.

[4] Травина С.В. Руководство по биохимическим исследованиям. – М.:

## ПОИСК ПРИРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Боброва Д.В., 10 кл, ГБОУ Школа №1575, г. Москва

Мартюшова А.Г., 10 кл, МАОУ Лицей №22 «Надежда Сибири», г.Новосибирск

Некля Е. Р., кл, школа, город

Коршунова А.И., 10 кл, АНО ОШ ЦПМ, г. Москва

Гиниятуллин И.М., 11 кл, МБОУ «Лицей №35», г. Нижнекамск

Жуков И., 11 кл, ГБОУ Школа 2065, г. Москва.

Руководители проекта: к.х.н., доц. Бессонова Е.А.,  
аспирант Карпицкий Д.А., СПбГУ Институт химии, г. Санкт-Петербург  
Образовательный центр «Сириус», г. Сочи

В настоящее время в связи с проблемами безопасности применения синтетических фармацевтических препаратов актуальным направлением является поиск природных источников биологически активных веществ и создание на их основе лекарственных препаратов. В последние годы большой интерес вызывает исследование плодов и листьев растений субтропических культур, одним из которых является культура фейхоа. Недавние исследования показали, что плоды фейхоа обладают широким спектром биологических свойств, таких как противораковая, противодиабетическая, противомикробная, антиоксидантная активность, благодаря наличию биологически активных веществ, таких как полифенолы, витамины и аминокислоты. Однако, созданию лекарственных препаратов на основе данного растительного сырья препятствуют недостаточная степень изученности химического состава плодов фейхоа. Определение фитохимического состава различных сортов фейхоа позволит предсказать и обосновать биологическую активность их плодов и листьев, что может быть также использовано при селекции и выборе наиболее перспективных сортов. Эта задача может быть решена с использованием современных физико-химических методов анализа смесей веществ, таких как высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) и тонкослойная хроматография (ВЭТСХ), позволяющие определять качественный и количественный состав компонентов сложных смесей.

Таким образом, *цель проекта* – изучение фитохимического состава селекционных сортов фейхоа, выращенных в Краснодарском крае. *Объекты исследования* – селекционные сорта фейхоа предоставленные

Всероссийским научно-исследовательским институтом цветоводства и субтропических культур (г. Сочи).

В ходе работы изучены основы метода жидкостной хроматографии. На модельных системах выбраны условия селективного разделения трех групп анализов: полифенолы (рутин, кверцитин, мангифирин, нарингинин, галловая кислота), аминокислоты и водорастворимые витамины (витамины группы В и аскорбиновая кислота) методом ВЭТСХ с видеоденситометрическим детектированием. Для обнаружения витаминов, поглощающих в УФ области, использовали метод денситометрии, для проявления аминокислот получали окрашенные производные, образующиеся при реакции с нингидрином, а для полифенолов – флуоресцирующие производные при взаимодействии с 2-аминоэтиловым эфиром дифенилборной кислоты. Выявлены факторы, влияющие на параметры удерживания, эффективность и селективность разделения анализов, такие как природа и соотношение растворителей, рН подвижной фазы и добавка модификаторов (вода, уксусная кислота).

Особое внимание в проекте было уделено методам подготовки пробы к анализу – очистке и концентрированию анализов из кожуры и мякоти плодов фейхоа с применением современных подходов планирования эксперимента. Регламент пробоподготовки для эффективного извлечения полифенолов из растительного сырья оптимизирован с помощью полнофакторного дизайна эксперимента (факторы: содержание этанола, время экстракции и объём экстрагента).

Разработанный подход позволил получить характеристические хроматографические профили полифенолов, аминокислот и водорастворимых витаминов в кожуре и в мякоти селекционных сортов фейхоа (сорта «Дачный», «Дагомысский», «Сентябрьский», «Superba» и «ШВ-07») и выявить основные биологически активные вещества в образцах (аминокислоты серин, треонин, аланин и пролин; витамины С и В3; флавонолы и фенольные кислоты). Установлено, что наиболее богаты исследуемыми анализами сорта «Дагомысская» и «Дачная».

Таким образом, разработан экспрессный вариант определения полифенолов, аминокислот и витаминов методом ВЭТСХ, который позволил связать полезные свойства селекционных сортов фейхоа с содержанием конкретных компонентов и, тем самым, выявить наиболее перспективные сорта.

*Проект выполнен в ходе химической проектной смены (1-24 ноября 2022 г) в Образовательном центре «Сириус» (г. Сочи). Выражаем благодарность ресурсному центру Университета Сириус за предоставленное оборудование.*

## **ПРИМЕНЕНИЕ РАСТВОРОВ СОЛЕЙ В МЕДИЦИНЕ (ИСТОРИЯ ОТ ВЕНЕСЕКЦИИ ДО ИНФУЗИИ)**

Голубева О.М.

МОУ «Всеволожский центр образования»  
Руководитель проекта: учитель химии Зяблов А. М,  
МОУ «Всеволожский центр образования»,  
г. Всеволожск, Ленинградская область

В реферативной части работы обзорно рассмотрена история развития применения растворов солей в медицине. Предпосылки для возникновения инфузионной терапии как метода лечения были заложены еще в античном мире, однако первые попытки внутривенного введения различных жидкостей были предприняты лишь в середине XVII века.

В 1665 году известный английский архитектор Кристофер Рен предпринял первые попытки внутривенного введения различных средств. В качестве растворов для инфузии он использовал молоко, вино, пиво, опиум и другие средства. Результаты исследований были опубликованы в «Философских трудах Лондонского королевского общества».

В современной медицине инфузионная терапия является неотъемлемой частью лечения любого заболевания или критического состояния, сопровождающегося расстройствами водно-электролитного баланса. Кроме того, внутривенное введение различных растворов широко используется во всех областях медицины и ветеринарии. Однако, несмотря на многовековое использование данного метода лечения, этапы становления инфузионной терапии по-прежнему остаются одной из наиболее малоизученных страниц истории медицины.

История инфузионной терапии рассматривается в реферате в неразрывной связи с эволюцией медицины и химической науки.

[1] История инфузионной терапии/ К.В. Пшениснов, Ю.С. Александрович, В.Ю. Александрович // Вестник интенсивной терапии, 2017 г., № 4, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет.

[2] Перспективы лечения больных с коронавирусной инфекцией перфтораном./Меденков А. А., Французов В.Н./ Журнал. Научно-техническое общество авиационной и космической медицины, 2020 г.

## ПРОВЕРКА ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ФАЛЬСИФИКАЦИЮ

Клюкина К.Д.

10 класс МОУ «Колтушская СОШ им. ак. И.П.Павлова»

Руководитель проекта: Неделько Н.М., студент 3 курса Института Химии СПбГУ,  
Лаборант-Исследователь кафедры лазерной химии и лазерного материаловедения  
Санкт- Петербург

Сейчас в государственном реестре лекарственных препаратов в России зафиксировано более 20 тысяч позиций [1]. С таким большим количеством связано появление возможности для их фальсификации. По данным ассоциации международных фармацевтических производителей, 5-7% фармацевтического рынка развитых стран приходится на долю подделок [2]. Эти цифры ужасают, ведь фальсифицированные лекарства являются угрозой для здоровья людей.

Было решено проверить лекарственные препараты различных фирм на фальсификацию. Для этого проводилась ИК-спектметрия, чтобы проанализировать качественный состав таблеток. Также был проведён количественный анализ при помощи титриметрии для определения содержания действующего вещества в препарате. Были взяты таблетки аспирина и аналгина фирм «Фармстандарт» и «Медисорб», а также цинковые мази фирмы «Genel» и Тульской фармацевтической фабрики. Для проверки использовались методики и стандартные ИК-спектры из государственной фармакопеи [3].

Были получены ИК-спектры препаратов аналгина и аспирина, которые сравнивались со стандартными ИК-спектрами. Результаты сравнения показали их сходство. Из этого можно сделать вывод, что качественный состав таблеток аналгина и аспирина фирм «Фармстандарт» и «Медисорб» соответствует заявленному. Количественный анализ таблеток аспирина проводился с помощью кислотно-основного титрования. По его результатам количество действующего вещества в таблетке аспирина «Фармстандарт» составляет  $0,536 \pm 0,012$  г, а в таблетке «Медисорб» -  $0,536 \pm 0,012$  г, при этом допустимые значения по ГОСТу [3] -  $0,4975 - 0,5025$  грамм. Для проверки препаратов аналгина было использовано окислительно-восстановительное титрование, по результатам



которого было выявлено, что в таблетке анальгина «Фармстандарт» содержится  $0,488 \pm 0,006$  г действующего вещества, а в таблетке «Медисорб» -  $0,486 \pm 0,006$  г, при этом допустимые значения по ГОСТу [3] –  $0,495-0,505$  грамм. Комплексонометрическое титрование было использовано для количественного анализа цинковых мазей, и получены следующие результаты: в мази фирмы «Genel» содержится  $10,4 \pm 1,2$  % действующего вещества, при этом допустимые значения по ГОСТу [3] –  $9,5-10,5\%$ , а количество действующего вещества в цинковой мази Тульской фармацевтической фабрики составляет  $25,58 \pm 0,45$  %, при этом допустимые значения по ГОСТу [3] –  $24,5-25,5\%$ .

По результатам титрования аспирина фирм «Фармстандарт» и «Медисорб» было выявлено завышенное содержание действующего вещества в таблетках. Количественный анализ анальгина фирм «Фармстандарт» и «Медисорб» позволил сделать вывод о заниженном содержании действующего вещества. Причиной этому может быть недобросовестность производителя, однако для однозначного признания препаратов фальсификатом требуется дальнейшее их изучение и проведение большего количества измерений. А содержание действующего вещества в цинковой мази фирмы «Genel» и в цинковой мази Тульской фармацевтической фабрики соответствует необходимому по ГОСТу.

Автор работы выражает благодарность Государственному бюджетному учреждению дополнительного образования Ленинградскому областному центру развития творчества одаренных детей и юношества «Интеллект» за предоставленную материально-техническую базу.

[1] Государственный реестр лекарственных препаратов [Электронный ресурс удалённого доступа (Internet)]. – Электрон. дан. – 2023. - URL: <https://grls.rosminzdrav.ru/Default.aspx> (дата обращения 24.02.2023)

[2] Л. Ю. Гарин, А.В. Щерина, Г.Ф. Чумаков, А.И.Соколов. Проблемы фальсификации лекарственных препаратов на мировом фармацевтическом рынке// Тематический сборник научных трудов по результатам второй всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2019. - № 12. – с. 255-262

[3] Государственная фармакопея российской федерации/ "Издательство “Научный центр экспертизы средств медицинского применения”, 2008.-704 с.: ил. ISBN 978-5-9901447-1-2.

## ВЛИЯНИЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ НА АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ ЖЕЛУДОЧНОГО СОКА

Кондратьев С. А.

8 класс, МОУ «Всеволожский центр образования»

Руководитель проекта: учитель химии Зяблов А. М.

МОУ «Всеволожский центр образования»,

г. Всеволожск, Ленинградская область

В проекте исследовано влияние некоторых молочно-кислых продуктов на pH среды желудочного сока и, как следствие, на активность желудочных ферментов. Экспериментальная часть работы построена на исследовании активности ферментов пепсина и трипсина в зависимости от среды модельных растворов. Основной целью исследования является выявление оптимальных параметров ферментативной активности для создания оптимальных, индивидуальных диет (рационов) питания, употребления в пищу молочно-кислых продуктов.

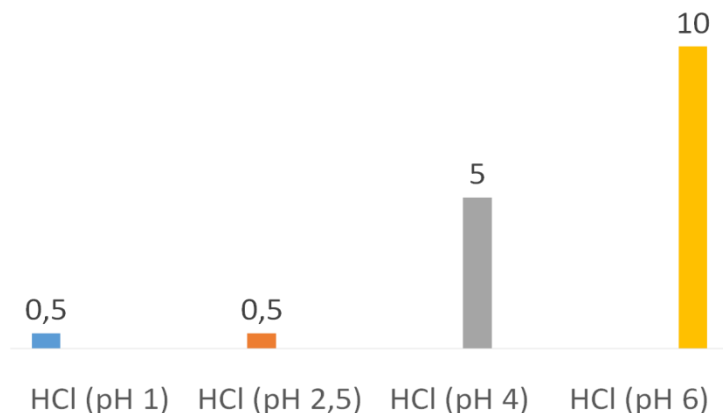


Рис.1 Действие трипсина на раствор белка при различных pH среды.

Активность ферментов определялась по скорости денатурации белка в различных буферных растворах. На основании полученных результатов разработана молочная диета для возрастных групп.

[1] Ферменты/Е.С. Остроглазов и др./ Учебное пособие, СПб –Астерион, 2017.

[2] Землянухин А.А. Малый практикум по биохимии/ Учебное пособие. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 1985 -128 с

## РОЛИ БАРХАТЦЕВ В ФАРМАКОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ

Минут М.А.

10 класс, ГБОУ лицей №150

Руководитель проекта: учитель химии Армер И.Я.

ГБОУ лицей №150

Санкт-Петербург

В настоящее время большинством людей бархатцы рассматриваются как один из компонентов яркого дизайна на улицах города, но так же эти яркие цветы можно увидеть и на приусадебных участках, посаженных между различными растениями. Уже давно любителями-садоводами было замечено, что они отпугивают тлю, муравьев и белокрылок. Все это указывает на то, что эти растения обладают фитонцидными свойствами. **Фитонциды** – это образуемые растениями биологически активные вещества, убивающие или подавляющие рост и развитие бактерий, простейших и микроскопических грибов.

Использование бархатцев в качестве лечебных препаратов в нашей стране до настоящего времени не рассматривалось, хотя в Америке и Индии уже с давних времен бархатцы использовались как лекарственные растения. **Новизна** работы заключается в том, что среди большого количества видов бархатцев исследовались только *Tagetes*. Представляло интерес сравнить химический состав разных сортов бархатцев с уже хорошо известным химическим составом. Поэтому **целью** нашей работы было определение химического состава бархатцев и объяснение их фармакологических свойств. Для выполнения поставленной цели потребовалось выполнить следующие **задачи**:

1. Подобрать информационный материал для написания реферативной части.
2. Узнать химический состав.
3. Ознакомиться с методами химического анализа.
4. Провести эксперимент.
5. Проанализировать полученных результат и сделать выводы.

Согласно литературным данным в состав бархатцев входят такие вещества: Флавоноиды (дубильные вещества и антоцианы), витамины, эфирные масла, каротиноиды.

Для исследования нами были подготовлены водные и спиртовые экстракты, приготовление которых описано в работе. Из водных экстрактов отбирались аликвоты из которых, с помощью качественных реакций определялись: антоцианы, дубильные вещества, рН-среда. Из спиртовых

растворов, с помощью качественных реакций и метода тонкослойной хроматографии определялось присутствие каротиноидов.

Результаты полученных опытов представлены в работе в виде фотографий и хроматограмм.

## **ВЛИЯНИЕ ОБРАЗА ЖИЗНИ И ВОЗРАСТА НА МЕТАГЕНОМЫ РОТОВОЙ ПОЛОСТИ МЫШЕЙ И ВОЗМОЖНОСТЬ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ПАТОГЕНОВ**

Запороженко Н.С, Федорова М.О.

11 класс, ГБОУ “Школа на Юго-Востоке имени Маршала В.И. Чуйкова”

Руководитель проекта: Тутукина М.Н.

Сколтех, ИППИ РАН

Москва

Мыши являются классическим модельным организмом, на них проводятся многие физиологические и биохимические эксперименты. При этом на результаты экспериментов могут влиять многие факторы – как индивидуальные особенности животных, так и системные особенности их содержания. Так, например, на процессы в организме может оказывать влияние микробиом. Метагеномный подход к изучению микробиомов обеспечивает подробные количественные измерения таксономического состава при помощи секвенирования, не требуя при этом культивирования бактерий.

Цель работы: сравнение метагеномов ротовой полости мышей, живущих в разных условиях, оценке количества и разнообразия живущих бактерий и возможность их влияния на результаты экспериментов.

Было выделено 4 группы мышей: домашние, вивариумные, одомашненные и лабораторные. Образцы были собраны из ротовой полости мышей стерильными ватными тампонами, для исключения размножения бактерий во время хранения помещены в пробирку с буферным раствором. С помощью набора PureLink Microbiome DNA Purification Kit была выделена ДНК. Затем амплифицирован вариабельный участок V4-V5 16S рРНК с использованием прямого праймера 515F и обратного праймера 907R. Во избежание стадии лигирования адаптеров Illumina, были взяты праймеры с уже добавленными адапторами: Adaptor 1 к праймеру 515F; Adaptor 2 к праймеру 907R. Для проверки эффективности ПЦР и качества ампликонов был проведен электрофорез в 2% агарозном геле. Затем была заново проведена ПЦР, ампликоны очищены с помощью магнитных шариков Ampure XP и использованы для приготовления библиотек.

Образцы были отсековированы на платформе Illumina MiSeq, в режиме 250+250 PE в ЦКП Геномики Сколтеха. Полученные данные были обработаны с помощью кода на языке Python. Для оценки разнообразия данные визуализированы с помощью Qiime 2.

Среди всех групп наименьшим разнообразием обладают мыши больные эпилепсией. Также с возрастом можно наблюдать рост количества бактерий *Neisseria*, представители которых часто бывают патогенными. У мышей, живших сначала в лаборатории, а потом в домашних условиях имеется около 40% *Burkholderia* - это устойчивые к антибиотикам патогенные бактерии. Вероятно, при переселении из стерильных условий иммунитет мыши был не способен противостоять бактериям, что привело к их активному размножению. *Bacteroidales* (типичные представители микробиоты кишечника человека, вовлечены в процесс сбраживания углеводов, утилизации белков и биотрансформации желчных кислот) в большем количестве представлены у домашних мышей, которые имели непосредственный контакт с человеком.

Нами предположены возможные варианты нейтрализации патогенов ротовой полости мышей для меньшего выброса данных при проведении исследований:

- Для *Neisseria* можно использовать амоксициллин. Принцип работы: ингибирует транспептидазу, нарушает синтез пептидогликана (компонент клеточной стенки бактерий) в период деления и роста, вызывает лизис бактерий. Активен в отношении аэробных грамположительных и грамотрицательных бактерий.
- Для рода *Burkholderia* продемонстрирована переменная чувствительность к ципрофлоксацину и пролонгированному тетрациклину (доксикалину). Противомикробное средство ципрофлоксацин широкого спектра действия, подавляет бактериальную ДНК-гиразу, необходимую для считывания генетической информации, что нарушает синтез ДНК, рост и деление бактерий.
- Для *Bacteroidales* – метронидазол. Противопаразитарный и противомикробный препарат, производное 5-нитроимидазола. Механизм действия заключается в биохимическом восстановлении 5-нитрогруппы внутриклеточными транспортными протеинами анаэробных микроорганизмов и простейших. Восстановленная 5-нитрогруппа взаимодействует с ДНК клетки микроорганизмов, ингибируя синтез их нуклеиновых кислот, что ведет к гибели бактерий.

В основном микробиом ротовой полости мышей, находящихся в постоянных условиях, не содержит бактерий, способных повлиять на проводимые с мышами эксперименты, однако при смене условий,

возможны изменения в составе микробиома, в сторону увеличения количества устойчивых к антибиотикам, патогенных бактерий. Но при воздействии правильно подобранных антибиотиков можно избежать искажения результатов.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КАЛИНЫ, ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ**

Смирнова А.В.

9 класс, ГБОУ лицей № 150

Руководитель проекта: учитель химии Армер И.Я.

ГБОУ лицей № 150

Санкт-Петербург

Точно не установлено, где и когда появилась калина. Первым упоминанием о существовании ягоды стали строки из рукописей Вергилия (70–19 гг. до н. э.). По одной из версий название калины произошло от слова «vimen», что означает «плетение». Это название ягода получила из-за наличия лозы, которую использовали для плетения венков, корзинок и прочего. По другой же версии калина получила свое название благодаря ярко-красному цвету (от слова «калить», что означает красный цвет).

Калина находит широкое применение в медицине. В лечебных целях используют кору, цветы, листья и ягоды. Плоды растения обладают общетонизирующим, потогонным эффектом, являются источником витаминов К и С, оказывают спазмолитическое, гипотензивное, гипохолестеринемическое и диуретическое действие. Кору калины используют в качестве кровоостанавливающего, антисептического, противовоспалительного, спазмолитического средства. Настойки, приготовленные из калины, служат мочегонным, обезболивающим, снижающим возбудимость нервной системы, активизирующим жировой обмен средством. Отвар из цветов и листьев калины применяют также как противовоспалительное, кровоостанавливающее и потогонное средство. Служит хорошим полосканием при ангине и катаре верхних дыхательных путей. Семена обладают тонизирующим действием, используют как заменитель кофе.

Узнать, что же за компоненты, содержащиеся в ягоде, придают ей столь большое количество свойств, и стало целью моего проекта.

**Цель проекта:** определить полезность калины для живого организма, рассмотреть химический состав её компонентов.

**Задачи проекта:**

• Подобрать и проанализировать информационный материал для написания рефератной части;

- Познакомиться с лечебными свойствами калины обыкновенной;
- Познакомиться с химическим составом калины обыкновенной;
- Ознакомиться и овладеть методами физико-химического анализа;
- Проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

Согласно литературным источникам в состав калины входят:

- Гликозиды;
- Дубильные вещества;
- Органические кислоты;
- Флавоноиды;
- Витамины;
- Пектин;
- Антоцианы;
- Каротиноиды;
- Аминокислоты.

Для определения этих биологически активных соединений нами были использованы следующие методы анализа:

1. Приготовленные водные экстракты использовались для определения рН среды с помощью индикаторной бумаги и тест - комплекта фирмы «Крисмас».

2. Наличие антоцианов определялось с помощью качественных реакций с добавлением экстракта соляной кислоты и гидроксида натрия.

3. Присутствие дубильных веществ было определено с помощью хлорида железа III. Изменение цвета раствора подтвердило присутствие в экстракте дубильных веществ.

4. Определение каротиноидов и органических веществ осуществлялось при помощи спиртовых экстрактов методом тонкослойной хроматографии.

5. Присутствие флавоноидов определялось по методике Синода.

Полученные данные представлены в работе в виде фотографий и хроматограмм.

**Выводы по работе:**

• Подобран информационный материал для написания рефератной части;

- Освоены методы химического и физико – химического анализа;
- Определён химический состав, подтверждающий литературные данные;

- На основе химического состава объяснены лечебные свойства растения.

## ФИТОГОРМОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЭТИЛЕНА

Сорокина А.А.

10 класс, МАОУ СШ № 8

Руководитель проекта: учитель химии Пряхина Т.Б.

МАОУ СШ № 8

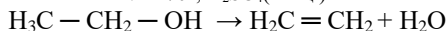
г.о.г.Бор Нижегородской области

Газ этилен  $C_2H_4$  относят к гормонам растений, так как он синтезируется в растениях и в крайне низких концентрациях регулирует их рост.

*Целью работы* стало исследование фитогормональных свойств этилена. Гормональная система регуляции является одной из важнейших систем у растений и включает в себя фитогормоны. Фитогормоны – природные регуляторы роста и развития растений. Этилен относят к фитогормонам.

В работе были исследованы фитогормональные свойства этилена, который был получен с помощью реакции дегидратации этанола:

$t^{\circ}=170^{\circ}$ ,  $H_2SO_4$ (конц.)

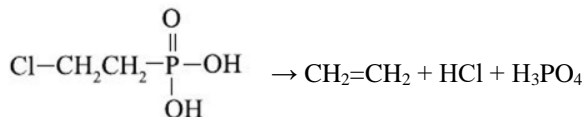


В колбы с воздухом и полученным этиленом помещались образцы банана, груши, листа папоротника. Спустя 3 часа образцы сравнивались.

Анализируя результаты эксперимента, автор работы заметила, что в случае с бананом и грушей этилен способствует быстрому созреванию плодов, т.е. выступает стимулятором, так как плоды приобретают более жёлтую окраску по сравнению с экземпляром, находившимся в колбе без этилена. А в случае с листом папоротника происходит пожелтение листа и его засыхание. Этилен в растениях способствует нарушению тропизмов; вызывает в растениях переориентацию цитоскелета из микротрубочек, это ведёт к укороченному росту растения и утолщённому стеблю; является главным гормоном старения, это основной гормон, отвечающий за сбрасывание листьев; ингибирует (замедляет) рост корней в длину, но важен для образования боковых корней и образования корневых волосков; способствует закладке механических тканей в стеблях растений; вызывает увядание элементов цветка; действует на плоды разных растений по-разному; влияет на заживление ран растения; участвует в некоторых формах иммунного ответа при защите растения.



В сельском хозяйстве этилен заменяют, так как это газообразное вещество, применяют не этилен, а этилен-продуценты, которые разлагаясь образуют этилен. Наиболее распространён среди них этефон – 2-хлорэтилфосоновая кислота:



Этилен как фитогормон может выступать, и как ингибитор, и как стимулятор. Он способствует быстрому созреванию плодов, но в тоже время он может работать в обратную сторону и блокировать поступление хлоропластов.

[1] Артеменко А.И. Органическая химия / А.И. Артеменко - М.: Высшая школа, 2007. – 559 с.

[2] Березин Б.Д. Курс современной органической химии / Б.Д. Березин, Д.Б. Березин. – М.: Высшая школа, 2001. – 768 с.

[3] Иванов В.Г. Практикум по органической химии: учебное пособие для студентов высших педагогических заведений / В.Г. Иванов, О.Н. Гева, Ю.Г. Гаворова. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. - 288 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АСТАКСАНТИНА ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ САХАРНОГО ДИАБЕТА

Шекеев М.С.

10-а класс, ГБОУ СОШ № 516 Невского района

Руководители проекта: учитель химии и биологии Нечаева Г.А.,

ГБОУ СОШ №516; Семенов А.Л. к.б.н., с.н.с.

ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова»

Санкт-Петербург

Сахарный диабет (СД) – одно из самых распространенных заболеваний человека. Сегодня диабетом болеет более 285 млн. человек, а к 2030 году, по прогнозу Международной федерации диабета (IDF), их число может увеличиться до 438 млн. Самая распространенная форма СД – сахарный диабет 2 типа (СД2), на нее приходится более 90% всех зарегистрированных случаев. Это целая группа заболеваний, связанная с нарушением обмена веществ. На базе ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» в экспериментальной модели у крыс было показано

ингибирующее действие астаксантина на развитие СД2. Астаксантин является мощным антиоксидантом и оказывает влияние практически на все биохимические процессы, происходящие в органах и тканях человека. [1] Цель нашей работы – исследовать влияние астаксантина на развитие СД2 у мышей и экспериментально обосновать его применение для создания функциональных продуктов питания.

В настоящей работе были изучены некоторые показатели 25 мышей-самок линии BALB/c в диет-индуцированной модели. Всего было сформировано 3 группы животных: 1) Интактный контроль (ИК) (n=12) – животные получали полнораціонный комбикорм в виде гранул и воду; 2) Индуцирование сахарного диабета 2 типа (СД2) (n=6) – животные кроме комбикорма получали сало и 5%-ный водный раствор фруктозы; 3) Индуцирование сахарного диабета 2 типа и введение астаксантина (СД2+АСТ) (n=7) – животные питались по модели высокожировой и высокофруктозной диеты с добавлением астаксантина.

В эксперименте показано, что начиная с третьей недели, масса животных в группах СД2 и СД2+АСТ снижалась. К концу эксперимента масса в группе СД2 снизилась на 19,1%. А масса животных группы СД2+АСТ до конца опыта статистически не отличалась от ИК. Животные в группах СД2 и СД2+АСТ увеличили потребление жидкости, однако статистически значимых различий нет. Суммарное потребление твердой пищи (корма и сала) в группах СД2 и СД2+АСТ постоянно снижается и статистически значимо отличается от ИК. Это снижение происходит за счет уменьшения потребления полнораціонного комбикорма, а потребление вкусного сала долго остается примерно на одинаковом уровне.

Клинический анализ крови показал, что в группе СД2 в сравнении с ИК и СД2+АСТ количество форменных элементов крови повысилось, однако различия статистически недостоверны. Отмечалось статистически значимое увеличение гематокрита, а также связанного параметра – концентрации эритроцитов – в группе СД2 по сравнению с ИК и СД2+АСТ. Увеличение количества эритроцитов и гематокрита может возникать из-за недостатка кислорода в тканях и может привести к обезвоживанию и другим неприятным последствиям.

Биохимический анализ крови показал, что воздействие высокожировой и высокоуглеводной диеты приводило к нарушению обмена белков в группе СД2. Небольшое повышение этого показателя наблюдается и в группе СД2+АСТ, однако достоверных отличий от контроля нет. Уровни амилазы (маркера воспаления поджелудочной железы), ЛДГ (общего маркера тканевого повреждения), глюкозы как показателя обмена углеводов и холестерина, характеризующего липидный обмен, были значимо повышены в группе СД2 по сравнению с группой ИК и

с группой СД2+АСТ. Активность ферментов, свидетельствующих о повреждении печени (АСТ и АЛТ), также была значимо повышена в группе СД2 по сравнению с группами ИК и СД2+АСТ.

У всех мышей, получивших высокожировую и высокофруктозную диету, наблюдался выраженный стеатоз печени, при котором в гепатоцитах накапливаются жиры и образуются липидные вакуоли. Такие клетки неспособны выполнять свои функции. На данной модели индекс стеатоза составил  $2,1 \pm 0,1$  в группе СД2 и  $1,2 \pm 0,1$  в интактном контроле. Различия статистически достоверны. В группе СД2+АСТ индекс стеатоза составил  $1,5 \pm 0,1$ , что статистически значимо отличается от СД2.

Полученные результаты показывают, что высокожировая и высокоуглеводная диета пагубно влияет на здоровье животных, вызывая поражение печени и развитие СД 2. Впервые на экспериментальной модели сахарного диабета 2 типа показано, что профилактическое применение астаксантина уменьшает тяжесть морфофункциональных проявлений СД2 у мышей. Положительный результат в данной модели позволил обосновать использование астаксантина для создания новых функциональных продуктов питания, потенциально обладающих антидиабетическим действием. Для этого можно рекомендовать растительное масло, обогащенное астаксантином, которое можно использовать в тех же рецептах, что и обычное растительное масло.

[1] Капелли Б., Цисевски Д.Р. Природный Астаксантин: король каротиноидов. /Пер. с англ. М. Ворсановой — М.: НПО «Источник долголетия», 2008. — 160 с.

**СЕКЦИЯ**  
**ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ. ПРОЦЕССЫ И ЯВЛЕНИЯ**

**СОЗДАНИЕ И ОТРАБОТКА СИНТЕЗА ЧАСТИЦ МАГНЕТИТ-  
АКТИВИРОВАННЫЙ УГОЛЬ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ  
ОТ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ**

Агафонова Д.А.

10 класс, ГБОУ СОШ №230, ХимЦентр при ПФМЛ №239

Руководитель проекта: Кутузов Я. А., преподаватель ХимЦентра при ПФМЛ №239  
Санкт-Петербург

Очень часто в воде присутствуют различные загрязнители, от которых необходимо очищать воду. В связи с этим возникает потребность в создании адсорбентов, которые могли бы поглотить нежелательные вещества из раствора.

Цель работы – создание регенерируемых адсорбирующих материалов на основе частиц магнетита и активированного угля [1], дальнейшая модификация материалов для улучшения сорбирующих свойств и выявление оптимального состава адсорбентов.

В ходе работы были созданы несколько видов адсорбентов, содержащих в своем составе магнетит, нанесенный на поверхность активированного угля без каких-либо модификаций и после обработки раствором  $\text{KMnO}_4$  в течение различного времени (15 мин, 30 мин, 45 мин, 1 час). В качестве модельного загрязнителя был использован метиленовый голубой, концентрацию вещества определяли при помощи спектрофотометрии.

Выявлено, что адсорбционные материалы, содержащие активированный уголь без обработки  $\text{KMnO}_4$  проявляют лучшие сорбционные свойства, чем после окисления, далее величина адсорбции зависит от времени окисления  $\text{KMnO}_4$ .

[1] Furlan P. Y., Melcer M. E. Removal of Aromatic Pollutant Surrogate from Water by Recyclable Magnetite-Activated Carbon Nanocomposite: An Experiment for General Chemistry // Journal of Chemical Education. 2014. № 11 (91). С. 1966–1970.

## ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ НАРАЩИВАНИЕ НА ПОВЕРХНОСТЬ ТИТАНОВОГО ДЕНТАЛЬНОГО ИМПЛАНТА

Александрович А.К.

11 класс, МАОУ СШ № 8

Руководитель проекта: учитель химии Пряхина Т.Б.

МАОУ СШ № 8

г.о.г.Бор Нижегородской области

Автор работы исследовал причины возникновения отторжения зубного импланта, а также пути их устранения. После проведённого анализа литературы был выявлен способ, благодаря которому можно снизить риск неприживаемости установленного объекта, при этом затратив минимальное по стоимости количество ресурсов. Также проведён классический опыт наращивания меди на поверхность металла гальваническим методом.

*Целью работы* стало изучение процессов гальванического наращивания металлов и особенностей протекания процессов электрохимического осаждения на поверхность дентального импланта.

Проблема приживаемости и наличия обеззараживающих свойств зубных имплантов является одной из многих задач, стоящих перед врачами стоматологами. Иногда установленные импланты не приживаются в месте установки, создавая этим ряд проблем. По этой причине использование гальванопластики является актуальным. В работе найден способ, благодаря которому можно снизить риск отторжения дентальных имплантов организмом человека. Для обновления практических знаний в области гальваники был проведён классический опыт наращивания меди на поверхность пластинки из латуни. Проведён сравнительный анализ свойств металлов, для дальнейшего наращивания на поверхность сплавов титана. Получены теоретические знания наращивания серебра на поверхность сплавов титана.

Путём применения гальванопластики, можно снизить риск отторжения дентальных имплантов, не повышая стоимость самого изделия. В дальнейшем планируется затронуть тему диэлектриков, благодаря которым можно удешевить процесс создания не только дентальных, но и других видов внутрикостных имплантов.

[1] Ямпольский А.М. «Гальванические покрытия». – Л.: Машиностроение, 1978 г. – 168 с.

[2] Буркат Г.К. «Серебрение, золочение, палладирование». – Л.: Машиностроение, 1984 г. – 86 с.

[3] Гамбург Ю.Д. «Теория и практика электроосаждения металлов» / Ю.Д. Гамбург, Дж. Зангари; пер. с англ. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 438 с.

## **РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ПРОПИТКИ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ С НАНОЧАСТИЦАМИ**

Асланов П.В.

8 класс, МБОУ КСОШ №1

Руководитель проекта: учитель химии Красильникова У.Д.,  
ДТ Кванториум г. Кингисепп; Лищенко С.А., АНО ДО Кванториум г.  
Невинномыск  
Невинномыск, Кингисепп

Древесина известна человеку с давних времен и активно им используется для различных целей. Даже несмотря на большое разнообразие строительных и отделочных материалов, она всё ещё удерживает прочные позиции благодаря многим своим положительным качествам, таким как прочность, низкая теплопроводность, экологичность и эстетическая привлекательность. Анализ состава существующих пропиток по дереву показал, что на данный момент на рынке не имеется продукта, удовлетворяющего таким критериям, как экологичность, экономичность и эффективность. В результате нашего исследования создано новое средство для защиты древесины – пропитка, в которую добавлены наночастицы оксида цинка для улучшения её фунгицидных свойств. [1] Синтез наночастиц оксида цинка проходил в щелочной среде. [2] Так же необходимо было удостовериться в размере и форме наночастиц поэтому был проведен метод растровой электронной микроскопией. В основе РЭМ лежит сканирование поверхности образца электронным зондом (пучком электронов) и распознавание возникающего при этом широкого спектра излучений. После синтеза необходимо было убедиться в фунгицидных свойствах материала. Для этого в чашу Петри на питательную среду Чапека-Докса заселили грибок со старых палок из парка. Спустя некоторое время к разросшемуся грибку были внесены наночастицы оксида цинка. По прошествии семи дней стало видно, что наночастицы оксида цинка хорошо проявили свои фунгицидные свойства, но в процессе эксперимента также проводилось изучение наночастиц других металлов, например, меди, они тоже эффективно справились со своей задачей, но в последствии были выбраны именно наночастицы оксида цинка ввиду их меньшей стоимости и после добавлены в пропитку. Обработанные пропиткой с наночастицами

образцы древесины были подвергнуты влиянию внешней среды в течение около года. Пропитка показала отличный результат, сохранив первоначальный эстетичный вид и свойства древесины исходя из этого можно сделать следующие выводы:

1. Проведён анализ существующих средств для защиты древесины от неблагоприятных воздействий окружающей среды, и выявлены их недостатки.

2. Синтезированы наночастицы оксида цинка в щелочной среде, проведён их количественный анализ.

3. Проверены фунгицидные свойства полученных наночастиц оксида цинка на заселенном на питательную среду Чапека-Докса грибок.

4. Создана пропитка для древесины, содержащая наночастицы оксида цинка.

5. После пребывания обработанных пропиткой образцов древесины во внешней среде в течение года поражение их грибок не было зафиксировано.

В дальнейшем имеет смысл определить срок службы пропитки, проверить эффективность пропитки в различных климатических и погодных условиях, рассмотреть возможность замены компонентов для повышения пожаробезопасности, изучить распределение наночастиц по пропитке и древесине, а также рассмотреть возможность вывода продукта на рынок.

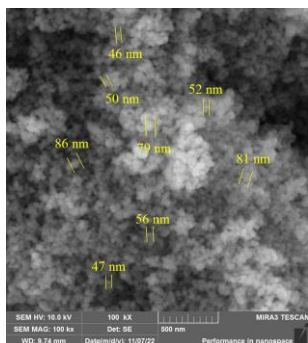


Рис. 1

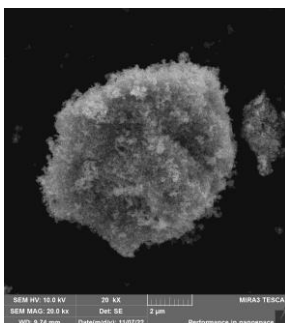


Рис.2



Рис. 3

Рис. 1,2. Снимки РЭМ наночастиц ZnO

Рис. 3 Обработанная пропиткой древесина (тополь) спустя около года нахождения во внешней среде

[1] Зависимость антимикробного действия наночастиц оксида цинка от их формы Непомнящая К.В., Хлопецкая О.Г., Мазитова Г.Т., Киенская К.И., Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва.

[2] Цзан С. Разработка методов получения наночастиц оксида цинка различных размеров и форм для эпоксидных композиционных материалов: дис. канд. хим. наук: 05.16.08 - Российский химико-технологический университет имени Д.И.Менделеева, Москва, 2015.

## **СОЗДАНИЕ ПЛАТФОРМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИБКОЙ БИОСЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И АНАЛИЗА РАЗНЫХ ТИПОВ ИОНОВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ**

Виноградов Н.К.

10 класс, Академическая гимназия имени СПбГУ

Руководитель проекта: магистрант 2 года университета ИТМО Зырянова П.И.  
Санкт-Петербург

По мере роста стоимости здравоохранения и старения населения в мире, возникает необходимость в персонализированных носимых устройствах для постоянного мониторинга за состоянием здоровья пациентов, пока пациенты находятся вне больницы. В этом случае носимые биосенсоры являются перспективными устройствами, которые могут предоставлять достаточную информацию для мониторинга здоровья и даже предварительный медицинский диагностики. В частности, спортсмены смогут отслеживать свои физико-химические показатели в процессе занятия спортом и принимать необходимые меры по восстановлению баланса организма, коррелировать питание и физические нагрузки, что приведет к оптимизации спортивных результатов и улучшения общего физиологического состояния. Недостаток калия и натрия приводит к нарушению работы сердца и кровеносной системы. Так как данные ионы являются идеальными проводниками электрических импульсов, которые заставляют сердце биться, а другие мышцы реагировать на всю информацию, передаваемую мозгом. Кроме того, натрий и калий отвечают за регуляцию водно-солевого баланса в организме, поэтому в спорте очень важно следить за содержанием этих микроэлементов. Концентрация ионов кальция так же важна в повседневной жизни человека. Недостаток или избыток кальция приводит к серьезным проблемам с костями, а также сигнализирует о проблемах с почками, желудочно-кишечном тракте и даже



гормонами. Именно поэтому наличие данной платформы является одной из самых актуальных тем в науке.

В качестве основы электродов выбрано углеволокно, которое обладает такими характеристиками, как компактность, доступность и простота в использовании. Кроме того, углерод является хорошим гибким проводником, что позволяет качественно отслеживать изменения концентрации в реальном времени. [1-3] На начальном этапе было подготовлено углеволокно, размер одного фрагмента составил 80 мм. Рабочая сторона электрода была покрыта серебряным проводящим клеем и оставлена для высыхания на воздухе в течение 30 минут. После этого рабочая часть электрода была опущена в 1 М HCl и промыта дистиллированной водой. Таким образом, получен электрод, покрытый AgCl. Рабочая поверхность электрода в следующем была модифицирована методом послойного наслаивания (layer-by-layer, LBL). Метод послойного наслаивания прост в исполнении и не требует специального дорогостоящего оборудования, поэтому представляется наиболее доступным. Рабочую поверхность электрода последовательно погружали в растворы полиэлектролитов: PEI и PSS [4,5], далее в ионообменную мембрану. В каждом эксперименте ионы калия, натрия и кальция погружали в стандартные растворы соли (NaCl, KCl и CaCl<sub>2</sub> соответственно), при этом концентрацию раствора изменяли поэтапно, а потенциалы разомкнутой цепи непрерывно контролировались с помощью потенциостата. Электродвижущая сила измерялась между ИСЭ и электродом сравнения.

В процессе создания ИСЭ было проверено качество осаждения полиэлектролитной сборки PEI-PSS методом LBL с помощью кварцевого микровзвешивания (QCM). Осаждение полиэлектролитов на углеволокно и на золотой электрод осуществляется аналогично. Таким образом, данная проверка была необходима с целью выявления оптимального состава мембраны. Таким образом, показано, что полученная полиэлектролитная сборка стабильная, помимо этого обладает гидратационной активностью. Данный факт свидетельствует о том, что сборка может служить внутренним электродным раствором в разрабатываемом датчике.

В результате проведенных экспериментов по определению концентрации ионов в стандартных растворах установлено, что измерения ИСЭ точны и близки к значениям Нернста. Калибровочные графики для ионов натрия, калия и кальция показывают отклик Нернста в диапазоне от 10<sup>-4</sup> до 1М, указывающий на то, что мембрана работает должным образом.

Биосенсоры, полученные в процессе работы, помогут в создании портативной платформы, которая сможет определять концентрацию ионов K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> в образце, и результаты такой проверки могут легко

отображаться на устройстве в режиме реального времени. Модифицированные электроды в настоящее время используются в различных областях: в экологии при измерении загрязнения окружающей среды (воздуха, воды), определении влажности, а также в медицине. Создание такой платформы еще больше приблизит нас к персонализированной медицине. А ее использование не требует специальных знаний, квалифицированного персонала и лабораторных условий, так что эту платформу можно применять в повседневной жизни.

[1] A. A. Stekolshchikova *ACS omega*, 2019, **4**, 15421–15427.

[2] K.G. Nikolaev *ACS omega*, 2020, **5**, 18987–18994.

[3] S. F. Sena *Methods in Enzymology*, 1988, 320-334.

[4] Y. Yang, W. Gao. *Chem. Soc. Rev.* 2019, 1465-1491.

[5] M.C. Brothers. *Acc. Chem. Res.* 2019, **2**, 297–306.

## **ВЫДЕЛЕНИЕ НЕОДИМА И ПРАЗЕОДИМА ИЗ ОТРАБОТАННЫХ НЕОДИМОВЫХ МАГНИТОВ**

Ежков А.В.<sup>1</sup>, Семенов Е.Е.<sup>2</sup>, Жарков Ю.И.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>9 класс МАОУ лицей №90

<sup>2</sup>10 класс МАОУ "СОШ №14"

<sup>3</sup>10 класс КГБОУ "Бийский лицей-интернат Алтайского края"

Руководитель проекта: доцент кафедры физической химии Курапова О.Ю.,  
магистрант Пажельцев В.В.

Институт химии СПбГУ, г. Санкт-Петербург

<sup>1</sup> г Краснодар Краснодарский край, <sup>2</sup> г. Кемерово, Кемеровская обл.-Кузбасс

<sup>3</sup> Бийск, Алтайский край

Образовательный центр «Сириус», г. Сочи

Несмотря на то, что мировая экономика взяла курс на устойчивое развитие и разумное потребление, каждый год порядка 300-600 тонн редкоземельных элементов (РЗЭ) попадает на свалку в составе отработанных магнитов. В состав неодимовых магнитов в первую очередь входят редкоземельные элементы, такие как, неодим (Nd), празеодим (Pr) и диспрозий (Dy). Традиционными методами получения высокочистых РЗЭ из вторичного сырья являются методы жидкостной экстракции, однако их производительность довольно мала. В таких методах используется большое количество воды, органических растворителей и сильных минеральных кислот, а побочными продуктами являются токсичные отходы. Ионообменная хроматография является современным эффективным и

экологически чистым методом разделения и очистки различных веществ, близких по своим физическим и химическим свойствам. Переработка РЗЭ из отработанных магнитов с использованием метода ионной хроматографии позволит снизить экологические риски, связанные с добычей полезных ископаемых и получать РЗЭ для дальнейшего использования в других отраслях. Таким образом, целью проекта явилась разработка методики выделения ионов  $\text{Pr}^{3+}$  и  $\text{Nd}^{3+}$  из отработанных неодимовых магнитов методом ионообменной хроматографии.

Для выбора подходящей неподвижной фазы были исследованы следующие сульфокатиониты – Dowex 50×8 и КУ-2×8чс. Для получения данных о ёмкости и константе равновесия катионитов катиониты привели в контакт с 1Н растворами хлоридов неодима, празеодима, а также сульфата меди. На основе данных комплексонометрического титрования были получены данные о поглощении катионов металлов катионитами в статическом и динамическом режимах. На основе данных о константах устойчивости комплексов редкоземельных элементов с различными лигандами выбран элюент – цитратный буферный раствор. Далее, для определения оптимальных условий разделения ионов неодима и празеодима для варьирования были выбраны следующие параметры: рН 4.2-6.4, концентрация лимонной кислоты в буферном растворе 0.025-0.1Н, скорость пропускания буфера 60-150 мл/мин. Для количественного определения ионов РЗЭ в элюате был использован метод спектрофотометрии. Для получения калибровочных растворов предварительно рассчитанные навески оксидов неодима и празеодима растворяли в 6Н соляной кислоте при нагревании. Полученные кристаллогидраты растворяли в воде для получения 0.1Н растворов солей и титровали 0.0500Н ЭДТА для уточнения концентрации растворов. Градуировочные растворы готовили методом последовательного разбавления. Далее, образцы магнитов растворяли в 6Н  $\text{HCl}$  при нагревании, раствор упаривали для получения смеси хлоридов. Качественный состав магнитов определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (МС-ИСП). Далее, мешающее действие  $\text{Fe}^{2+}$  убирали с использованием раствора 5%  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Для определения интервалов рН осаждения гидроксидов неодима и празеодима использовали потенциометрическое титрование (титрант 0.1Н раствор аммиака). Далее, избыток ионов железа осаждали 0.1Н раствором аммиака до достижения рН 5 и осадок отфильтровывали. Ионы РЗЭ осаждали избытком 0.1Н оксалата аммония, фильтровали и перемещали в муфельную печь, где нагревали при 700°С в течение часа для получения оксидов. Затем их переводили в растворимую форму с использованием 6Н  $\text{HCl}$ . Кислотную вытяжку подвергали разделению на хроматографической колонке при

оптимизированных параметров.

На основе экспериментальных данных катионит Dowex 50\*8 оказался самым удобным и эффективным для использования в хроматографии. У него средняя ёмкость 1,946 ммоль/экв-г, а также наибольшая константа обмена 9.172, что также ускоряет процесс. Путём экспериментов были определены оптимальные условия разделения: цитратный буфер с  $C(\text{Cit}^{3-})=0.05\text{N}$  и pH 5. Из данных МС-ИСП было определено, что основными компонентами магнита являются Fe, Nd, Pr, В, причем массовая доля железа наибольшая. С использованием раствора перекиси водорода, а также осаждения при pH 5 по данным потенциометрии ведено к минимуму мешающее влияние  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Fe}^{2+}$ . Методом ионной хроматографии из отработанных магнитов были выделены ионы празеодима и неодима с выходом ~55 вес.%. Достигнута значительная степень разделения ионов  $\text{Nd}^{3+}$  и  $\text{Pr}^{3+}$  как в модельной смеси, так и в реальных объектах – магнитах.

*Исследования МС-ИСП были проведены с использованием оборудования РЦ «Методы анализа состава вещества» СПбГУ. Проект выполнен на базе ОЦ «Сириус» (г. Сочи).*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КОНТАКТНЫХ ЛИНЗ, ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МОДИФИКАЦИИ ПЕРОКСИДНОГО РАСТВОРА**

Зайцева С.В.

11 класс, МОУ «Ново-Девяткинская СОШ № 1»

Руководитель проекта: студентка СПбГТИ (ТУ) Рыкалова Т.А.,

д. Новое Девяткино, Ленинградская область

В наше время сотни тысяч людей по всей стране страдают различными заболеваниями органов зрения, в ходе которых офтальмологи рекомендуют им использование контактных линз для улучшения качества зрения. В ходе некоторых инфекций глаза и его придатков использование контактных линз практически невозможно. В связи с этим мы задумались о модификации состава раствора, а также его синергетического эффекта с материалами, из которых разрабатывают контактные линзы.

Актуальность: Существует не так много комбинаций растворов для контактных линз и самих линз, способных оказывать антибиотическое воздействие.

Цель: в ходе первого этапа работы необходимо изучить материалы, из которых изготавливаются контактные линзы, а также различные растворы для их дезинфекции.

Задачи:

1. Изучить составы нескольких растворов для дезинфекции линз, отличающихся по функциональному действию, и сравнить их.
2. Изучить материалы, из которых изготавливаются контактные линзы.
3. Изучить сорбционные способности линз.

Объект: контактные линзы для зрения и раствор для их дезинфекции

Предмет: антибиотическая способность раствора для линз

Методы исследования в ходе первого этапа работы:

1. Теоретический анализ
2. Анализ физических и химических свойств
3. Наблюдение
4. Эксперимент
5. Спектрометрия
6. Определение значения Ph различных растворов для линз
7. Измерение массы контактных линз в сухом и набухшем состояниях
8. Оценка сорбции ципрофлоксацина линзами (спектрофотометрия)

В ходе спектрометрического анализа я выяснила, что в зависимости от ценовой категории линзы имеют различный состав. Основной состав линз будет изменять показатели сорбции и десорбции жидкости.

Водородный показатель пероксидного раствора фирмы CooperVision до нейтрализации 6,365 Ph, а водородный показатель универсального раствора для ухода за мягкими контактными линзами ReNu равен 7,292 Ph. Исходя из теоретических знаний, зоной комфорта глазной поверхности условно считают диапазон pH 6,6—7,8. Следовательно, при попадании универсального раствора для ухода за линзами в зрительный аппарат человека роговица глаза не пострадает, но при попадании на него пероксидного раствора произойдет химический ожог (так как раствор имеет слабо кислую среду).

Средняя масса контактной линзы в сухом состоянии 0,02 г, а в набухшем 0,04 г. Такая масса позволяет линзе не отягощать роговицу глаза.

В перспективе планируется исследовать различные виды антибиотических средств, сравнить их и выбрать самый эффективный и безопасный вариант. Подобрать оптимальный состав материалов для линз, раствора для их дезинфекции и антибиотика, которые смогут оказывать необходимый синергетический эффект.

Работа находится на стадии проведения пилотных исследований.

В ходе данного этапа с различных сторон и характеристик были изучены мягкие контактные линзы, пероксидный и многофункциональный раствор для ухода за ними.

Основные литературные источники:

[1] Изучение обменных свойств мягких контактных линз по отношению к ципрофлоксацину. Федеральное агенство по образованию ГОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», Химический факультет, Кафедра аналитической химии- Кемерово 2007

[2] Контактные линзы: классификация, материалы, бренды. Бондаренко П.И., Цветкова Е.А., Пинчук Л.С., Замараева А.В. Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси, Гомель- 2011

## **СРАВНЕНИЕ АДСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ЛИГНИНА И КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ЕГО ОСНОВЕ.**

Зяблов И.А

9 класс, Академическая гимназия СПбГУ

Руководитель проекта: к.х.н. доцент Богачев Н.А., СПбГУ  
Санкт-Петербург

Экологически чистой альтернативой синтетическим пластикам и другим материалам на основе ископаемых являются материалы получаемые из биологических источников. Лигнин – ароматический растительный полимер, который является одним из наиболее распространенных возобновляемых сырьевых источников для высокотехнологичных материалов. В последнее время в научном сообществе возрос интерес к исследованиям лигнина с целью применения его в разных практических областях. В работе описаны некоторые основные способы обработки и химического синтеза, доступные для изготовления наноматериалов на основе лигнина и их использовании в качестве датчиков, биомедицинских систем и материалов с изменяемой структурой.

Также в работе рассмотрены основы строения природного и гидролизного лигнина, его способность к адсорбции ионов тяжёлых металлов, основные соединения и токсичные свойства тяжёлых металлов, некоторые механизмы химических преобразований лигнина, а также перспективы его применения.

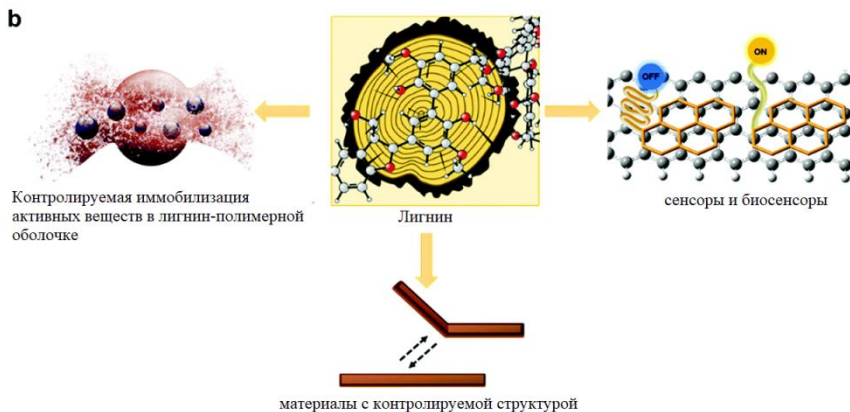


Рис. 1. «Умные» материалы на основе лигнина.

В экспериментальной части работы была апробирована методика получения лигнина с помощью глубоких эвтектических растворителей (DES), исследована адсорбционная активность на модельных растворах ионов тяжелых металлов. Сделаны выводы о перспективах применения лигнина в качестве сырья для новых композитов.

[1] /Интеллектуальные материалы на основе лигнина/, А. Морено, М.Сиппонен., журнал Green Chemistry, 2020г.

[2] Сомин В.А., Фогель А.А., Комарова Л.Ф. //Экология и промышленность России. 2014. № 2.

[3] Дейнеко И. П. // Химия растительного сырья.2012. №1 С.5 –20.

## РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ФЕРМЕНТИРОВАННОГО НАПИТКА НА РИСОВОЙ ОСНОВЕ

Казанцева У.И., 11 класс, ГБОУ СОШ №230

Кондратьева С.А., 10 класс, ГБОУ гимназия №85

Уткин Р.А., 11 класс, ГБОУ СОШ №339

Научный руководитель: педагог дополнительного образования, Ширяев В.А., Санкт-Петербург.

**Введение.** Современный рынок предоставляет потребителю большой ассортимент как видов молока, так и кисломолочной продукции.

Это связано с большим количеством покупателей с непереносимостью лактозы, молочного казеина и физиологической предпочтительностью к растительным белкам. Основным источником для альтернативных молочным продуктам являются бобовые, но их главным минусом является содержание в нём белка, способного вызывать пищевую аллергию. Рис же, в свою очередь, является гипоаллергенным продуктом. Создание ферментированного продукта на рисовой является актуальной из-за указанной проблемы.

**Основная часть.** Существует большое количество заменителей коровьего молока. У каждого есть свои достоинства и недостатки. Молоко из орехов и семян хорошо тем, что оно обладает большой антиоксидантной активностью, содержит в своём составе жирные кислоты, которые уменьшают риск сердечно-сосудистых заболеваний, рака и атеросклероза. Хотя орехи и злаки богаты белком, пищевыми волокнами, жирными кислотами, витаминам, заменители молока на их основе содержат меньшее количество данных веществ, так как множество полезных биологически активных соединений, теряются при переработке. Тем не менее, в растительных аналогах молока наблюдается низкое содержание белка, проявляется низкая биодоступность минералов и витаминов. Повысить содержание белка можно путем добавления сывороточного белка в готовый продукт. Также в продукт нередко добавляют сахар для улучшения органолептических свойств, что может способствовать развитию кариеса.

Существует несколько разновидностей риса, каждый из которых обладает своими особенностями. Существуют: длиннозёрный и круглозёрный, чёрный и красный, шлифованный и нешлифованный, и другие. Так, круглозёрный рис слипается при готовке, что происходит из-за большого содержания крахмала в нём, в отличии от длиннозёрного. В семенной оболочке нешлифованного риса могут содержаться полезные вещества. Так, нешлифованный красный рис содержит в своей оболочке клетчатку, витамины А, группы В и минеральные вещества [1]. Исходя из этих данных, для производства рисового напитка были выбраны несколько различных сортов риса.

После отработки технологии производства рисового напитка были подобраны закваски и произведено сквашивание продукта [2]. В нем были определены физико-химические показатели, построены кривые роста и проведен органолептический анализ [3].

**Выводы.** В рамках работы была разработана технология производства ферментированного напитка на рисовой основе, проведена органолептическая оценка, выбраны лучшие образцы. На данном этапе работы разрабатывается рецептура конечного продукта.



- [1] Vanga S. K., Raghavan V. How well do plant based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk? //Journal of food science and technology. – 2018. –Т.55.–№.1.–С.1020.DOI: 10.1007/s13197-017-2915-y.
- [2] Fawzi N. Y. et al. The ability of probiotic lactic acid bacteria to ferment Egyptian broken rice milk and produce rice-based yoghurt //Annals of Agricultural Sciences. – 2022. – Т. 67. – №. 1. – С. 107-118.
- [3] Jati I. R. A. P. et al. Effect of Processing on Bioactive Compounds, Antioxidant Activity, Physicochemical, and Sensory Properties of Orange Sweet Potato, Red Rice, and Their Application for Flake Products //Plants. – 2022. – Т. 11. – №. 3. – С. 440. DOI: 10.3390/plants11030440

## ПРЕДСКАЗАНИЕ СВОЙСТВ РАСТВОРОВ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

Чунихина В.А.<sup>а</sup>, Фещенко С.А.<sup>б</sup>, Копчикова Е.М.<sup>в</sup>, Козина Ю.С.<sup>г</sup>, Ушкалов Е.А.<sup>д</sup>,  
Кондратьева С.С.<sup>е</sup>

<sup>а</sup>10 класс, СУНЦ УрФУ г. Екатеринбург; <sup>б</sup>11 класс, МБОУ «Гатчинский лицей №3» г. Гатчина; <sup>в</sup>10 класс, МАОУ «СОШ №26 с углублённым изучением химии и биологии» г. Великий Новгород; <sup>г</sup>10 класс, РЛ НИУ ВШЭ ГБОУ «школа №2107» г. Москва; <sup>д</sup>МБОУ «СОШ №57» г. Курск, <sup>е</sup>10 класс, МБОУ СОШ №93

Барабинского района

Руководители проекта: к. х. н., доц. Ванин А.А, СПбГУ Институт химии, студент бакалавриата Кисслер Т.Ю., СПбГУ Институт химии  
Образовательный центр «Сириус», г. Сочи

Растворители играют большую роль во многих синтезах, поскольку выступают средой для протекания реакции. Растворители также используются для очистки веществ: например, для перекристаллизации или экстракции. При этом зачастую растворитель не является чистым веществом, а находится в смеси с водой, что влияет на его физические свойства. Поэтому предсказание свойств растворителей и их водных смесей является актуальной задачей.

Для предсказания свойств молекулярных систем можно использовать метод молекулярной динамики (МД) [1-2]. С помощью такого исследования есть возможность изучать и предсказывать физические свойства системы, не проводя экспериментов в лаборатории. Например, плотность, вязкость, теплоту парообразования, энтальпию смешения и другие параметры.

В рамках данной работы были проведены МД расчёты систем таких органических растворителей, как диметилформамид, диметилацетамид,

тетрагидрофуран (ТНФ), диоксан, этанол, диметилсульфоксид, и их водных смесей. По данным моделирования были рассчитаны плотности растворов (рис. 1) и энтальпии смешения с водой во всём диапазоне состава смеси. Полученные результаты сравнивались с литературными данными для реальных систем.

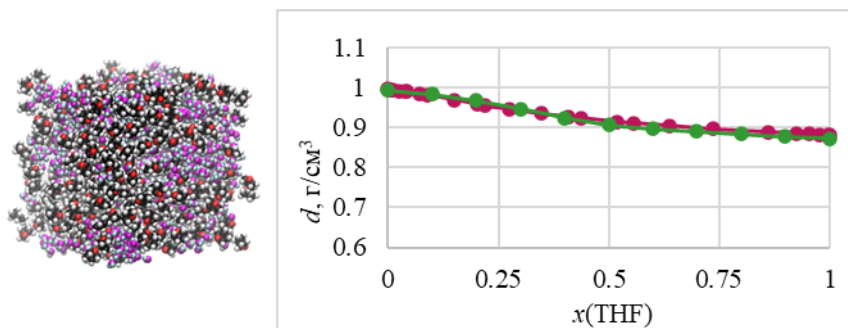


Рис. 1. Смоделированная ячейка раствора ТНФ-вода (слева) и график зависимости плотности смеси от состава (справа) для этой системы. Красным обозначены литературные данные, зелёным – данные МД расчёта.

[1] Allen M.P., Tildesley D.J. Computer Simulation of Liquids. Oxford: Clarendon Press, 1987.

[2] Бродская Е.Н., Пиотровская Е.М. Метод молекулярной динамики в физической и коллоидной химии. СПб, ВВМ, 2000.

## **МИКРОСВИММЕРЫ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИТНЫХ ОРГАНОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЯНУС-ЧАСТИЦ: СОЗДАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ.**

Левчук Е. А.

11 класс, ГБОУ Гимназия 171.

Руководители проекта: Алабушева В. С., научный сотрудник НОЦ Инфохимии,

Скорб Е.В., д. х. н., директор НОЦ Инфохимии.

НИУ ИТМО, НОЦ «Инфохимия»

Санкт-Петербург

Микросвиммеры – перспективное направление в нанотехнологиях и наноинженерии. Они набирают огромную популярность, так как обладают

широким спектром практического применения: для диагностики воспалений и новообразований (с помощью флуоресцентных красителей), для получения и таргетной доставки лекарств к воспалениям и новообразованиям, выделяющим перекись водорода, причем без травматичного хирургического вмешательства, в качестве материалов для хранения, разделения различных химических соединений (например ДНК), в качестве люминесцентных материалов и материалов с особыми оптическими свойствами (например нелинейной оптики). Стоит также отметить, что при движении частиц благодаря каталитическому слою платины уничтожается активная форма кислорода–пероксид водорода, которая является агрессивным окислителем, повреждающим белки клеточных мембран микроорганизмов, инактивируя ферменты и вмешиваясь в процессы обмена веществ (оксидативный стресс). В связи с этим представляется актуальной постановка исследований, направленных на создание, изучение движения микросвиммеров, изучение влияния примесей на размеры.

**Целью** данного проекта является изучение движения микросвиммеров, выявление влияния примесей хлорида натрия на размер микросвиммеров. Для анализа полученных соединений использовалась сканирующая электронная микроскопия, световая микроскопия, специализированные ПО Matlab, ImageJ, Fiji.

Была проведена серия экспериментов по исследованию движения микросвиммеров, которое осуществляется за счёт каталитического разложения пероксида водорода. Сначала синтезировали микросвиммеры по разработанной методике. После проводили испытания с растворами разных концентраций пероксида водорода. После приготовления частиц все исследования проводились при помощи инвертированного флуоресцентного микроскопа Leica. Видеозаписи движения микросвиммеров в растворах 25% и 30%  $H_2O_2$  были получены с помощью программы Bandicam. Для определения скорости движения частиц и среднеквадратичного перемещения использовалась программа FiJi (ImageJ с набором плагинов). Был проведён синтез супрамолекулярных частиц барбитурата меламина с добавлением разных количеств хлорида натрия с изменением недавно разработанной методики. [4]

Далее готовили и отправляли препараты на СЭМ для получения высокоточных снимков, отображающих внешнюю структуру полученных частиц.

Результаты:

- Получили микросвиммеры разных размеров (от 8 мкм до 30 мкм)
- Выявили зависимость между размером микросвиммеров и концентрацией добавленной примеси.
- Собрали достаточное количество данных для оценки скорости движения, провели трекинг микросвиммеров
- Определили характер и траекторию движения микросвиммеров
- Выявили зависимость между концентрацией пероксида водорода и скоростью микросвиммеров.

[1] Melamine–Barbiturate Supramolecular Assembly as a pH-Dependent Organic Radical Trap Material. V. V. Shilovskikh, A. A. Timralieva, P. V. Nesterov, A. S. Novikov, P. A. Sitnikov, E. A. Konstantinova, A. I. Kokorin, E. V. Skorb, Chem. Eur. J. 2020, 26, 16603

[2] Chemotactic Behavior of Catalytic Motors in Microfluidic Channels\*\*, Larysa Baraban,\* and Oliver G. Schmidt. Angewandte Chemie – 2013

[3] Influence of Impurities on the Solubility, Nucleation, Crystallization, and Compressibility of Paracetamol Leila Keshavarz, René R. E. Steendam and Patrick J. Frawley Crystal Growth & Design 2019 19 (7), 4193-4201

[4] Varvara S. Alabusheva, Vladimir V. Shilovskikh, Liubov A. Bridenko, Vladislav V. Gurzhiy, Ekaterina V. Skorb. Synthesis of catalytic microswimmers based on anisotropic platinum sorption on melamine barbiturate supramolecular structures. 2023 (Advanced Intelligent Systems).

## **СИНТЕЗ ПОЛИМЕРНЫХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

Раковская Н.С.

11 класс, Академическая гимназия СПбГУ

Руководители проекта: Карцова А.А., д.х.н., профессор Института химии СПбГУ;

Моргачева В.П., студент 4-ого курса;

Фетин П.А., к.х.н., доцент Института Химии СПбГУ

Санкт-Петербург

Метод капиллярного электрофореза (КЭ), возникший на стыке 20-го и 21-го веков, успешно зарекомендовал себя в качестве высокоэффективного и экспрессного метода для разделения заряженных и нейтральных аналитов различной природы.

Процесс разделения в рамках данного метода осуществляется в фоновом электролите внутри кварцевого капилляра под действием электрического тока. Модификация стенок капилляра позволяет изменить режим электрофоретического разделения, сократить время анализа и увеличить факторы разрешения. Всё это существенно расширяет аналитические возможности метода, обеспечивая решение многих важных медико-биологических задач.

Именно поэтому было принято решение синтезировать полимеры, обладающие полифункциональностью: способностью модифицировать стенки капилляра; образовывать мицеллы в качестве дополнительной псевдостационарной фазы; взаимодействовать с аналитами, изменяя их миграционные характеристики.

В качестве определяемых в рамках метода КЭ веществ выбраны нейтральные и заряженные биологически активные аналиты – стероидные гормоны и катехоламины. Значительное изменение их концентраций в биологических жидкостях человека может быть связано с развитием различных заболеваний. Таким образом, поиск эффективных методов контроля их содержания в биологических жидкостях крайне актуален.

Осуществлен синтез полимерных ПАВ (полимера 11-акрилоилоксиундецилтриэтиламоний бромида и полимера 11-акрилоилоксиундецилпиридиний бромида), обладающих мицеллярными свойствами, высокой солюбилизационной емкостью и способностью ускорять реакцию сольволиза.

Синтезируемый полимер 11-акрилоилоксиундецилтриэтиламоний бромида в условиях капиллярного электрофореза выполняет роль модификатора, реализуя режим мицеллярной электрокинетической хроматографии, обеспечивает селективное разделение катехоламинов и сокращение времени анализа.

[1] Hamid S, Sherrington D (1986) Polymerized micelles: fact or fancy? J Chem Soc, Chem Commun

[2] Borzenkov M, Hevus O (2014) Surface Active Monomers; Synthesis, Properties, and Application. Springer International Publishing

[3] Fetin P. A. et al. Comb-like polyelectrolytes–New surfactants with controlled solubilization capacity //Journal of Molecular Liquids. – 2022. – Т. 357. – С. 119085.

- [4] Pashirova T. N. et al. Self-Assembled Quaternary Ammonium-Containing Comb-Like Polyelectrolytes for the Hydrolysis of Organophosphorous Esters: Effect of Head Groups and Counter-Ions //ChemPlusChem. – 2020. – Т. 85. – №. 8. – С. 1939-1948.
- [5] Lezov A. A. et al. Surface active monomers: from micellar solution properties to molecular characteristics //Journal of Polymer Research. – 2020. – Т. 27. – №. 12. – С. 1-12.
- [6] Ю.Беккер., Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза. Техносфера. Москва. 2009..
- [7] М. Отто. Современные методы аналитической химии, 2 том. М., Техносфера. 2004. 281 С.
- [8] Карцова А.А Хроматографические и электрофоретические методы анализа. (главы 3 (стр. 96-99), 4, 7 (стр.8, 9 глава 8. Капиллярный электрофорез глава 9. (с. 223 – 273) в учебнике АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ. Т.2. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа: Учебник/ Под ред. Л.Н.Москвина.
- [9] Бессонова Е.А., Карцова А.А. Методы on-line концентрирования в капиллярном электрофорезе // Проблемы аналитической химии. – 2014. – С. 76-125.
- [10] Карцова А.А. Проблемы аналитической химии, Том 18, Капиллярный электрофорез. – 2014.

## ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ФОТОКАТАЛИЗАТОРЫ

Ревин И.А.

11 класс, МАОУ СШ № 8

Руководитель проекта: учитель химии Пряхина Т.Б.

МАОУ СШ № 8

г.о.г.Бор Нижегородской области, Россия

Автор работы исследовал полупроводниковые фотокатализаторы состава  $\text{CsVTeO}_3$  и  $\text{CsVTeO}_6$ . Измерения проводились на дифракционном (решёточном) монохроматоре SP-500. Фотокаталитическое действие полупроводников объясняется явлением p-n перехода. Электроны, которые переходят в зону проводимости, ускоряют или запускают химические реакции.

*Целью работы* стало исследовать причины фотокатализа. Важной научной темой является изучение и применение фотокаталитических реакций. К ним относятся практически важные процессы: фотокаталитическое разложение воды, синтез и окисление органических

соединений, в том числе биологических микробиологических объектов – бактерий, вирусов, грибов.

К порошкам оксида марганца (IV)  $MnO_2$ , оксида цинка  $ZnO$ , оксида железа (III)  $Fe_2O_3$  добавлялась перекись водорода  $H_2O_2$ . Реакция самопроизвольно шла только с  $MnO_2$ . Для начала реакции в случаях с  $ZnO$  и  $Fe_2O_3$  необходимо было проводить освещение диапроектором. Было выяснено, что оксиды  $ZnO$  и  $Fe_2O_3$  проявляют фотокаталитические свойства. Далее были исследованы полупроводниковые катализаторы состава  $CsVTeO_3$  и  $CsVTeO_6$ . Порошки полупроводниковых фотокатализаторов состава  $CsVTeO_3$  и  $CsVTeO_6$  были спрессованы в таблетки диаметром 2 см и толщиной 1 мм. Оптические исследования в диапазоне 250 – 850 нм проводились на дифракционном монохроматоре с модифицированным держателем образца, позволяющим менять его ориентацию относительно падающего пучка света.

В результате исследования обнаружено следующее. Вещества  $ZnO$  и  $Fe_2O_3$  являются полупроводниковыми фотокатализаторами. При воздействии на них светом, они ускоряют реакцию разложения  $H_2O_2$ .  $CsVTeO_3$  и  $CsVTeO_6$  являются фотокатализаторами и провоцируют каталитическую реакцию. Данные полупроводники имеют примесную проводимость. Для определения типа проводника (прямозонный или непрямозонный), можно провести измерения коэффициента поглощения  $k$ .

Фотокатализаторы - это полупроводниковые материалы, способные под действием светового излучения образовывать пару электрон-дырка. Это приводит к образованию на их поверхности свободных радикалов с высокой реакционной активностью.

Фотокатализ объясняется явлением р-п перехода. Ввиду неравномерной концентрации на границе раздела р и n полупроводника возникает диффузионный ток, за счёт которого электроны из n-области переходят в р-область, а на их месте остаются некомпенсированные заряды положительных ионов донорной примеси. Электроны, приходящие в р-область, рекомбинируют с дырками, и возникают некомпенсированные заряды отрицательных ионов акцепторной примеси. Ширина р-п перехода – десятые доли микрона. На границе раздела возникает внутреннее электрическое поле р-п перехода, которое будет тормозящим для основных носителей заряда и будет их отбрасывать от границы раздела. Электроны, которые перешли в зону проводимости ускоряют или запускают химические реакции.

[1] Артемьев Ю.М. Введение в гетерогенный фотокатализ: учебное пособие / Ю.М. Артемьев, В.К. Рябчук. СПб: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 1999. – 304 с.

- [2] Горбачев С.А., Осовская И.И. Диоксид титана. Повышение его фотокаталитической активности: учебное пособие / С.А. Горбачев, И.И. Осовская. СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2019. - 24 с.
- [3] Шалимова К.В. Физика полупроводников. - 4-е, стереотипное изд. / К.В. Шалимова. СПб: Лань, 2010. - 400 с.

## ВЛИЯНИЕ РАСТВОРОВ СОЛЕЙ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХСЯ В КАЧЕСТВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ, НА НАБУХАНИЕ И КОЛЛАПС ПОЛИАКРИЛАМИДА

Съедина А.А.

11 класс, МБОУ «Средняя школа № 4 г. Макеевки»  
Руководитель проекта: учитель химии, к.п.н., Дробышев Е. Ю.,  
МБОУ «Средняя школа № 4 г. Макеевки»  
г. Макеевка, Донецкая Народная Республика

Полиакриламид (ПАА) – полимер, образованный мономерными звеньями акриламида (рис. 1):

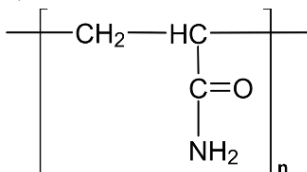


Рис. 1. Структура мономерного звена полиакриламида

Продавцы товаров для садоводов и огородников, предлагают использовать ПАА в качестве влагоудерживающего материала, способного многократно набухать при погружении в воду и медленно отдавать её корням растений. Набухание ПАА в воде обусловлено: образованием водородных связей между его молекулами и молекулами воды, Ван-дер-ваальсовыми и гидрофобными взаимодействиями [2].

В набухом ПАА возможны фазовые переходы, вызванные преобладанием сил притяжения между звеньями макромолекулы ПАА по сравнению с силами отталкивания, вызывающими набухание. Преобладание сил притяжения приводит к вытеснению воды из образца ПАА в наружный раствор, сопровождающееся уменьшением его объема и массы – коллапсом [1].

Влияние на набухание и коллапс ПАА низкомолекулярных солей изучено недостаточно [2], в связи с чем целью нашего исследования стало



изучение влияния растворов солей различной концентрации, используемых в качестве минеральных удобрений, на процессы набухания и коллапса ПАА.

Объектом исследования являлись процессы набухания и коллапса ПАА, а предметом исследования – влияние растворов солей различной концентрации, на указанные процессы.

Нами изучены процессы набухания и коллапса ПАА в растворах:  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , в интервале концентраций 2-0,004 моль/л (уменьшение концентрации растворов посредством разбавления с шагом в 2 раза).

Дополнительно изучалось набухание и коллапс образцов ПАА, погруженных в почво-смеси, предназначенные для выращивания овощей и декоративных растений, обработка которых производилась растворами изучаемых солей.

Изучение процессов набухания и коллапса производилось посредством погружения взвешенных гранул ПАА в растворы солей (или почво-смеси, обрабатываемые растворами солей), с последующим выдерживанием в течение 24 часов и повторным взвешиванием. Данные эксперимента позволили вычислить степени набухания и коллапса ПАА.

Установлено, что увеличение концентрации изучаемых солей в растворе ведет к уменьшению степени набухания ПАА и увеличению степени его коллапса. Степень набухания ПАА в изучаемых растворах солей не превышает 50% при минимальных концентрациях, а степень коллапса набухшего ПАА превышает 70%.

Степень набухания и коллапса ПАА в почво-смесях увеличивается еще больше, по сравнению с экспериментом, проведенном в растворах, поскольку в почво-смесях содержатся вещества, усиливающие данные процессы.

Набухание и коллапс ПАА в растворах различных солей протекает по-разному, что обусловлено наличием ионов различной природы в таких растворах.

Применение ПАА в качестве влагоудерживающего материала при его совместном использовании с изучаемыми солями, оцениваем, как недостаточно эффективное.

- [1]. Воробьева, Е.В. Набухание гидрогеля на основе полиакриламида в водных растворах низкомолекулярных солей / Е.В. Воробьева // Доклады национальной академии наук Белоруси. – 2020. – Том 64. - №3. – С.293-299.
- [2]. Крамаренко, Е.Ю. Полиэлектrolитные сетки как высококочувствительные полимеры / Е.Ю. Крамаренко, О.Е. Филиппова,

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТУРАЛЬНЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ КРАСИТЕЛЕЙ

Саламатова К.И.

7 класс МКОУ гимназия г. Вятские Поляны Кировской области

Руководитель проекта: учитель химии Степанова А.И.,

МКОУ гимназия г.Вятские Поляны

г.Вятские Поляны, Россия

Технология производства пищевых продуктов растет, определить наличие натуральных или искусственных красителей на глаз очень сложно, не все производители добросовестно относятся к указанию состава продуктов, в связи с этим я решила определить в домашних условиях наличие искусственных и натуральных красителей. В качестве исследуемых продуктов я взяла краски гуашь, акварель, натуральный осветленный яблочный сок, лимонад Соса – Cola , лимонад Fanta, конфеты skittles и m&ms, краску для окрашивания пасхальных яиц.



Рис.1. Исследуемые продукты. Водные растворы.

**Цель:** определить, содержатся ли в исследуемых продуктах красители.

Перед началом исследования мною выбранных продуктов я решила провести опыт с цветами, в которых содержатся только натуральные красители и самой наглядно увидеть, как они меняют цвет в растворе нашатырного спирта.

*Техника выполнения опыта.* Я взяла банку с крышкой, на дно налила раствор нашатырного спирта, укрепила цветок на крышке и наблюдала за изменением окраски. Результат: **алая роза** окрасилась в темно-оранжевый (коричневый) цвет. **Желтый вербейник** стал темно-желтым, а зеленые

листья приобрели коричневый оттенок. **Голубой колокольчик** моментально посветлел.

**Вывод:** так как пары аммиака создают в лепестках цветов щелочную среду, что приводит к изменению цвета при содержании натуральных красителей, значит при наличии искусственных красителей цвет не изменится.

Для того чтобы проверить образцы, я приготовила водный раствор. Растворила в воде краску для яиц, акварель, гуашь; у конфет растворила в воде только цветную оболочку. Водный раствор поместила в столовую ложку, добавила нашатырного спирта в 2 раза больше, чем исследуемого раствора. Опыт показал, что в яблочном соке нет искусственных красителей, так как цвет сока изменился, также натуральные красители были в драже зеленого и желтого цвета. Остальные образцы не изменили свой цвет, что говорит о наличии в них искусственных красителей.

Я использовала еще два способа определения красителей с помощью пищевой соды (добавляем раствор пищевой соды в 2 раза больше, чем исследуемый водный раствор, и кипятим 2-3 минуты) и активированного угля (измельчаем уголь и понемногу добавляем в исследуемый раствор, нагреваем и после охлаждения фильтруем). Результаты опытов совпали. Изучив состав продуктов на этикетках, я выяснила название красителей, распределила их по видам и из литературных источников узнала влияние красителей на организм.

Вывод: сок яблочный не содержит вредных красителей, полностью на натуральной основе, поэтому я рекомендую его пить детям. Однако в остальных исследуемых продуктах почти все красители оказались вредными для здоровья, они не имеют полезных свойств, а только разрушает наш организм. Поэтому я не советую употреблять в пищу конфеты skittles и m&ms, пить газированные воды, не употреблять в пищу гуашь, акварельные краски (медовые), как это делала я в детстве, а также не использовать пищевой краситель для покраски пасхальных яиц.

### **Заключение**

В исследуемых мною продуктах содержатся и натуральные, и искусственные пищевые красители. Изучив теоретический материал по данной теме, я узнала, о происхождении пищевых красителей, об их разновидностях и влиянии на здоровье человека.

[1] Санитарные правила и нормы: гигиенические требования по применению пищевых добавок: [нормативное изд.] – Москва: Омега – Л. 2007 – 362с : [Электронный ресурс]. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/901862338>

- [2] Болотов В.М. Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение/ Болотов В.М., Нечаев А.П., Сарафанова Л.А.// - Санкт-Петербург, ГИОРД – 2008 – 280с.
- [3] Габриелян О.С. Химия.9 класс: Учебник для общеобразовательных учебных учреждений.- М.: Дрофа- 2008-320с.
- [4] Г.Н.Фадеев «Химия и цвет» книга для внеклассного чтения IX-X классы. - Москва «Просвещение»- 1983-160с.

**СЕКЦИЯ**  
**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИИ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ  
ВОДОЕМА "КОЛТУШСКОЕ ОЗЕРО"**

Головачева Е. Г.

8 класс, МОУ «Всеволожский центр образования»  
Руководитель проекта: учитель химии Зяблов А. М,  
МОУ «Всеволожский центр образования»,  
г. Всеволожск, Ленинградская область

Колтушское озеро является реликтовым водоемом, которое образовалось при оттоке древнего моря. Общая величина составляет около 500 метров в длину и 120 метров в ширину. Общая площадь составляет не более 3 гектаров. Водоем находится на территории заказника «Колтушские высоты», который находится под охраной. Данный участок природы имеет частично ледниковое происхождение. Колтушское озеро довольно интенсивно используется как место отдыха. В тоже время водоем испытывает интенсивную антропогенную нагрузку.

В проекте исследованы основные и потенциальные загрязнители, влияющие на экологию водоема. Сделан анализ проб воды на содержание ионов тяжелых металлов, сульфат и нитрат ионов, рН воды. В экспериментальной части проекта применялись картографический метод, титриметрический анализ, метод биоиндикации и микроскопическое исследование. Сделаны выводы и заключение

[1] Анализ воды и водных экосистем/ Лабораторный практикум / ФГБОУ ВПО Алтайский государственный университет, 2012г

[2] Землянухин А.А. Малый практикум по биохимии/ Учебное пособие. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 1985 -128 с

[3] Структурно-функциональные характеристики зообентоса озер, расположенных в природных и урбанистических ландшафтах Северо-Западного региона России/ Беляков В.П., Бажора А.И./ Журнал СФУ. Биология. 2016. №4.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДА ДООЧИСТКИ ВОДОЁМОВ ПАРКА ЩЕГЛОВО С ПОМОЩЬЮ АКТИВНОГО ИЛА

Жукова А. А.

8 класс, МОУ «Всеволожский центр образования»  
Руководитель проекта: учитель химии Зяблов А. М,  
МОУ «Всеволожский центр образования»,  
г. Всеволожск, Ленинградская область

Вода и почва имеют важное значение в биоценозах. Определяют развитие и рост растений, их качественный и количественный состав. На территории поселения Щеглово находится два водоема, купаться в которых запрещено. Они находятся неподалеку от школы. Эти водоёмы были образованы как место отдыха и являются элементом культурно паркового ансамбля.

Одной из экологических проблем является проблема загрязнения прудов парка Щеглово. В работе сделана попытка изучить приемлемые способы рекультивации парковой зоны поселения, которая является культурным наследием Ленинградской области, предложены возможные методы очистки прудов от загрязнения.



Рис.1 Пруды парка Щеглово.

В исследовании были использованы следующие методы: маршрутный, методики биондикации Гуднайта-Уотлея и Вудивисса (определение экологического состояния воды по макрозообентосу), физико-химические методы анализа воды (ГОСТ), картографический, метод экономического анализа. По результатам исследования сделаны выводы:

1) Проведена комплексная оценка экологического состояния посёлка Щеглово.

2) При оценке экологического состояния прудов парка Щеглово выявлено сильное загрязнение водоёмов

3) Предложена и опробована в лабораторных условиях методика очистки водоёмов с помощью активного ила.

[1] Плакунов В.К., Николаев Ю.А. Микробные биопленки: перспективы использования при очистке сточных вод // Вода: химия и экология. 2008. №2. С. 11-13.

[2] Мишуков Б.Г. Биологическое удаление азота и фосфора из городских сточных вод // Вода и экология: проблемы и решения. 2004. № 3. С. 31-33.

[3] Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса // Учеб. пособие, М.: Изд-во Моск. ун-та. 1981. 272 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ АККУМУЛЯЦИИ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНАХ ТАМАРИКСА (TAMARIX GALLICA).**

Зяблова Е.А.,

8 класс МКОУ «Икрянинская средняя школа», с Икряное, Астраханская область

Руководители проекта: учитель химии Ельчанинова И.И.,

МКОУ «Икрянинская средняя школа», с Икряное, Астраханская область,

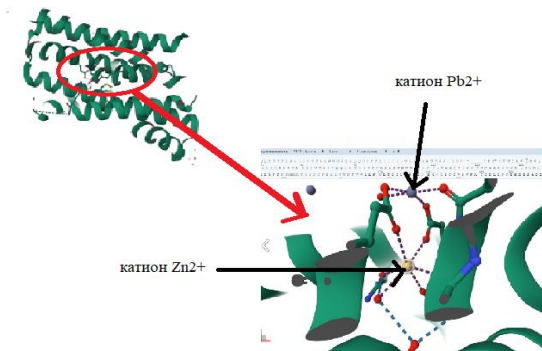
учитель химии Зяблов А.М., МБОУ «Всеволожский центр образования»,

г. Всеволожск, Ленинградская область

Исследования взаимодействия тяжелых металлов (ТМ) и растений, процессов, протекающих в фитоценозе особенно актуальны в современном мире в том числе для России и Астраханского региона. Сильное токсическое влияние тяжелых металлов на растения, повышение их концентрации в почве приводит к тем или иным нарушениям в фито- и агроценозах, а в отдельных случаях, и к полной деградации растительных сообществ. Способность растений накапливать ионы тяжелых металлов в органах и вновь возвращать в окружающую среду по окончании

жизненного цикла, особенно в почву, при этом увеличивая содержание тяжелых металлов, ограничивает возможность использования таких растений в качестве лекарственного сырья.

В работе выдвинута гипотеза о селективной аккумуляции ионов тяжелых металлов органами тамарикса в связи со способностью растения к солевыделению. Рассмотрен механизм транспорта ZIP-белками некоторых ионов (ТМ).



RCSB PDB  
PROTEIN DATA BANK

Мембранный транспортный белок с катионами цинка и свинца. Авторы: Чжан Т. , Фелльнер М. и др., 2021г.

В практической части работы проведено количественное определение ионов  $Fe^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  в органах кустарника методом кондуктометрического титрования на многопараметрическом кондуктометре Ohaus AQUASEARCHER™ AV33M1.





По результатам исследования сделаны выводы о селективности аккумуляции и выделения тамариксом ионов металлов, намечен перспективный план дальнейшей работы по выбранной теме.

[1] Сомин В.А., Фогель А.А., Комарова Л.Ф. «Экология и промышленность России.» 2014. № 2.

[2] Дейнеко И. П. «Химия растительного сырья», 2012 №1.

[3] Сборник статей «Экспериментальная ботаника», Минск, изд-во Акад. наук БССР, 1962.

## **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКИ КИРПИЛИ В КОРЕНОВСКОМ РАЙОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

Савенко А.Р.,

10 класс, МАОУ СОШ 17-ф

Руководитель проекта: преподаватель Руденко И.В.,

ГБУ ДО КК «Эколого-биологический центр»

Краснодар

Эвтрофикация водоемов – это повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления биогенных элементов под действием антропогенных или абиотических факторов. Азот, фосфор и другие элементы-биогены, проникая при антропогенном загрязнении в водные экосистемы, усиливают естественную, фоновую эвтрофикацию. Эвтрофирование водоемов сопровождается интенсификацией роста водорослей, цианобактерий и высших растений [1]. В процессе эвтрофирования меняются структурно-функциональные характеристики биологических сообществ в водоеме [2].

Работа основана на материалах, полученных в ходе изучения экологического состояния и биопродукционных особенностей реки Кирпили в Кореновском районе Краснодарского края. За двухлетний период (2021–2022) проводился мониторинг органолептических, биологические и химических параметров (хлориды, сульфаты, фосфаты, нитраты, ионы аммония, карбонаты и гидрокарбонаты, тяжёлые металлы). Также колориметрическим методом исследовалось содержание хлорофилла в спиртовых вытяжках водорослей реки Кирпили (Рис. 1). Помимо этого, проводилось геоботаническое описание. Для определения степени эвтрофикации также определялся химический состав воды в реке. В данном районе (среднестатистически) наблюдается превышение ПДК для природных пресных водоёмов по хлорид-анионам (в 1,6 раз), общей щёлочности (в 1,8 раз), фосфат-анионов (в 2,5 раз), ионов аммония (в 2,5 раз). Результаты

исследования сравнивались с данными гидрометеорологической станции, находящейся в верхнем течении р. Кирпили (за 2021-2022 гг.).

В результате мониторинговых исследований наблюдается наибольшая зависимость между результатами исследования концентрации хлорофилла и нитрат-анионами (проводилась статистическая обработка и вычислялись коэффициенты корреляции, для данных параметров  $r > 0,7$ ). Была предпринята попытка обобщить данные исследования химических и спектральных характеристик и создать шкалу для определения степени эвтрофикации водоёма.

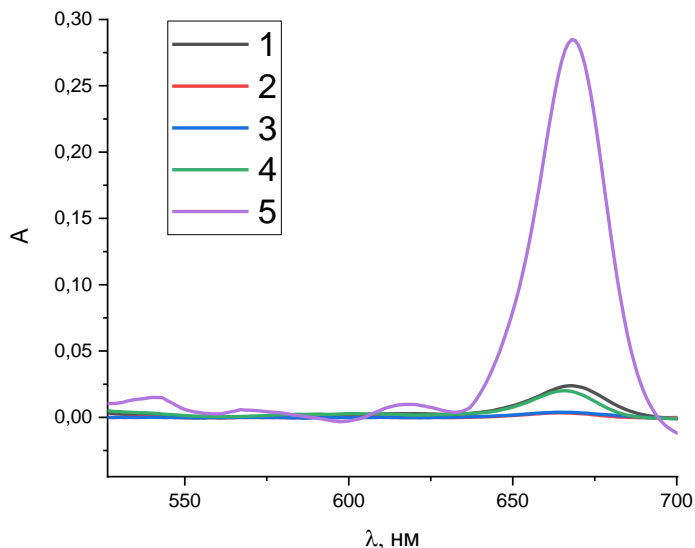


Рисунок 1. Исследование концентрации хлорофилла в водорослях оптическая плотность на длине волны 668 нм (значения оптической плотности: 1 – 0,024; 2 – 0,003; 3 – 0,004; 4 – 0,020; 5 – 0,285).

[1] Мордухай-Болтовского, Д.Д. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Северный Кавказ / Д.Д. Мордухай-Болтовского. – Л.: Гидрометеоиздат, 1964. – Т.8 – 29 с.

[2] Христофорова, Н.К., Евсеев, А.В. Фосфор как индикатор качества вод рек южного Приморья / Науки о земле и смежные экологические науки. – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2004. – 8 с.

## БИОРАЗЛАГАЕМЫЙ ПЛАСТИК

Саутин В.М

8 класс, МАОУ ДО «Дворец детского и юношеского творчества  
имени А.А. Алексеевой»

Руководитель проекта: педагог дополнительного образования Селезнева Н.Ч.,  
МАОУ ДО «Дворец детского и юношеского творчества имени А.А. Алексеевой»  
Череповец

Острая экологическая проблема, с которой столкнулось современное общество – это пластиковое загрязнение, которое взаимосвязано с невысокой ценой и долговечностью пластмасс, а также незаменимостью в данный момент этого материала.

Цель работы: получение биоразлагаемого пластика.

Задачи: создать биоразлагаемый пластик из растительного сырья; сравнить результат получения биоразлагаемого пластика из различных веществ.

Оборудование и материалы для получения пластика: электронные весы, емкость для взвешивания веществ, мерная ложка, одноразовая пипетка, блендер со стаканом для перемешивания, 3 противня с антипригарным покрытием, термометр, каппа каррагинан, яблочный пектин, цитрусовый пектин, агар-агар, глицерин, картофельный крахмал, вода, камеди: гуаровая, конжаковая, ксантановая, рожкового дерева.

Эксперименты №№ 1-3 проводили по методике [1,2]. В качестве основы для пластика брали каппа каррагинан, крахмал и глицерин в пропорциях 15:7:1 и 2:2:1. Остальные эксперименты – результат личного исследования. Всего проведено 29 экспериментов.

В экспериментах с каппа каррагинаном, крахмалом и глицерином лучший результат показала пленка, для производства которой вещества смешивались в пропорции 1:1:1. Эта пленка получилась бесцветной и с наилучшими показателями по мягкости, эластичности, прочности. В пленках с каппа каррагинаном, камедями и глицерином наилучшей оказалась пленка с добавлением камеди рожкового дерева. Продукт получился мягким, бесцветным, не очень плотным, но при этом эластичным и прочным. Удачной оказалась пропорция, где смешивали каппа каррагинан с ксантановой камедью и глицерином в соотношении 2:1:1. При увеличении количества ксантановой камеди в 2 раза пленка становилась пузыристой. В пектиновых пленках с добавлением камедей и глицерина самый худший результат получился с применением ксантановой камеди. Образцы оказались жесткими, ломкими и пузыристыми. А пектиновые пленки с добавлением крахмала и глицерина проявили ломкость. В экспериментах с агар-агаром, камедями и глицерином нам не удалось получить хороший

результат. Самые худшие результаты получились в однокомпонентных пленках из каппа каррагинана, агар-агара, яблочного и цитрусового пектина. Пластик получился плотным, жестким и ломким. Все полученные образцы пленок мы протестировали на растворимость в воде. Нерастворимой в воде оказалась пленка из каппа каррагинана с крахмалом и глицерином в пропорции (15:7:1), она спустя 8 суток сохранила свой внешний вид. Медленно растворимые пленки меняли свой внешний вид в промежутке со 2 по 7 сутки после начала эксперимента. Это пленки из каппа каррагинана с крахмалом и глицерином в пропорциях 2:2:1, 1:1:1, 1:1:2, из каппа каррагинана с глицерином и камедями, а также однокомпонентная пленка из каппа каррагинана и пленка из агар-агара с конжаковой камедью и глицерином. Быстрорастворимые пленки уже через час после начала эксперимента стали превращаться в гель, через два часа распались на мелкие фракции, а через 3 часа растворились в воде.

Все полученные образцы пленок были испытаны на заморозку. Пленки прошли цикл заморозки в течение 12 часов при температуре  $-16^{\circ}\text{C}$  и разморозки в условиях комнатной температуры, не изменив после этого своей формы и свойств. Полученные в ходе экспериментов пленки были проверены на биоразлагаемость. Для этого образцы закопали на 14 дней в питательный грунт для растений и оставили на подоконнике при комнатной температуре, периодически поливая землю, чтобы она не пересыхала. Через 2 недели провели проверку земли, где были закопаны пленки и не обнаружили остатков, что доказывает биоразлагаемость пластика.

В ходе исследования получилось создать биоразлагаемый пластик из растительного сырья. Для упаковки продуктов питания, включая заморозку продуктов, подходят пленки, изготовленные из каппа каррагинана, крахмала и глицерина в пропорциях 1:1:1 и 1:1:2; каппа каррагинана, камеди рожкового дерева и глицерина; каппа каррагинана, конжаковой камеди и глицерина; каппа каррагинана, ксантановой камеди и глицерина в соотношении 2:1:1; каппа каррагинана, гуаровой камеди и глицерина в соотношении 2:1,25:1. Для изготовления тары для жидкости можно использовать пленку из каппа каррагинана, крахмала и глицерина в соотношении 15:7:1.

[1]. Видеоэксперимент: съедобный пластик – как сделать упаковочную пленку из водорослей. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vashurok.ru/articles/2020-04-22-videoeksperiment-s-e> – Дата доступа: 01.12.2022.

[2]. Съедобная пластиковая упаковка своими руками. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://www.youtube.com/watch?v=I8QSYntvwTA&t=11s> – Дата доступа:  
01.12.2022

## **ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ РЕКИ СМОЛЕНКИ С МАЯ ПО АВГУСТ 2022 ГОДА ПО СОДЕРЖАНИЮ БИОГЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ, РАСТВОРЁННОГО КИСЛОРОДА И ИОНОВ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДЕ**

Соломонова И.С.

11 класс, ГБОУ СОШ №2 Василеостровского р-на

Руководитель проекта: педагог дополнительного образования Иванова Л.Р.

ГБНОУ "СПБГДТЮ" ЭБЦ "Крестовский остров "

Санкт-Петербург

Проблема экологического состояния реки Смоленки заключается в том, что на её дне из-за мелководности и низкой скорости течения образуются большие залежи ила, и в том, что она протекает через 3 кладбища. Стоки с кладбищей попадают в воду и уносятся течением на городской пляж, которым активно пользуются местные жители. С 2020 по 2021 гг. в рамках федерального проекта «Сохранение уникальных водных объектов» Комитетом были проведены мероприятия по расчистке русла реки [1]. После реализации проекта очистки реки прошло более года. Цель работы: Изучение динамики состояния реки Смоленки с мая по август 2022 года по содержанию биогенных соединений, растворенного кислорода и ионов тяжёлых металлов в воде после реализации федерального проекта очистки реки от ила.

Задачи: 1. Визуальная оценка состояния прибрежной территории и реки в точках отбора проб. 2. Отбор и химический анализ проб воды на содержание нитритов, нитратов, ортофосфатов и ионов аммония в мае, июне, июле и августе 2022 года. 3. Оценка содержания растворенного кислорода в мае, июне, июле и августе 2022 года. 4. Оценка содержания ионов тяжёлых металлов (кобальта, железа, алюминия) в мае, июне, июле 2022 года. 5. Отправка письма в Роспотребнадзор при выявлении угрозы здоровью местных жителей. Отбор проб для анализа воды на содержание биогенных соединений проводился в мае, июне, июле и августе 2022 года на реке Смоленке (г. Санкт-Петербург). Длина 3,7 км, ширина реки — до 40 м, мак. глубина около 2,5 м, скорость течения 0,2 м/с. Было выбрано 12 точек по обе стороны реки. Пробы воды отбирались на расстоянии 60-100 см от берега и на глубине 1-1,5 м. Пробы для анализа воды отбирались в двойной

повторности в пластиковые бутылки по 0,5 литра. Химические анализы проводились на базе химико-аналитической лаборатории Эколого-биологического центра «Крестовский остров» "СПбГДТУ". Методы химического анализа проб воды: Для анализа воды на содержание нитратов был выбран метод с салицилатом натрия [2], на содержание нитритов - метод, с использованием реактива Грисса [2], на содержание ортофосфатов - метод с использованием хлорида олова (II) [2], на содержание ионов аммония - метод с реактивом Несслера[2]. Определение растворённого кислорода проводился по методике Винклера[2]. Для анализа воды на содержание кобальта - метод с нитрозо-R-солью[2], на содержание ионов железа – метод с роданитом, на содержание алюминия – метод с алюминоном. По результатам визуальной оценки состояние реки Смоленки в точках отбора проб неодинаково. Берег осыпается и размывается меняющимся уровнем воды в реке, что способствует вымыванию из почвы биогенных соединений и ионов тяжёлых металлов. Содержание растворённого кислорода в некоторых точках ниже допустимой концентрации (2 мг/л) [3]. Недостаток кислорода мешает самоочищению реки, что может стать причиной повышенной концентрации биогенных соединений. Превышение ПДК нитратов не обнаружено [3]. Обнаружено превышение ПДК нитритов [3]. Наблюдается сохранение тенденции к увеличению концентрации. Превышение ПДК ионов аммония не обнаружено [3]. Большая часть ионов аммония перерабатывается в нитратные соединения, что говорит о самоочищении водоёма. Превышение ПДК ортофосфатов не обнаружено [3]. На протяжении всего периода наблюдения прослеживается увеличение концентрации ортофосфатов, однако это не превышает ПДК. Превышение ПДК ионов кобальта не обнаружено [3]. Было установлено, что в реке наблюдается изменение кислотно-щелочного баланса из-за размывания берегов кладбища, что могло стать причиной высвобождения ещё большего количества ионов тяжёлых металлов. Обнаружено превышение ПДК ионов железа, что может быть опасно при нестабильном кислотно-щелочном балансе [3]. Превышение ПДК ионов алюминия не обнаружено [3]. Было выявлено, что некоторые показатели (нитриты, ионы железа) превышают экологические и санитарно-гигиенические нормы, что может принести вред местным жителям. Основной причиной загрязнения ионами тяжёлых металлов является размывание берегов кладбища, стоки которого меняют кислотно-щелочной баланс воды в реке. Поэтому сейчас исследование подготавливается к отправке в Роспотребнадзор с соответствующим письмом о нарушении санитарных норм.

- [1] Беляева Д.С., Серебрицкий И.А. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2019 году / – СПб.
- [2] Новиков Ю.В. «Методы исследования качества водоёмов», 1990
- [3] Онищенко Г. Г. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования//Дополнения и изменения к ГН. – 2008. – Т. 2. – №. 5. – С. 1315-03.

## СОДЕРЖАНИЕ

Оргкомитет конференции.....	3
XLVII Всероссийская научно-практическая конференция школьников по химии.....	4
Аналитическая химия и физико-химические методы исследования .....	6
История химической науки и химическое образование .....	28
Неорганический синтез и вопросы неорганической химии .....	42
Новые материалы .....	64
Органический синтез .....	77
Пищевая химия и анализ качества продуктов питания .....	96
Фармацевтическая и медицинская химия .....	107
Химическая технология. Процессы и явления .....	124
Экологические проблемы химии .....	149