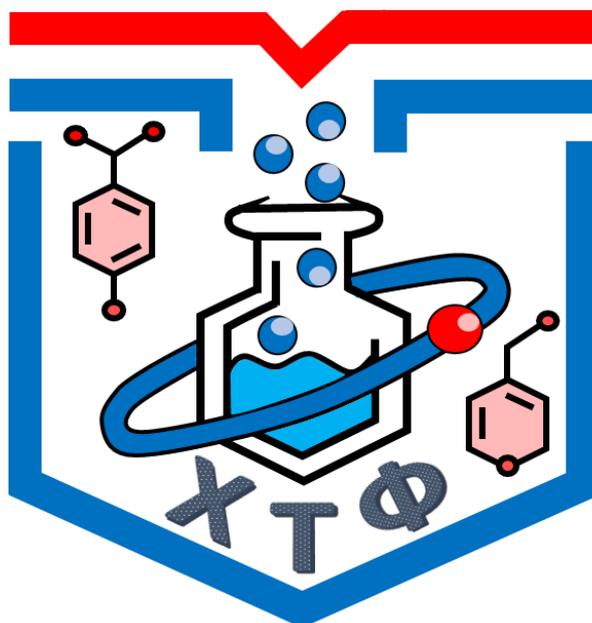


Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный университет»
Химико-технологический факультет



III Конкурс научно-исследовательских работ
химико-технологического факультета,
посвященный пятидесятилетию образования
кафедры физической химии
18 декабря 2023 года г. Тверь

ТВЕРЬ 2023

УДК 54(082)
ББК Г.я431
К 21

Ответственный за выпуск:
кандидат химических наук Н.П. Русакова

К 21 **III Конкурс научно-исследовательских работ химико-технологического факультета, посвященный пятидесятилетию образования кафедры физической химии.**
Сборник материалов Конкурса, 18 декабря 2023 г./ – Тверь: Тверской государственный университет, химико-технологический факультет 2023. – 61 с.

В сборнике представлены доклады обучающихся направлений 04.03.01 (Химия, - бакалавриат), 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья», 04.05.01 (Фундаментальная и прикладная химия, - специалитет), 04.04.01 (Химия, – магистратура) химико-технологического факультета. Рассмотрены результаты научно-исследовательской деятельности и современные проблемы химии, представленные в двух номинациях: «Апробированное научное исследование» и «Юные таланты»

УДК 54(082)
ББК Г.я431

© Авторы статей, 2023
© Тверской государственный университет,
химико-технологический факультет 2023

Оглавление:

	АПРОБИРОВАННОЕ НАУЧНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ	6
1.	Барсукова В.В. Теория графов в исследовании корреляций «структура – свойство» карбоновых кислот	7
2.	Булкина А.Э. Мармеладные изделия функционального назначения	9
3.	Васильева Д.В. Синтез димерных поверхностно-активных веществ на основе оксиэтилированных спиртов	11
4.	Веролайн В.А. Исследование амфотерного поверхностно-активного вещества в качестве стабилизатора эмульсии оливкового масла	13
5.	Волкова В.М. Синтез наночастиц серебра с помощью лекарственных растений	15
6.	Дышкант Е. Е. Изучение технологии производства сырцовых пряничных изделий с использованием ароматизатора пищевого «Мята» и сухих компонентов мяты перечной	17
7.	Ершов Н.А. Супрамолекулярные гидрогели на основе L-цистеина, нитрата серебра и каррагинана	19
8.	Ефимов Е.В. Изучение технологии производства и оценка качества мучных кондитерских изделий на примере печенья затяжного	21
9.	Киреев Е.С. Влияние дополнительного морковного сырья разной технологической обработки на качество макаронных изделий	23
10.	Киреева Д.С. Гидратация L-цистеина двумя и тремя молекулами воды	25
11.	Кочихин Д. Д. Влияние пищевых добавок на качество «батона Нарезного»	27
12.	Моисеева Е.Н. Торт «Киевский»: определение содержания солей тяжелых металлов	29

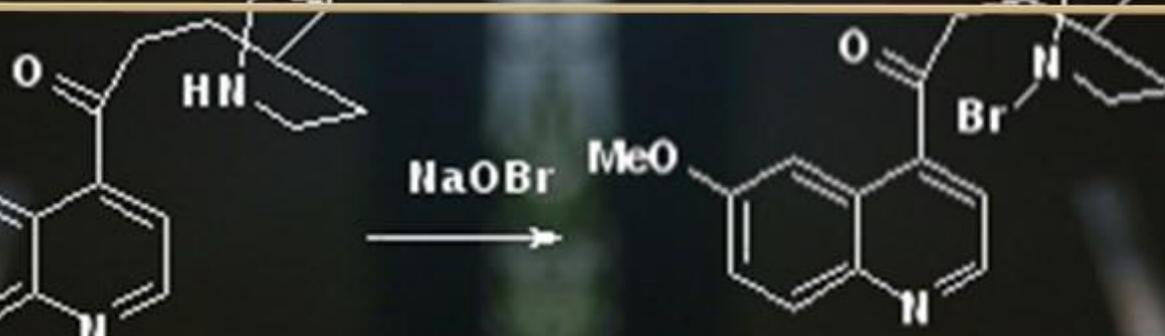
13.	Орловская А.А. Влияние кедровой муки на органолептические и физико-химические показатели качества хлебобулочных изделий	31
14.	Парфентьева В.В. Основные физико-химические показатели качества кексов с нетрадиционными видами муки	32
15.	Полякова Е.Э. Системы цистеин-серебро-полимер для получения гидрогелей и пленок с потенциальным применением в регенеративной медицине	35
16.	Рожков А.П. Технология производства пастилы с использованием нетрадиционного ягодного сырья	37
17.	Тарабанова А.А. Ацилглицериды на основе природных кислот	38
18.	Шамарина К.А. Сравнительный анализ моделей контактного взаимодействия при исследовании упругости композитных полимеров.....	41
19.	Шебеченкова А.Н. Сравнение методов оптимизации конформеров пропанола-1	43
20.	Шелестова С.С. Полная электронная энергия конформеров кислых L-аминокислот и их амидных производных	45
	ЮНЫЕ ТАЛАНТЫ	47
21.	Афанасьева Т.М. Наночастицы серебра, биосинтезированные в водных экстрактах листьев осины	48
22.	Ватаманюк В.О. Определения размера частиц наполнителя в полимерном композите методом ИК-спектроскопии.....	50
23.	Вольга А.А. Использование нетрадиционных видов сырья в производстве конфет типа пралине.....	52

III Конкурс научно-исследовательских работ

24. [Горбань А.П.](#)
Зеленый синтез наночастиц серебра в водных
экстрактах листьев боярышника 54
25. [Егоров Е.А.](#)
Технология производства сдобного печенья 56
26. [Копин В.А.](#)
Определение концентрации серебра
в лекарственных препаратах 58
27. [Щенухина А.С.](#)
Заряды и объемы групп 2-оксопиррола
и двух его замещенных 60



MeO



18 декабря 2023



Тверской
государственный
университет

Апробированное научное исследование



Теория графов в исследовании корреляций «структура – свойство» карбоновых кислот

Барсукова В.В. (магистр, 2 год обучения)

Научный руководитель: профессор, д.х.н. Виноградова М.Г.

Установление связи между структурой карбоновых кислот и их свойствами является в настоящее время актуальной задачей, т.к. экспериментальных сведений для них немного [1]. Для решения данной задачи, были рассмотрены некоторые топологические индексы (ТИ) и выведены расчётные схемы для исследуемых соединений в четвёртом приближении [2-5].

$$P_{C_nH_{2n+1}COOH} = p_1 p_{CO} + p'_1 p_{CC} + p_2 \Gamma_{CC} + p'_2 \Gamma_{CO} + p''_2 \Gamma_{OO} + R \Delta_{CC} + R' \Delta_{CO} + R'' \Delta_{OO} + p_3 \tau_{CC} + p'_3 \tau_{CO} + p_4 \omega_{CC} + p'_4 \omega_{CO} + p_5 \nu_{CC} + p'_5 \nu_{CO}$$

Здесь R, p_1, p_2, p_3, \dots - число троек смежных рёбер, число путей длины l ($l=1,2,3,4,5$), а $p_{CC}, p_{CO}, \Gamma_{CC}, \dots$ – соответствующие параметры.

По данной схеме проведены численные расчеты энтальпии образования и теплоёмкости карбоновых кислот [2-5].

Так для энтальпии образования средняя абсолютная ошибка расчета ($|\bar{\varepsilon}|$) и максимальное отклонение (ε_{\max}) соответственно, составили 0,3 кДж/моль и -1,2 кДж/моль. Для теплоёмкости соответственно получаем $|\bar{\varepsilon}| - 2,1$ Дж/мольК и $\varepsilon_{\max} - 0,6$ Дж/мольК [2-5]. Рассчитанные величины хорошо согласуются с экспериментальными данными и позволяют предсказать недостающие значения свойств членов исследуемого ряда.

Топологические индексы можно использовать и при построении графических зависимостей вида «Свойство – ТИ», «Свойство – номер изомера» и «ТИ – номер изомера» [2-5]. С помощью данных зависимостей можно наглядно определить корреляционную способность топологических индексов со свойством и выбрать из них подходящий для аналитического исследования.

18 декабря 2023 г.

Найдено, что величины $\Delta_f H^0_{298(\text{ж})}$ и $C^0_{p(\text{ж}, 298 \text{ К})}$ хорошо коррелируют с индексами W и W' . Диаграммы вида "Энтальпия образования - номер изомера" и "ТИ - номер изомера" для изомеров C_4H_9COOH показали, что в одних случаях наблюдается симбатное изменение $\Delta_f H^0_{298(\text{ж})}$ и ТИ, например, энтальпии образования и индекса H , что свидетельствует о хорошей корреляции между свойством и ТИ. В других случаях такой корреляции нет [2-5].

С увеличением числа изомеров корреляции между свойством и ТИ усложняются, что необходимо учитывать при аналитическом изучении зависимостей "Свойство – ТИ".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Lange's Handbook of Chemistry / Editor: J.A. Dean. (15th Edition), McGraw-Hill. 1999. [Электронный ресурс]. — URL: <http://fptl.ru/biblioteka/spravo4niki/dean.pdf> (дата обращения: 21.10.22).

СПИСОК АПРОБАЦИИ:

2. Барсукова В.В., Виноградова, М.Г. Теоретико-графовый подход в изучении корреляций структура – теплоёмкость карбоновых кислот //ВестникТвГУ: Сер.Химия. 2023. №3 (53).С. 30-34.

3. БарсуковаВ.В., Виноградова М.Г. Топологический подход в изучении теплоёмкости карбоновых кислот //XXIX Каргинские чтения: тезисы докладов. Всероссийская научно-техническая конференция молодых учёных «Физика, химия и новые технологии», 30-31 марта 2023 г. – Тверь: Тверской государственный университет. 2023. С.29.

4. Виноградова М.Г., Барсукова В.В. Феноменологический подход в изучении корреляций структура – свойство карбоновых кислот //Химическая термодинамика и кинетика: сборник материалов Тринадцатой Международной научной конференции. Великий Новгород. 15–19 мая 2023 г.; НовГУ. – Великий Новгород. 2023. С. 50-53.

5. Барсукова В.В. Топологические индексы в изучении корреляции «структура – свойство» карбоновых кислот // XXII научная конференция аспирантов и студентов ХТФ ТвГУ. Тезисы докладов. ТвГУ. Тверь. 2023. С. 65.

Мармеладные изделия функционального назначения

Булкина А.Э. (бакалавр 4 курс)

Научный руководитель: ст. преп. Лихуша П.С.

На современном рынке пищевой продукции значительная роль отводится кондитерским изделиям, а также кондитерским изделиям функционального назначения. Согласно маркетинговым исследованиям мармеладно-пастильная продукция по популярности занимает третье место среди кондитерских изделий, уступая только признанным лидерам кондитерской промышленности - шоколадным изделиям и карамельно-леденцовой продукции.

Кондитерская продукция с функциональными свойствами на российском рынке представлена преимущественно леденцами, облегчающими кашель или направленными на придание свежести дыханию, реже встречаются мармеладно-пастильная продукция лечебно-профилактической направленности. Зарубежный же рынок более разнообразен. Например, в странах Европы и США выпускаются желейные конфеты с биологически активными добавками природного происхождения, направленными для улучшения пищеварения, для устранения последствий стресса, направленными на снижение веса, для диетического и детского питания.

В качестве перспективного объекта для создания на его основе функционального пищевого продукта лечебно-профилактической направленности был выбран мармелад. В данной работе в качестве пищевой добавки функциональной направленности в рецептуру мармелада вводится комплексная пищевая добавка «Премикс витаминный DELAR».

Мармелад – это сахаристое кондитерское изделие студнеобразной консистенции, имеющее определенную заданную форму, получаемое увариванием желирующего фруктового и (или) овощного сырья и (или) раствора студнеобразователя с сахаром, с добавлением или без добавления патоки, пищевых добавок, ароматизаторов, массовой долей фруктового и (или) овощного сырья для фруктового (овощного) мармелада не менее 30%, для

18 декабря 2023 г.

желейно-фруктового (желейно-овощного) – не менее 15%, массовая доля влаги в котором составляет не более 33% от массы кондитерского изделия [1].

Цель работы – разработать рецептуру мармеладного изделия на основе ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» и спецификации на витаминный премикс, предоставленной производителем. А также провести сравнительный физико-химический анализ мармелада с добавлением витаминного премикса (образец №1) и мармелада, изготовленного по классической рецептуре (образец №2). Результаты анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ физико-химических показателей качества изделий [2]

Наименование показателя	Требования ГОСТ	Фактические значения показателя		
		Образец №1	Образец №2	Соответствие/ несоответствие требованиям ГОСТ
Массовая доля влаги, %	15-22	15,9±0,4	19,5±0,4	Соответствует
Кислотность, град	3,1-3,3	3,12	3,09	Соответствует

В результате проведенного физико-химического анализа установлено, что мармелад с добавлением витаминного премикса и мармелад, изготовленный по классической рецептуре, соответствуют ГОСТ 6442-2014 «Мармелад. Общие технические условия» [1] по следующим физико-химическим показателям: «массовая доля влаги» и «кислотность». Оба образца показали хорошие результаты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 6442-2014 «Мармелад. Общие технические условия» [Электронный ресурс]. – Введ. 2016-01-01. – М: Стандартинформ, 2019. – 6 с.

СПИСОК АПРОБАЦИИ:

2. Булкина А.Э., Лихуша П.С. Применение комплексной пищевой добавки «Премикс витаминный DELAR» при производстве мармеладных изделий // Пищевые добавки: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. Преподавателей и молодых ученых, (Донецк, 30 ноября 2023 г.). Донецк: ФГБОУ ВО «Донец. нац. ун-та экономики и торговли им. М. Туган-Барановского. 2023. С 47-48.

Синтез димерных поверхностно-активных веществ на основе оксиэтилированных спиртов

Васильева Д.В. (магистрант, 2 курс)

Научный руководитель: доцент, к.х.н. Темникова С.А.

Димерные поверхностно-активные вещества довольно интенсивно изучаются в последние несколько десятилетий, так как несмотря на обилие представленных на рынке поверхностно-активных веществ сохраняется тенденция к поиску новых более эффективных соединений. Основные преимущества димерных поверхностно-активных веществ по сравнению с их мономерными аналогами состоят в том, что их водные растворы образуют мицеллы уже при меньших на порядок концентрациях, а само значение поверхностного натяжения в точке критической концентрации мицеллообразования также значительно меньше; к тому же известны их необычные структурные особенности, а именно способность образовывать агрегаты различного состава, регулирование которого достигается изменением строения молекул, входящих в димерную структуру [1]. В научных публикациях в основном рассматривают димерные поверхностно-активные вещества катионного характера, в то время как неионогенные встречаются сравнительно редко, а потому представляют определенный научный и практический интерес.

В данной работе в качестве метода «димеризации» была использована реакция ацилирования [2], ацилирующими агентами взяты двухосновные карбоновые кислоты, которые в конечной структуре димера выступали в качестве спейсерного фрагмента, определяющего свойства полученных соединений. Ранее автором были изучены и представлены следующие комбинации ацилирующих агентов и оксиэтилированных спиртов: ацетондикарбоновая кислота и неол 9-12 [3], глутаровая кислота и неол 9-12 [4]. Так как строение димера имеет непосредственное влияние на

18 декабря 2023 г.

коллоидно-химические свойства его водных растворов, далее в качестве ацилирующих агентов были использованы двухосновные карбоновые кислоты с другими функциональными группами: глутаминовая кислота (NH_2 -группа), аспарагиновая кислота (NH_2 -группа), винная кислота (OH -группы); в качестве оксиэтилированного спирта был опробован синтанол ДС-10. Результаты синтезов приведены в таблице:

Таблица. Выходы целевых продуктов синтеза.

Исходные соединения		Выход, %
Оксиэтилированный спирт	Ацилирующий агент	
Неонол 9-12	Ацетондикарбоновая кислота	54
	Глутаровая кислота	70
Синтанол ДС-10	L-Глутаминовая кислота	69
	D,L-Аспарагиновая кислота	14
	Винная кислота	29

Согласно представленным данным ацилирование оксиэтилированных спиртов двухосновными карбоновыми кислотами позволяет успешно получать поверхностно-активные вещества с димерной структурой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Тензиометрические и реологические свойства функционализированных имидазолиевых ПАВ на границе раздела жидкость–газ / С. Л. Хилько, А. А. Котенко, С. А. Гребенюк [и др.] // Коллоидный журнал. 2019. Т. 81, № 3. С. 344-355.
2. Ломинога Е.А., Бурмистров К.С., Гевод В.С. Синтез димерных поверхностно-активных веществ на основе синтанола ДС-10 и адипиновой кислоты // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2018. Т. 61. Вып. 2. С. 91–96.

СПИСОК АПРОБАЦИИ:

3. Васильева Д.В. Получение ацетондикарбоновой кислоты // XXVIII Каргинские чтения: тезисы докладов. Сборник материалов. Тверь: ТвГУ 2022. С. 37.
4. Васильева Д.В. Получение димерного поверхностно-активного вещества ацилированием неонола 9-12 // XXI Научная конференция аспирантов и студентов химико-технологического факультета. Тверь: ТвГУ. 2022. С. 43.

Исследование амфотерного поверхностно-активного вещества в качестве стабилизатора эмульсии оливкового масла

Веролайн В.А. (магистрант, 2 год)

Научный руководитель: доцент, к.х.н. Темникова С.А.

В настоящее время перспективными являются амфотерные поверхностно-активные вещества (АмПАВ), благодаря их низкой раздражающей способности, высоким показателям поверхностной активности, совместимости с другими поверхностно-активными веществами [1]. В работе [1] авторы описывают методы получения АмПАВ, сравнивая их эффективность. Авторы [2,3] получают такие вещества на основе N,N-диметиламиноэтилдодеканоата, монохлоруксусной кислоты, а так же акриловой кислоты. Экспериментально установлено, что синтез на основе N,N-(диметил)аминоэтилдодеканоата и акриловой кислоты является более целесообразным, так как выход продукта составил 95%. Благодаря отказу от растворителя, полученное вещество не нуждается в очистке. Полученный N-(додеканоилокси)этил-N,N-(диметил)аммонийпропионат представляет собой вязкую желтую жидкость и снижает поверхностное натяжение воды с 72 до 23 мН/м. По изотермам поверхностного натяжения найденное значение ККМ находится при концентрации от $2,5 \cdot 10^{-3}$ до $7,5 \cdot 10^{-3}$ моль/л. Исходя из экспериментальных данных, полученных кондуктометрическим методом следует, что ККМ для N-(додеканоилокси)этил-N,N-(диметил)аммонийпропионата наблюдается при $C=4,6 \cdot 10^{-3}$ моль/л [2].

Устойчивое пенообразование изучаемого вещества отмечено через 30 мин только при концентрациях от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л [3].

Эмульгирующую способность исследовали для растворов N-(додеканоилокси)этил-N,N-(диметил)аммонийпропионата с концентрациями от $1 \cdot 10^{-1}$ моль/л до $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л с оливковым маслом в соотношении 5:1. При встряхивании более 600 с эмульсий с концентрацией АмПАВ $1 \cdot 10^{-1}$ моль/л

18 декабря 2023 г.

образовался стабильный слой толщиной 8 мм. При остальных концентрациях такие слои не были обнаружены, эмульсии расслаивались и разрушались.

С помощью оптического микроскопа Hyperion-1000 (Bruker) получали электронные микрофотографии исследуемых эмульсий. Электронная микрофотография ресуспензируемого слоя эмульсии оливкового масла в растворе АмПАВ с концентрацией $1 \cdot 10^{-1}$ моль/л представлена на рис. 1.

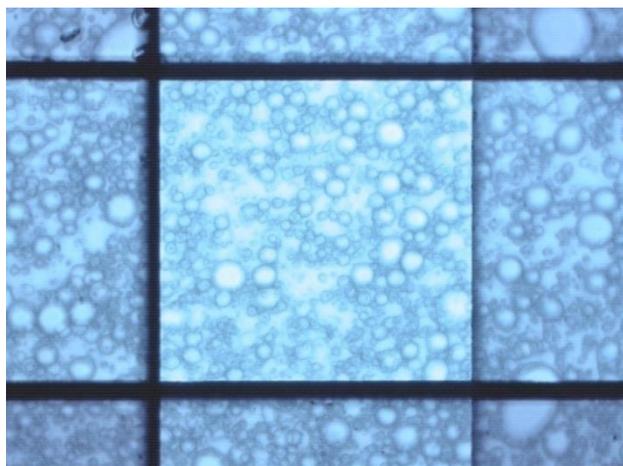


Рис. 1. Электронная микрофотография (увеличение 150) ресуспензируемого слоя эмульсии оливкового масла в растворе АмПАВ с концентрацией $1 \cdot 10^{-1}$ моль/л.

Некоторые исследователи описывают подобные слои и называют их ресуспензируемые, такие слои сходны по своим свойствам со структурированными коллоидными системами – гелями. Если концентрация капель углеводородов или масел приближается к 90%, дисперсионная среда принимает вид тонких прослоек жидкости – эмульсионных плёнок.

СПИСОК АПРОБАЦИИ:

1. Дубов М.О., Веролайн В.А., Ворончихина Л.И. Цвиттер-ионные поверхностно-активные вещества на основе N,N-диэтилэтаноламина // Вестник ТвГУ: Сер. Химия. 2020. № 2 (40). С. 121-130.
2. Веролайн В.А., Темникова С.А. Исследование амфотерных поверхностно-активных веществ в качестве стабилизаторов эмульсий // Журнал «Молодой ученый». Рубрика «Химия». №29 (476), июль 2023 г. С. 5-9.
3. Веролайн В.А. Смеси поверхностно-активных веществ как стабилизаторы эмульсий // Физика, химия и новые технологии. Сборник материалов Всероссийской научно-технической конференции молодых учёных в рамках Каргинских чтений. 2020. С.31.

Синтез наночастиц серебра с помощью лекарственных растений

Волкова В.М. (магистр, 2 курс)

Научный руководитель: доцент, к.х.н. Хижняк С.Д.

Целью данной работы является зелёный синтез наночастиц серебра с использованием водных растворов лекарственных растений и характеристика наночастиц с помощью физико-химических методов: УФ-спектроскопии, динамического светорассеяния (ДСР) и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Для работы были взяты листья лаванды, мяты, багульника, петрушки, календулы и папоротника, собранные в Тверской области в 2022 году.

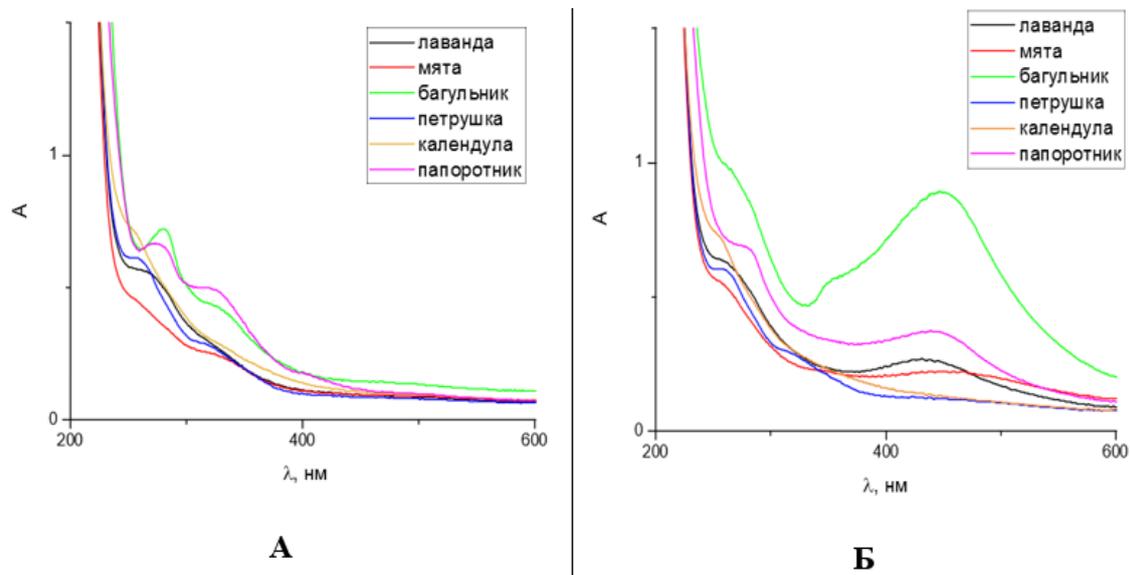


Рис. 1 Спектры водных экстрактов лекарственных растений через 5 минут (А) и 13 дней (Б) после добавления $AgNO_3$. Соотношение $V_{\text{экстракт}}/V_{AgNO_3} = 1/1$

На рис. 1 показаны электронные спектры водных экстрактов лекарственных растений через 5 минут и 13 дней после добавления нитрата серебра. В спектрах исходных образцов обнаружены полосы поглощения разной интенсивности с максимумами поглощения ~ 285 , ~ 330 нм, которые соответствуют различным биологически активным веществам. Добавление раствора нитрата серебра к водным экстрактам приводит к изменениям

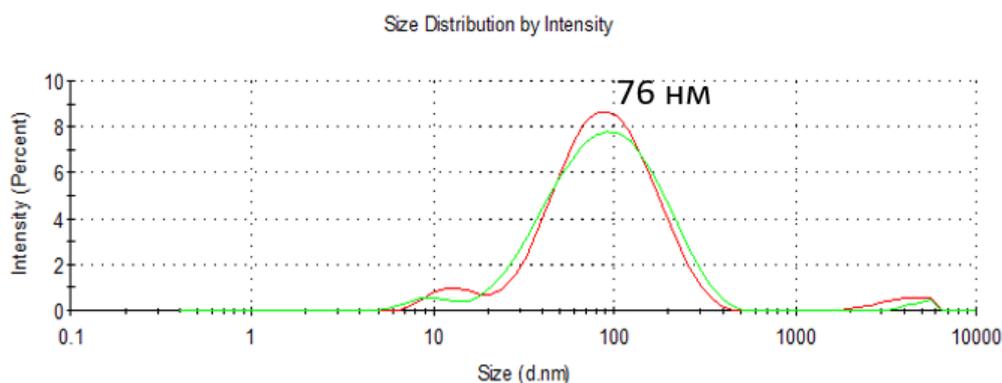


Рис.2 Распределение наночастиц по размерам в водном экстракте багульника через 13 дней после добавления $AgNO_3$.

18 декабря 2023 г.

электронных спектров – появлению полосы плазмонного резонанса НЧС с максимумом ~ 420–430 нм.

Размеры НЧС в растворах багульника определили с помощью ДСР (рис. 2). Из рисунка видно, что в растворе образуется два типа частиц с размерами ~15 и 76 нм. На рис. 3 представлен дзета-потенциал частиц, он равен -29 мВ, что говорит о стабильности наночастиц. Отрицательный заряд наноагрегатов свидетельствует о том, что поверхность НЧС стабилизирована анионами, которые выступают в роли противоионов. Такую функцию могут выполнять

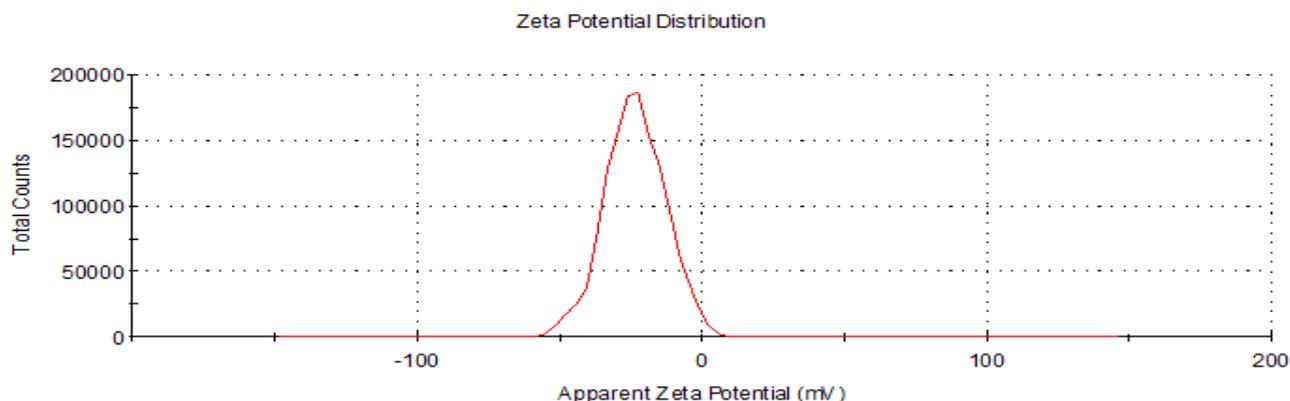


Рис. 3. Дзета-потенциал наночастиц, синтезированных с помощью экстракта багульника, через 9 дней после добавления нитрата серебра

сульфид-анионы, входящие в состав аминокислот и белков, а также хлорид-анионы – составная часть межклеточной жидкости.

Таким образом, установлено, что эффективный синтез стабильных во времени НЧС зависит от композиционного состава вторичных метаболитов лекарственных растений, обладающих антиоксидантной активностью, которая падает в ряду багульник-папоротник-лаванда.

Список апробаций

1. Волкова В. М. Оценка эффекта антропогенных факторов на химический состав листьев клёна // XXVII Каргинские чтения. – 2021. – С. 47.
2. Волкова В.М. Зеленый синтез наночастиц серебра с использованием водных экстрактов листьев клена // Сборник материалов Конкурса научно-исследовательских работ, 20 декабря 2021 г./ – Тверь: Тверской государственный университет, химико-технологический факультет 2021. – С. 11-12.
3. Волкова В. М. Анализ наночастиц серебра, полученных с использованием водных экстрактов клёна, с помощью спектральных методов // XXVIII Каргинские чтения. – 2022. – С. 46.
4. Волкова В.М. Кинетика синтеза наночастиц серебра с использованием водных экстрактов листьев клёна // Двенадцатая международная научная конференция “Химическая термодинамика и кинетика”, 16-20 мая, 2022. – С. 77-78.
5. Волкова В.М. Зелёный синтез наночастиц серебра с использованием водных экстрактов клёна // XXI научная конференция аспирантов и студентов химико-технологического факультета, 23 мая 2022 г./ - Тверь: Тверской государственный университет, химико-технологический факультет 2022. – С. 69.

Изучение технологии производства сырцовых пряничных изделий с использованием ароматизатора пищевого «Мята» и сухих компонентов мяты перечной

Дышкант Е. Е. (бакалавр, 4 курс)

Научный руководитель: старший преподаватель Кудряшова Н.А.

Внедрение нетрадиционного и местного сырья для производства новых видов кондитерских изделий массового и функционального потребления, обогащенных белками, микроэлементами, полисахаридными пищевыми волокнами, позволяет не только повысить пищевую и биологическую ценность готовых изделий, но и сэкономить расход ряда рецептурных компонентов [2].

Для обоснования дальнейшего возможного использования ароматизатора «Мята» или сухой мяты перечной были изготовлены образцы сырцовых пряников. Для изучения влияния указанных добавок на потребительские свойства пряничных изделий готовили сырцовое пряничное тесто по общепринятой технологии. В модельные рецептуры добавляли сухие измельченные листья мяты перечной 0,5–1,5% к массе муки в тесте, а также пищевой ароматизатор «Мята» по рецептуре (образец 1 и образец 2 соответственно).

Полученные образцы были проанализированы по наиболее значимым органолептическим и физико-химическим показателям, таким как цвет, вкус, запах, форма, структура, влажность, плотность, намокаемость, щелочность, массовая доля сахара. Анализ проведенных исследований показал, что ароматизатор «Мята» обладает высокой термостабильностью до 250 °С. Дозировка составляет 0,4-0,6 кг на тонну изделия. Данный ароматизатор вносят в изделие вместе с жидкими компонентами. Мятное масло придаёт продукту яркий аромат и вкус мяты с хорошо выраженными ментоловыми нотками. Из этого можно сделать вывод, что добавлять экстракт необходимо будет в малых количествах, так как его концентрация составляет 92±2%. Добавление измельченных сухих компонентов мяты перечной оказывает влияние на цвет

18 декабря 2023 г.

продукта. Органолептические и физико-химические показатели соответствуют нормам ГОСТа.

Таблица 1.

Органолептические и физико-химические показатели качества сырцовых пряников [1, 3]

Показатель	ГОСТ	Образец 1	Образец 2
Цвет	От бело-кремового до темно-коричневого	Светло-коричневый	Бело-кремовый
Вкус Запах	Соответствие свойству данного изделия	Вкус и запах соответствуют	Вкус и запах соответствуют
Форма	Правильная поверхность без трещин	Правильная поверхность с мелкими трещинами	Правильная поверхность без трещин
Структура	Мягкая, связанная структура, не рассыпающаяся при разламывании	Слегка уплотненная, не рассыпающаяся	Мягкая, разрыхленная, не рассыпающаяся
Влажность, %	11,0-16,0	13,0	11,2
Плотность г/см ³	0,50	0,75	0,55
Щелочность, градусы, не более	2,0	1,8	2,0
Намокаемость, % не менее	180	185	180

Важно понимать, что применение мяты перечной позволит создать широкий ассортимент новых пищевых продуктов, используемых на рынке Тверской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 15810-2014 Изделия кондитерские. Изделия пряничные. Общие технические условия: дата введения 2016-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2015. – 8 с.
2. Корячкина С. Я., Матвеева Т. В. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки для хлебобулочных и кондитерских изделий – СПб.: ГИОРД, 2013. – 528 с.

СПИСОК АПРОБАЦИИ:

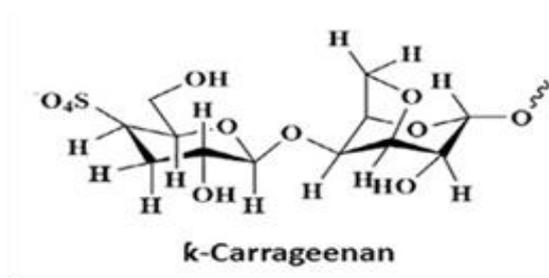
3. Дышкант Е. Е., Кудряшова Н.А. Оценка показателей качества пряников сырцовых XXII научная конференция аспирантов и студентов химико-технологического факультета (ТвГУ, ХТФ, 1 июня 2023 г.) Тверь. 2023г. С. 10.

Супрамолекулярные гидрогели на основе L-цистеина, нитрата серебра и каррагинана

Ершов Н.А. (специалист, 4 курс)

Научные руководители: д.х.н Пахомов П.М., к.х.н. Хижняк С.Д.

Каррагинан (КГ) – это природный линейный сульфатированный полисахарид анионного типа, который получают из красных морских водорослей Rhodophyceae. КГ обладает иммуномоделирующими, противовирусными, антибактериальными, антикоагуляционными и



антиоксидантными свойствами, что объясняет различные области его применения в биомедицине [1].

Дисахарид карра-каррагинана, имеющий одну сульфатную группу в водном растворе L-цистеина (L-Cys) и нитрата серебра (цистеинсеребряный раствор – ЦСР).

Цель работы – исследование влияния КГ на процесс самосборки и гелеобразования

Для изучения влияния КГ на процессы гелеобразования в ЦСР были приготовлены образцы, представленные на рис. 1.



а



б



в

Рис. 1. Фотографии приготовленных образцов: ЦСР+КГ (а), ЦСР+CuSO₄, (б) и ЦСР+КГ+CuSO₄, (в) ЦСР+КГ+CuSO₄

В результате проведенных структурно-вязкостных исследований установлено, что прозрачные и устойчивые во времени гидрогели образуются в узком концентрационном диапазоне КГ и электролита, а именно 0,015-0,02 мл/л

18 декабря 2023 г.

мл ЦСР, при этом концентрация КГ составляет 0,01 %. Кроме того, обнаружено, что наиболее устойчивые гидрогели образуются в присутствии электролита – сульфата меди [2]. В растворах ЦСР+КГ при заданных условиях процесс гелеобразования не наблюдался (рис. 1а). В то же время было установлено, что вязкость гидрогелей ЦСР+КГ+CuSO₄ (рис. 1в) имеет более высокие значения по сравнению с двухкомпонентными гидрогелями (рис. 1б). Данные по вязкости приведены на рис. 2. В УФ спектрах всех исследованных образцов отмечаются незначительные изменения в области полос поглощения с максимумами ~316 и ~390 нм, что свидетельствует о слабых трансформациях электронной конфигурации супрамолекулярных кластерных цепочек под влиянием КГ.

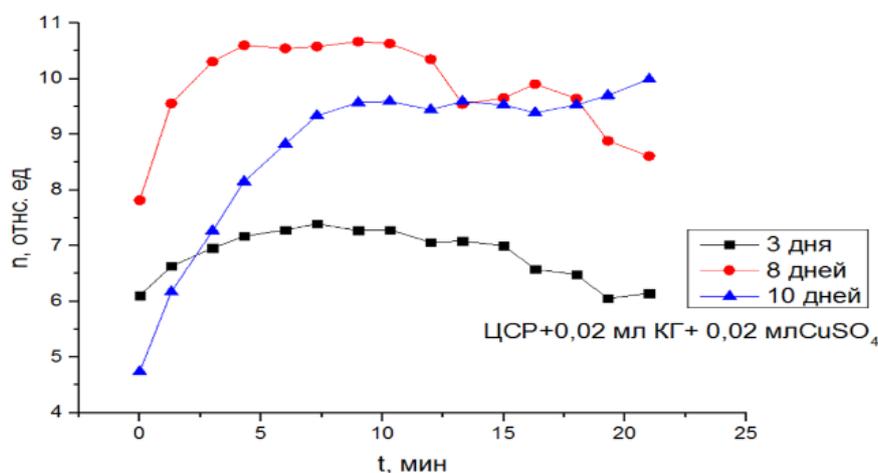


Рис. 2. Зависимость относительной вязкости 2-х и 3-х компонентных систем от времени

Работа выполнена на оборудовании лаборатории спектроскопии ЦКП ТвГУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mirzaei A. Biomedical and Environmental Applications of Carrageenan-Based Hydrogels: A Review / A. Mirzaei¹, M. Esmkhani¹, M. Zallaghi¹, Z. Nezafat¹, S. Javanshir¹ // Journal of Polymers and the Environment – 2022. №5(3), С. 734-745

СПИСОК АПРОБАЦИИ:

2. Ершов Н.А., Хижняк С. Д., Пахомов П. М. Процессы самосборки в супрамолекулярной системе «L-цистеин-нитрат серебра под влиянием каррагинана» // XXIX Каргинские чтения: тезисы докладов. – Тверь: Тверской государственный университет, 2023. – С. 77.

Изучение технологии производства и оценка качества мучных кондитерских изделий на примере печенья затыжного

Ефимов Е.В. (бакалавр, 4 курс)

Научный руководитель: ст. преп. Кудряшова Н.А.

Цель работы: Изучение технологии производства и оценка качества мучных кондитерских изделий на примере печенья затыжного.

Затыжное печенье: печенье плоской формы, переслоенное начинкой или без нее, со сквозными проколами на поверхности, сухой, слоистой структуры, массовой долей общего сахара не более 20%, массовой долей жира не более 30%, массовой долей влаги не более 9% [1]. Технологический процесс производства затыжного печенья состоит из следующих этапов: хранение сырья; подготовка сырья к производству; замес теста; прокатка теста; вылеживание теста; вторичная прокатка; формование; выпечка; отделка готового изделия: охлаждение, укладка, упаковка; хранение готовых изделий. Производственная линия включает несколько обязательных участков - тестоприготовительный, участок прокатки, формования и выпечки, но может включать и ряд дополнительных участков, в зависимости от объемов производства и возможностей производителя [3].

В качестве объектов исследования отобраны образцы печенья затыжного трех различных производителей, реализуемого в торговой сети города Твери. Органолептическая оценка показателей качества проводилась согласно ГОСТ 24901-2014. Метод основан на определении показателей: вкус, запах, форма, поверхность, цвет и вид в изломе. В результате органолептической оценки установлено, что образец №1 производитель «Любятово», образец №2 производитель «Дымка» и образец №3 производитель «Красная цена», полностью соответствуют требованиям ГОСТ 24901-2014. Технические требования к качеству печенья регламентированы ГОСТ 24901-2014. Методы исследования: определение массовой доли влаги, щёлочности и намокаемости затыжного печенья. Результаты физико-химических показателей качества исследованного печенья трех образцов указаны в таблице №1.

18 декабря 2023 г.

Таблица 1. Результаты физико-химической оценки

Наименование показателя	Показатель по ГОСТу	Фактический показатель		
		Образец №1	Образец №2	Образец №3
Массовая доля влаги, %	не более 9,0	1,6	3,8	2,9
Щелочность, град.	не более 2,0	1,2	0,5	0,7
Намокаемость, %	не менее 180	315	267	279
Соответствие ГОСТ		Соответствует	Соответствует	Соответствует

В результате физико-химической оценки установлено, что образец №1 «Любятово», образец №2 «Дымка» и образец №3 «Красная цена» полностью соответствуют требованиям ГОСТ 24901-2014. соответствуют ГОСТ 24901-2014 [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 24901-2014 Печенье. Общие технические условия – Москва: Стандартинформ, 2017. – 12 с.

СПИСОК АПРОБАЦИИ:

2. Ефимов Е.В., Кудряшова Н.А. Технология производства и физико-химические показатели качества затяжного печенья / XXII Научная конференция аспирантов и студентов химико-технологического факультета (Тверь, ТвГУ, ХТФ, 1 июня 2023 г.), Тверь: ТвГУ. С. 14.

3. Ефимов Е.В., Кудряшова Н.А. Этапы производства затяжного печенья - Технология и гигиена питания: материалы республиканской научно-практической интернет-конференции преподавателей и обучающихся, 14 сентября 2023 г. / М-во науки и высшего образования Российской Федерации., Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского [и др.]. – Донецк: ДОННУЭТ, 2023. – 101 с.

Влияние дополнительного морковного сырья разной технологической обработки на качество макаронных изделий

Киреев Е.С. (бакалавриат, 4 курс)

Научный руководитель: ст. преподаватель Брославская М.Н.

Питание – важнейший фактор внешней среды, который определяет правильное развитие, состояние здоровья и трудоспособность человека. Одним из основных гарниров, которые используют люди в ежедневном рационе являются макаронные изделия. В соответствии с ныне действующим ГОСТом Р 52000-2010 «Изделия макаронные. Термины и определения», макаронные изделия – это пищевой продукт, изготавливаемый из пшеничной муки и воды смешиванием, различными способами формования и высушивания. При этом допускается изготовление макаронных изделий из других зерновых и не зерновых культур и продуктов их переработки с использованием или без использования дополнительного сырья [1]. В данной работе была поставлена цель: изучить, как ведет себя дополнительное сырье различной технологической обработки в макаронных изделиях на примере моркови в готовых образцах присутствующих на рынке.

Для проведения оценки качества были выбраны 2 образца Образец №1: Лапша ручной работы на соке моркови и Образец №2: Ракушки «Морковные» с сушеной морковью. Органолептическая оценка проводилась согласно ГОСТа 31743–2017 пункт 5.2.2. таблице №1 по следующим показателям: вкус, запах, цвет. Данные представлены в таблице №2 Физико-химический анализ проводился в соответствии ГОСТа 31743–2017 пункт 5.2.3. таблице №2 по следующим показателям для определения таких показателей как массовая доля золы на а.с.в, содержание белка, кислотность. Данные представлены в таблице №2 [2], [3].

18 декабря 2023 г.

Таблица №1. Органолептические показатели качества выбранных образцов.

Наименование показателя	Требования ГОСТ 31743— 2017	Обр. №1 с соком моркови	Обр. №2 с сушеной морковью	Заключение
Цвет	Соответствующий сорту муки и используемому дополнительному сырью	Светло оранжевый	Темно – оранжевый— красно-оранжевый	Соответствует требованиям ГОСТ
Вкус	Свойственный данному изделию, без постороннего вкуса	Свойственный используемому сырью без постороннего привкуса	Свойственный используемому сырью без постороннего привкуса	Соответствует требованиям ГОСТ
Запах	Свойственный данному изделию, без постороннего запаха	Слабо морковный	Свойственный сушеной моркови	Соответствует требованиям ГОСТ

Таблица №2. Физико-химические показатели качества образцов.

Наименование показателя	Требования ГОСТ 31743— 2017	Обр. №1 с соком моркови	Обр. №2 с сушеной морковью	Заключение
Общая кислотность град.	Не более 5 град.	3,0	4,6	Соответствует требованиям ГОСТ
Зола в пересчете на сухое вещество %	Не более 2,4%	1,09	2,34	Соответствует требованиям ГОСТ
Содержание белка %	Не менее 10,5%	13,6	13,9	Соответствует требованиям ГОСТ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ Р 52000-2010 Изделия макаронные. Термины и определения: дата введения 2011-07-01. Москва: Стандартинформ. 2018. 7 с.
2. ГОСТ 31743-2017 Изделия макаронные. Общие технические условия: дата введения 2019-01-01. Москва: Стандартинформ. 2023. 9 с.

СПИСОК АПРОБАЦИИ:

3. Киреев Е.С. Брославская М.Н. Влияние дополнительного сырья различной технологической обработки на качество макаронных изделий // XXII Научная конференция аспирантов и студентов химико-технологического факультета (Тверь, ТвГУ, ХТФ, 1 июня 2023 г.), Тверь: ТвГУ.2023. С. 15.

Гидратация *L*-цистеина двумя и тремя молекулами воды

Киреева Д.С. (студент, 4-го года обучения)

Научный руководитель: доцент, к.х.н., Русакова Н.П.

Моделирование гидратации проводилось поочередным «опусканием» молекул воды со стороны кислорода COOH *L*-цистеина (*L*-Cys). Оптимизация геометрии гидратированных молекул (Рис.) проведена функционалом B3LYP, параметры электронной плотности ($\rho(r)$) в критических точках связевых путей (Таблица) получены в рамках «квантовой теории атомов в молекулах»

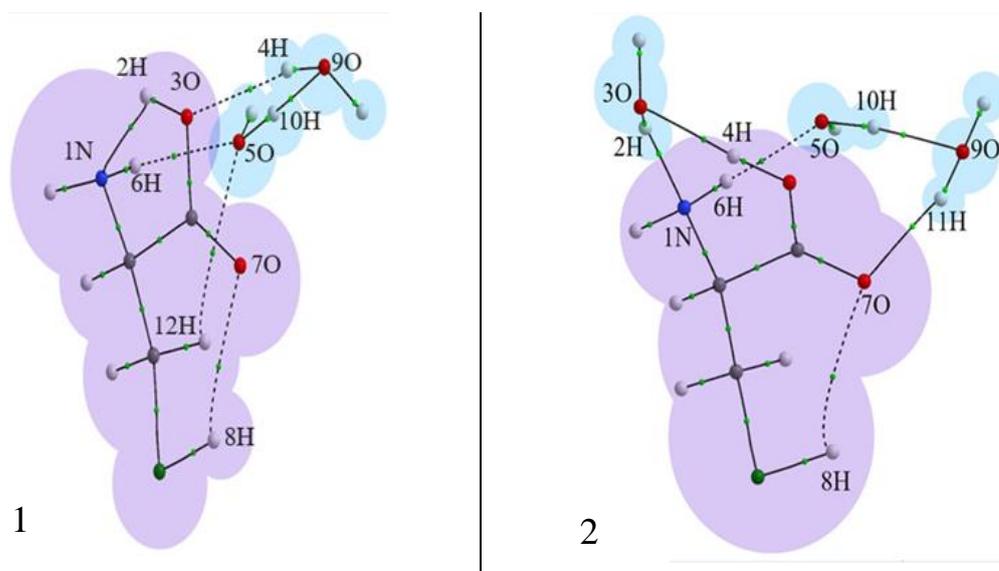


Рис.:

Гидратация молекулы *L*-Cys 1) двумя, 2) тремя молекулами воды; пунктиром показаны слабые внутри- и межмолекулярные взаимодействия.

Наличие в системе *L*-Cys двух молекул воды приводит к возникновению в системе двух типов водородных связей: внутримолекулярных и межмолекулярных. Внутримолекулярные слабые взаимодействия *L*-Cys двух типов: 1) сформированы N амина и H карбоксила (1N-2H), 2) кислородом COOH и H тиольной группы (7O-8H). Взаимодействия 1N-2H и 7O-8H в соединении 1 (Рис.) сохранились от безводной формы, они достаточно устойчивы и добавление к модели двух H₂O не привело к их разрушению. Дальнейшая гидратация сопровождается разрушением внутримолекулярного 1N-2H и образованию межмолекулярного связующего пути геометрии 2 (Рис.). Разрыв связевой линии 1N-2H структуры 1 сопровождается образованием двух других с молекулой одной H₂O: 1) между N амина и водородом H₂O (1N-2H), 2) водородом COOH и O воды (3O-4H).

18 декабря 2023 г.

Добавление к *L*-Cys одной молекул воды приводит не только к геометрическим преобразованиям всей системы, но и перераспределению электронной плотности внутри *L*-Cys, отражающееся в изменении значений $\rho(r)$, ϵ и *L* сохранившихся водородных связей (Таблица). Так в соединении 2 длина внутримолекулярного взаимодействия 7O-8H увеличивается на 0,19 Å, эллиптичность повышается на 0,41 а.е., а $\rho(r)$ остается такой же (7O-8H дестабилизируется). Тогда как изменения $\rho(r)$ и *L* пути 5O - 6H показывают его стабилизацию и повышение прочности.

Таблица.

Электронная плотность ($\rho(r)$, в а.е.), эллиптичность (ϵ) и длина связующего пути (*L*, в Å) в критических точках слабых взаимодействий гидратированного *L*-Cys.

Взаимодействия	Двумя молекулой воды			Тремя молекулами воды		
	$\rho(r)$	ϵ	<i>L</i>	$\rho(r)$	ϵ	<i>L</i>
1N - 2H	0,040	0,18	1,95	0,043	0,04	1,85
3O - 4H	0,019	0,12	2,10	0,047	0,04	1,72
5O - 6H	0,018	0,06	2,12	0,022	0,07	2,04
5O - 12H	0,004	0,54	3,02	-	-	-
7O - 8H	0,013	0,23	2,44	0,013	0,64	2,63
7O - 11H	-	-	-	0,023	0,03	1,90
9O - 10H	0,032	0,03	1,87	0,035	0,03	1,84

Межмолекулярные взаимодействия между кислородом и водородом структуры 2 с молекулами воды 7O - 11H, 3O - 4H и 5O-6H обладают большим значением электронной плотности в критической точке связевого пути и меньшей длиной, что свидетельствует о большей прочности этих связей.

СПИСОК АПРОБАЦИИ:

1. Ткаченко Д.С., Русакова Н.П. Моделирование гидратации L-цистеина. Свойства критических точек // XXII Научная конференция аспирантов и студентов химико-технологического факультета (Тверь, ТвГУ, ХТФ, 1 июня 2023 г.), Тверь: ТвГУ. 2023. С68.

Влияние пищевых добавок на качество «батона Нарезного»

Кочихин Д. Д. (бакалавр, 4 курс)

Научный руководитель: ст. преподаватель Брославская М.Н.

В хлебопекарной промышленности на малых предприятиях самой распространенной является комплексная пищевая добавка «Мажимикс» хлебопекарный с желтой этикеткой «Объем + мягкость». Ее состав: пшеничная мука; стабилизатор: карбонат кальция; антиокислитель: аскорбиновая кислота; технологические вспомогательные средства: ферменты (амилазы и гемицеллюлазы); кислота лимонная. Данная пищевая добавка позволяет: улучшить мягкость мякиша за счет работы ферментного комплекса (образование декстринов + дополнительная вода для крахмала и белков) и продление сроков свежести; улучшить формоустойчивость и объём; улучшить газообразование и газодерживающую способность. Также для исследования были взяты два образца «Батона Нарезного». Образец № 1 – без добавления добавки «Мажимикс». Образец № 2 – с добавлением добавки «Мажимикс».

Органолептические показатели качества образца № 1 (без добавления «Мажимикс»): внешний вид - продолговатая форма; состояние поверхности – соответствующая виду изделия; пропеченность – пропеченное изделие; цвет – светло-коричневый, без подгорелости; состояние мякиша – пропеченный, не влажный на ощупь, без следов непромеса; структура пористости – свойственная изделию; вкус – свойственный «батону Нарезной», без постороннего привкуса; запах – без постороннего. Органолептические показатели качества образца № 2 (с добавлением «Мажимикс»): Внешний вид: форма – правильная, продолговато–овальная, не расплывчатая, без притисков; состояние поверхности – поверхность гладкая, с четкими проколами, без крупных трещин и подрывов. Верхняя корка тонкая, выпуклая, без глянца; пропеченность – достаточная, при разрезании мякиш не прилипает к ножу, не крошится, хорошо разжевывается, не комкуется, не прилипает к зубам; цвет – светло-коричневый, без подгорелости и

18 декабря 2023 г.

бледности; состояние мякиша – пропеченный, без следов непромеса, эластичный, при легком надавливании пальцами принимает первоначальную форму; структура пористости – пористость хорошо развитая, тонкостенная, прочная, равномерно крупная, не грубая, без пустот и уплотнений; вкус – свойственный не кислый, не пресный, без постороннего привкуса; запах – без постороннего запаха.

Таблица 1: Физико-химические показатели качества образца № 1 [1, 2]

Наименование показателей	Показатели по ГОСТ	Образец № 1	Образец № 2
Влажность мякиша, %, не более	42,0	41,2	40,9
Кислотность мякиша, град., не более	2,5	2,3	2,1

Таблица 2 – Физико-химические показатели качества образца № 2

Наименование показателей	Показатели по ГОСТ	Образец № 1	Образец № 2
Влажность мякиша, %, не более	42,0	41,2	40,9
Кислотность мякиша, град., не более	2,5	2,3	2,1

В результате проведенных исследований при внесении комплексной пищевой добавки «Мажимикс» хлебопекарный с желтой этикеткой «Объем + мягкость», улучшаются органолептические показатели, но данная добавка не изменяет физико-химические показатели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 27844-88 Изделия булочные. Технические условия.

СПИСОК АПРОБАЦИИ:

2. Кочихин Д.Д. Влияние пищевой добавки «Мажимикс» с желтой этикеткой на качество «батон Нарезной» // Пищевые добавки: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. преподавателей и молодых ученых (Донецк, 30 ноября 2023 г.). Донецк. 2023. С. 51-52.

Торт «Киевский»: определение содержания солей тяжелых металлов

Моисеева Е.Н. (бакалавр, 4 курс)

Научный руководитель: ст. преподаватель Брославская М.Н.

Исследования показателей безопасности проводились на химико-технологическом факультете, на кафедре неорганической и аналитической химии. В процессе исследования были приобретены навыки работы с различными реактивами, электроприборами, газовыми горелками. Ведущий инженер регулярно проводит инструктаж, который фиксируется в специальном журнале по соблюдению правил безопасности, выполнению лабораторных работ. В лаборатории соблюдается порядок и чистота. Присутствуют огнетушители, ящик с песком.

Исследование показателей безопасности проходило в четыре этапа. Первый этап: Отбор образцов для исследования. Было отобран и проанализирован образец торта «Киевский» производителя ООО «Фили-Бейкер», г. Москва. Образец приобретен в торговой сети «Метро», где были предоставлены и проанализированы сертификат соответствия ЕАЭС N RU-Д-RU.PA03.B.36164/22 от 28.04.2022 г. и протокол испытаний № ЗИЛ686 от 14.09.2023 г. Второй этап: Подготовка проб для анализа выбранных показателей безопасности. Согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» к токсичным элементам для мучных кондитерских изделий относят: свинец, кадмий, мышьяк, ртуть [1]. Согласно действующему ОСТу 10-060-95 «Торты и пирожные. Технические условия» к токсичным элементам относят: свинец, кадмий, мышьяк, ртуть, медь, цинк. Подготовка проб проводилась путем термической и мокрой минерализации согласно нормативному документу. Термическая минерализация образцов занимает 15 часов из-за необходимости полного перехода тяжелых металлов в их оксиды, в виду высокой термической устойчивости оксидов кадмия, меди и цинка. Определение их содержания

18 декабря 2023 г.

проводилось с помощью электронно-зондового анализа. Третий этап: Проведение анализа по выбранным показателям и обработка полученных результатов. Для определения содержания кадмия был использован метод электронно-зондовой спектроскопии. Метод был выполнен с помощью приставки для рентгеновского энергодисперсионного микроанализа Oxford INCA Energy 350 к растровому электронному микроскопу JEOLJSM-6610LV. Для определения меди и цинка был использован спектрофотометрический метод анализа на приборе ПЭ-5300ВИ фирмы «Экроссхим». Также для определения содержания выбранных токсичных элементов были использованы методики, указанные в соответствующих нормативных документах. Четвертый этап: Обработка полученных результатов. В результате исследования в отобранном образце превышение допустимого содержания токсичных элементов не выявлено, нормы которых указаны в нормативных документах [1], а также конкретно предоставленным сертификатом соответствия и протоколу испытаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»;

СПИСОК АПРОБАЦИИ:

2. Моисеева Е.Н., Брославская М.Н. Особенности технологии воздушно-ореховых тортов // Материал: XXVIII Каргинские чтения [Тверь], 1 апреля 2022 года. – С.100.

3. Моисеева Е. Н., Брославская М. Н. Оценка художественного оформления поверхности и проведение экспертизы качества торта «Киевский», реализуемого в ООО «Гиперглобус» г. Твери // Международный конкурс выпускных квалификационных работ // 30 августа 2022, г. Нижний Новгород. URL: [Intercllover-30-08-2022.xlsx \(live.com\)](#) (Дата обращения 10.11.2023).

4. Моисеева Е. Н., Брославская М.Н. Практическое применение эстетических показателей для разработки и апробирования 100-бальной шкалы для оценки художественного оформления тортов // Международный конкурс научно-исследовательских работ // (24 апреля 2023, г. Уфа). Уфа. 2023. С.69.

5. Моисеева Е.Н., Брославская М.Н. Разработка балльной шкалы для оценки эстетических показателей качества тортов // Победитель в номинации «За лучший доклад молодого ученого» // КМУ ИТМО // XII Конгресс молодых ученых, г. Санкт-Петербург, 2023. URL: <https://kmu.itmo.ru/news/159> (Дата обращения 18.11.2023).

Влияние кедровой муки на органолептические и физико-химические показатели качества хлебобулочных изделий

Орловская А.А. (бакалавр, 4 курс)

Научный руководитель: ст. преподаватель Кудряшова Н. А.

Хлебобулочное изделие - изделие, вырабатываемое из основного сырья для хлебобулочного изделия или основного сырья для хлебобулочного изделия и дополнительного сырья для хлебобулочного изделия [1]. Хлебобулочные изделия занимают особое место в питании человека. Семена сосны кедровой сибирской (кедровые орешки) и продукты их переработки – один из перспективных источников получения функциональных ингредиентов [2]. Шрот (жмых, мука), который остаётся после выжимания кедрового масла из ядра, перемалывается и применяется в качестве вкусовой добавки и обогатителя микроэлементами и витаминами в производстве пищевых продуктов [3-4]. Цель работы: исследование показателей качества хлебобулочных изделий при добавлении кедровой муки.

Согласно ГОСТа 27844-88 «Изделия булочные. Технические условия», проведена органолептическая оценка качества хлебобулочных изделий с добавлением кедровой муки (Рис.) в количестве 0% (образец №1, контрольный), 5% (образец №2), 15% (образец №3), 25% (образец №4). Контрольный образец с содержанием кедровой муки 0% произведён по рецептуре Булки русской круглой массой 0,05 кг.



Рис.:
Внешний вид
исследованных образцов

В результате органолептической оценки установлено, что по показателям: внешний вид, состояние мякиша, вкус, запах все образцы соответствуют требованиям ГОСТ 27844-88 «Изделия булочные. Технические условия». Органолептические показатели качества готовых изделий не ухудшаются при

18 декабря 2023 г.

добавлении кедровой муки в рецептуру изделий. Наилучшие показатели у образца №3 с содержанием кедровой муки 15%, который отличается приятным ароматом, имеет характерный вкус кедрового ореха.

В результате проведенного физико-химического анализа установлено, что не все образцы соответствуют требованиям ГОСТ 27844-88. Наилучшие показатели у образца №3 с содержанием кедровой муки 15%. Ухудшение физико-химических показателей наблюдается у образца №4 с содержанием кедровой муки 25%. Результаты представлены в таблице №1.

Таблица №1 – Физико-химические показатели качества хлебобулочных изделий

Наименование показателя	Требования ГОСТа 21844-88	Факт			
		Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №4
Влажность мякиша, %	не более 42,0	41,0	41,5	42,0	43,5
Кислотность мякиша, град.	не более 3,0	1,4	1,8	2,6	3,6

По результатам исследований установлено, что при внесении в рецептуру изделий кедровой муки органолептические показатели качества не ухудшаются по сравнению с классической рецептурой. Отклонения по физико-химическим показателям наблюдаются у образца с наибольшим содержанием кедровой муки. Путем проведения пробных лабораторных выпечек выявлена оптимальная дозировка кедровой муки – 15% от количества внесенной пшеничной муки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 32677-2014. Изделия хлебобулочные. Термины и определения. - введ. с 01.05.2015. – Москва: Изд-во стандартов, 2015. - 19 с.
2. Муканова М.Ж. Кедровая мука как дополнительный функциональный продукт // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-keдрovoy-muki-v-proizvodstve-mayoneza> (Дата обращения: 07. 12. 2023 г.)

СПИСОК АПРОБАЦИИ:

3. Орловская А.А., Кудряшова Н.А. Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности // Технология и гигиена питания: материалы республиканской научно-практической интернет-конференции преподавателей и обучающихся. Донецк: ДОННУЭТ. 2023. С 25.
4. Орловская А.А., Кудряшова Н.А. Влияние кедровой муки на органолептические показатели качества хлебобулочных изделий // Пищевые добавки: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. преподавателей и молодых ученых. Донецк: ФГБОУ ВО "Донец. нац. ун-та экономики и торговли им. М. Туган-Барановского". 2023. С 25.

Основные физико-химические показатели качества кексов с нетрадиционными видами муки

Парфентьева В.В. (бакалавр, 4 курс)

Научный руководитель: ст. преподаватель Брославская М.Н.

Кекс – мучное изделие из бисквитного теста или дрожжевого, выпекаемое с добавлением изюма, орехов, фруктов, сухофруктов, джема и т.д. Кексы вырабатываются различных размеров и форм: прямоугольные, круглые, квадратные, круглые с выемкой посередине (форма кольца), а могут быть производиться и произвольной формы. Цель - определение физико-химических показателей качества кекса при частичной замене пшеничной муки на нетрадиционное сырье: амарантовую - 10%, льняную- 15%, овсяную - 20%.

Изготовление пробных кексов производилось на основе базовой рецептуры кекса «Ароматный». Согласно ГОСТу 5900 – 2014: «Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ» определяли следующий показатель - массовую долю влаги по 4 образцам. Сущность метода заключается в высушивании анализируемой пробы продукта при определенной температуре и вычислении потери массы по отношению к массе анализируемой пробы до высушивания [2].

Таблица 1. Результаты массовой доли влаги

Наименование показателя	Требования ГОСТа 15052-2014	Образец 1 Кекс классический	Образец 2 Кекс 10% амарантовой муки	Образец 3 Кекс 15% льняной муки	Образец 4 Кекс 20% овсяной муки
Массовая доля влаги, не более, %	18,0 -30,0	23,2	25,4	29,5	18,6

В результате проведённых исследований минимальный показатель влажности у образца №4, максимальный показатель влажности у образца №3. Общий показатель по всем 4 образцам соответствует ГОСТу 15052-2014,

18 декабря 2023 г.

следовательно, что мука отражает только органолептическую оценку качества, на физико-химические показатели не влияет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», утвержден решением комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года N 880. 173 с.
2. ГОСТ 15052-2014.: Кексы. Общие технические условия = Cakes. General specifications: межгосударственный стандарт, утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 ноября 2014 г. № 1660-ст: введен впервые: дата введения 2016-01-01. — Москва. 11 с.
3. ГОСТ 5900 – 2014.: Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ = Confectionery. Methods for determination of moisture and solids: межгосударственный стандарт, утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 марта 2015 г. № 144-ст: введен впервые: дата введения 2016-07-01. — Москва. 13 с.

СПИСОК АПРОБАЦИИ:

4. Парфентьева В.В., Брославская М.Н. Влияние нетрадиционных видов муки, используемых для производства кексовых изделий // Пищевые добавки: Материалы Междунар. науч. – прак. конф. преподавателей и молодых ученых (Донецк, 30 ноября 2023). Донецк. 2023 г. С. 54.

Системы цистеин-серебро-полимер для получения гидрогелей и пленок с потенциальным применением в регенеративной медицине

Полякова Е.Э. (бакалавр, 3 курс)

Научный руководитель: доцент, к.х.н. Вишневецкий Д.В.

В последние годы гидрогели на основе низкомолекулярных соединений стали объектом активного исследования, в частности в качестве перспективных материалов в медицине. Вследствие того, что процесс самосборки в данных системах протекает путем слабых межмолекулярных взаимодействий, такие гели, как правило, имеют низкую вязкость. Цель настоящей работы — улучшение механических свойств одной из таких систем на основе L-цистеина и нитрата серебра путём добавления следующих полимеров: поливиниловый спирт (ПВС), поливинилпирролидон (ПВП) и полиэтиленгликоль (ПЭГ). Ранее данные были представлены в [1,2].

Согласно рисунку 1, можно видеть постепенное изменение свойств материала после добавления полимеров к исходному цистеин-серебряному золю (ЦСЗ). Для того чтобы детально выяснить процессы, происходящие между ЦСЗ и полимерами, а также природу межмолекулярных взаимодействий между этими объектами, были использованы современные физико-химические методы анализа.

Реологические испытания показали, что добавление полимеров увеличивает вязкость ЦСГ по сравнению с гелем без них. Наибольшую вязкость обнаружили у образца с ПВС. На УФ-спектрах систем было зафиксировано, что положение основных полос поглощения ЦСЗ не меняется при введении полимеров. Распределение частиц по размерам, полученным с помощью динамического рассеяния света, бимодально для всех систем. Размеры частиц незначительно увеличиваются для систем на основе ПВП и ПЭГ, а для системы на основе ПВС размер частиц увеличивается в 2-4 раза. Благодаря рН-метрии

был выявлен довольно сильный сдвиг в более щелочную область при введении в исходный золь ПВС.

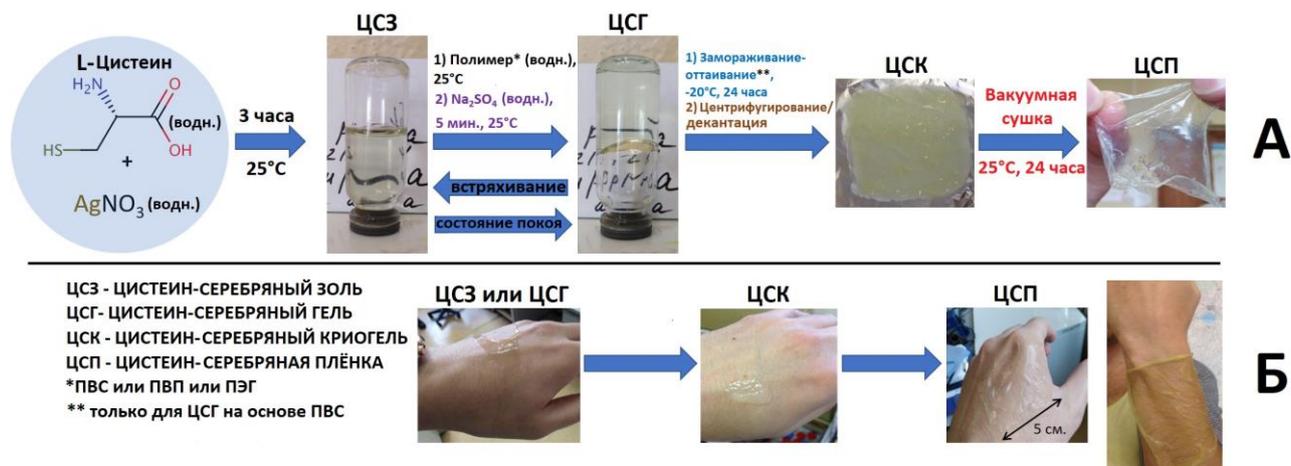


Рисунок 1. А – схема приготовления гелей и пленок. Б - Сокращения и характер поведения полученных материалов на поверхности кожи.

Измерение значений дзета-потенциала показало, что при добавлении в золь полимеров они не меняются. Методом сканирующей электронной микроскопии было установлено, что только гели на основе ПВС формируют регулярную макропористую структуру. Манипуляции с гелем на основе ПВС дали возможность получить макропористую пленку, с хорошими механическими характеристиками, набуханием в воде и адгезией к кожному покрову, при этом структура ЦСЗ осталась стабильной с равномерным распределением частиц по поверхности и объему пленки. Эксперименты *in vitro* показали, что гидрогели нетоксичны для нормальных клеток человека эмбриональных фибробластов в течение более чем трех суток, при этом даже наблюдается небольшая пролиферация клеток. Полученные материалы потенциально могут быть использованы в регенеративной медицине.

СПИСОК АПРОБАЦИИ:

1. Полякова Е.Э., Будяцкий В.С., Беляков А.А., Бурлаков Е.С., Андрианова Я.В., Вишневецкий Д.В. Влияние концентрации дисперсной фазы на процесс самосборки систем на основе L-цистеина и нитрата серебра // Вестник ТвГУ: Сер. Химия. 2023. № 3. С. 35-41.
2. Vishnevetskii D.V., Mekhtiev A.R., Averkin D.V., Polyakova E.E. Cysteine–silver–polymer systems for the preparation of hydrogels and films with potential applications in regenerative medicine // Gels. 2023. V. 9. P. 924-935.

Технология производства пастилы с использованием нетрадиционного ягодного сырья

Рожков А.П. (бакалавр, 4 курс)

Научный руководитель: ст. преп. Кудряшова Н.А.

Цель работы: изучить технологию производства пастилы функционального назначения и разработать ее рецептуру.

Пастила: это пастильное изделие на основе структурообразователя или без него, массовая доля фруктового (овощного) сырья в котором составляет не менее 20 %, массовая доля влаги – не более 25 %, плотность не более 0,9 г/см³ [1]. Нетрадиционным сырьем для пастильных изделий являются ягоды калины. Калина содержит много витамина С, это делает ее отлично укрепляющим иммунитет средством. Также в ягодах присутствуют витамины К, D, Т, Р, каротин, токоферол, плюс магний, цинк, калий, фосфор, железо, пектин, дубильные и эфирные вещества и органические кислоты.

В работе изучены технология производства пастилы, виды и пищевая ценность сырья и готового продукта, положительное влияние на организм человека. Разработана рецептура функционального кондитерского изделия с добавлением нетрадиционного сырья (калина), произведен расчет пищевой ценности пастилы из калины. Произведен физико-химический анализ показателей качества готового продукта: массовая доля влаги изделия, плотность изделия.

Органолептическая оценка показателей качества проводилась согласно ГОСТ 6441-2014. Метод основан на определении показателей: вкус, запах, форма, поверхность, цвет и вид в изломе. В результате органолептической оценки установлено, что образец №1 производитель «АО «Ударница» Россия, г. Москва», образец №2 производитель «ООО «Славконд». РФ, г. Тверь», полностью соответствуют требованиям ГОСТ 6441-2014.

Технические требования к качеству пастилы регламентированы ГОСТ 6441-2014. Методы исследования: определение массовой доли влаги, плотности

18 декабря 2023 г.

пастильных изделий. Результаты физико-химических показателей качества исследованных двух образцов указаны в таблице № 1.

Таблица 1 Массовая доля влаги

Наименование показателя	Требования госта 6441-2014	Фактические значения показателя	
		Образец №1	Образец №2
Массовая доля влаги, не более, %	25	11	7
Плотность, г/см ³ , не более	0,9	0,8	0,8
Соответствие / несоответствие требованиям		Соответствует	Соответствует

В результате физико-химической оценки установлено, что образец №1 «АО «Ударница», образец №2 «ООО «Славконд» полностью соответствуют требованиям ГОСТ 6441-2014 [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 6441-2014 Изделия кондитерские пастильные. Общие технические условия: дата введения 2016-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 6 с.

СПИСОК АПРОБАЦИИ:

2. Рожков А.П., Кудряшова Н.А. Технология производства пастильных изделий // XXII научная конференция аспирантов и студентов химико–технологического факультета. Тезисы докладов (1 июня, г. Тверь, 2023г.) Тверь: Тверской государственный университет, 2023. С. 28.

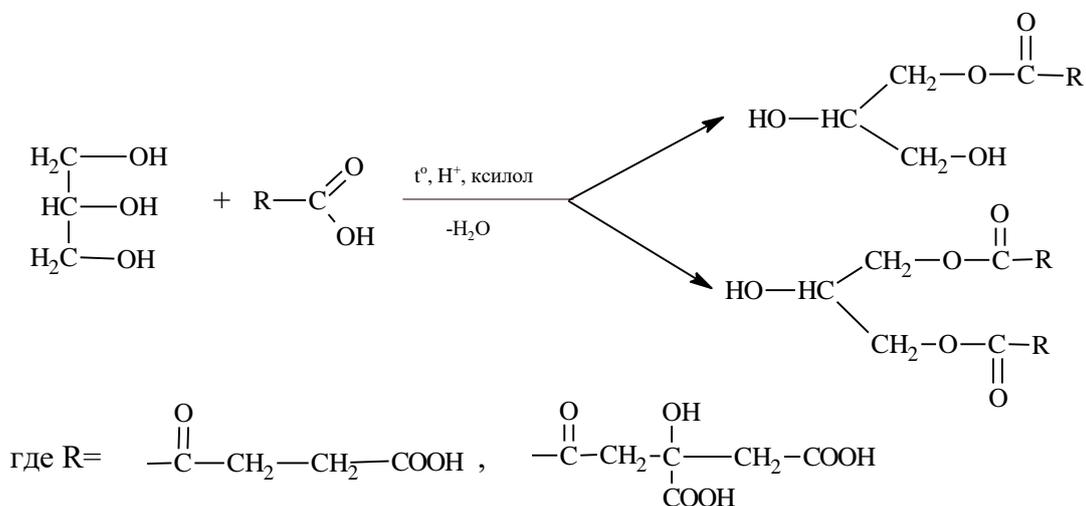
Ацилглицериды на основе природных кислот

Тарабанова А.А. (магистрант, 2 курс)

Руководитель: доцент, к.х.н. Егорова И. Ю.

Общим свойством, объединяющим эмульгаторы и отличающим их от других пищевых добавок, является поверхностная активность [1]. Благодаря огромному многообразию свойств и специфичности действия в пищевых продуктах, одними из наиболее широко используемых поверхностно-активных веществ (ПАВ) являются моноглицериды жирных кислот [2]. В группу пищевых добавок глицеридной природы входят неполные ацилглицериды, которые классифицируются как неионогенные ПАВ и применяющиеся как эмульгаторы. Представленная работа посвящена получению эмульгаторов на основе глицерина и природных кислот.

Сукцинилглицерид — сложный эфир глицерина и янтарной кислоты относится к функциональному классу пищевых ПАВ. Метод получения ацилглицерида описан в работе [3]. Схема реакции представлена ниже.



Методом максимального давления в газовом пузырьке определено поверхностное натяжение водных растворов синтезированного соединения (снижение с 72,8 до 59,8 мН/м), а также рассчитан гидрофильно-липофильный баланс (ГЛБ). Результаты расчетов ГЛБ, представленные в работе [4], позволили отнести сукцинилглицерид к эмульгаторам для стабилизации прямых эмульсий («масло в воде») и водорастворимым поверхностно-активным веществам.

18 декабря 2023 г.

Методом азеотропной этерификации получен сложный эфир на основе глицерина и лимонной кислоты (схема реакции представлена выше). Такой выбор обусловлен интересом к тому, какие свойства придаст лимонная кислота пищевому эмульгатору, когда сама кислота является пищевой добавкой для регулирования кислотности.

Реакцию этерификации между трехатомным спиртом и трехосновной кислотой провести гораздо труднее. При подборе условий проведения синтеза особое внимание уделялось температуре, так как выше 175 °С лимонная кислота разлагается до аконитовой кислоты. Также необходимо было определить подходящий кислотный катализатор и количество азеотропообразователя для полного взаимодействия между глицерином и лимонной кислотой.

В дальнейшем планируется сравнить коллоидно-химические свойства двух синтезированных глицеридов на основе природных кислот.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Нечаев А.П., Траунберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. Пищевая химия: под. ред. А. П. Нечаева. Издание 3-е, испр. СПб.: ШОРД. 2004. 404 с.
2. Восканян О.С., Воронцова Н.Н., Середа Е.В. Технология производства пищевых поверхностно-активных веществ: Методические указания по выполнению практических занятий. М.: МГУТУ. 2012. 28 с.

СПИСОК АПРОБАЦИИ:

3. Тарабанова А.А. // Синтез сукцинилглицерида методом азеотропной этерификации // XXI Научная конференция аспирантов и студентов химико-технологического факультета. Тверь. 2022 г. С. 62.
4. Тарабанова А.А. Егорова И.Ю. Исследование коллоидно-химических свойств водных растворов сукцинилглицерида // XXII Научная конференция аспирантов и студентов химико-технологического факультета (Тверь, ТвГУ, ХТФ, 1 июня 2023 г.), Тверь: ТвГУ. 2023. С 178.

Сравнительный анализ моделей контактного взаимодействия при исследовании упругости композитных полимеров

Шамарина К.А. (магистр, 2 курс)

Научный руководитель: доцент, к.х.н. Веролайнен Н.В.

Ранее было проведено исследование [1-2], связанное с определением упругих свойств композитных пленок Лестосила СМ методом контактной спектроскопии на установке сканирующего зондового микроскопа Solver P47 с применением модели Герца. На полученных силовых кривых отвода зонда наблюдается гистерезис (который проявляется как изгиб вниз от исходного равновесного состояния), связанный с адгезией. Этой частью силовой кривой можно воспользоваться для оценки поверхностной энергии и для измерения силы адгезии.

Модель Дерягина-Мюллера-Топорова (ДМТ) – модель контактного взаимодействия, учитывающая, в отличие от модели Герца, адгезию путем введения величины силы адгезии F_{ad} и учитывающая, в отличие от модели Джонсона-Кендалла-Робертса, жесткость используемого кантилевера.

В работах [3-4] были вычислены значения силы адгезии и получены значения удельной поверхностной энергии (табл. 1) для композитных пленок со степенью наполнения 30% и 40%.

Таблица 1.

Вычисленные значения силы адгезии и удельной поверхностной энергии.

Характеристика	30% наполненный композит	40% наполненный композит
F_{ad} , Н	$2,4 \cdot 10^{-9}$	$2,0 \cdot 10^{-9}$
γ , Н/м	0,0380	0,0320

С учетом полученных значений силы адгезии были рассчитаны модули упругости композитов по модели ДМТ (табл.2) по формуле:

18 декабря 2023 г.

$$E_{ДТМ} = \frac{3}{4} \cdot \frac{(F - F_{ад})}{\sqrt{R - (\Delta d)^3}}, \text{ где } F - \text{ сила взаимодействия поверхности образца и}$$

зонда, $F_{ад}$ – сила адгезии, R – радиус наконечника зонда, d – изгиб кантилевера.

Таблица 2. Значения модуля упругости по модели Герца и модели ДТМ.

Модель	30% наполненный композит	40% наполненный композит
Герца	1,2 кПа	4,8 кПа
ДТМ	22 кПа	37 кПа

Таким образом, для успешной расшифровки полученных при контактной спектроскопии экспериментальных данных необходимо иметь соответствующие математические модели. Применение модели Герца, не учитывающей силу адгезии, привело к получению заниженных значений модуля упругости. Модель Дерягина-Мюллера-Топорова же позволяет более точно оценивать упругость исследуемых образцов.

СПИСОК АПРОБАЦИИ:

1. Шамарина К.А., Веролайн Н.В., Кузнецова Ю.В. Получение локальных значений модуля Юнга на поверхности полимеров методом контактной силовой спектроскопии // XXIX Российская конференция по электронной микроскопии RSEM-2022. Москва. 2022. С.565-566
2. Шамарина К.А., Веролайн Н.В., Кузнецова Ю.В. Исследование модуля упругости полимера на установке сканирующего зондового микроскопа // Сборник: XXVIII Каргинские чтения. Всероссийская научно-техническая конференция молодых учёных. Тверь. 2022. С.168
3. Шамарина К.А., Веролайн Н.В., Кузнецова Ю.В. Применение атомно-силовой микроскопии для определения адгезионных характеристик полимерного композита // Сборник: XXXIII Проблемы теоретической и экспериментальной химии. Российская молодежная научная конференция с международным участием. Екатеринбург. 2023. С. 86.
4. Шамарина К.А., Веролайн Н.В., Кузнецова Ю.В. Оценка значений силы адгезии и удельной поверхностной энергии наполненного полимера // Сборник: XXIX Каргинские чтения. Всероссийская научно-техническая конференция молодых учёных. Тверь. 2023. С. 194.

Сравнение методов оптимизации конформеров пропанола-1

Шебеченкова А.Н. (специалист, 5 курс)

Научный руководитель: к.х.н. Русакова Н.П.

Получение свойств отдельных конформеров – одна из сложнейших задач химии. Часть характеристик, таких как свойства распределения электронной плотности, изучают с помощью методов квантовой химии, которая позволяет получить значимый результат в отсутствие эксперимента. Целью работы стало квантово-химическое рассмотрение объемов групп $V(R)$ конформационных изомеров пропанола-1, оптимизированных разными подходами.

Девять конформеров пропанола-1 получены внутренним вращением вокруг связи $\beta\text{C}-\alpha\text{C}$ фрагмента ($-\text{H}_2\beta\text{C}-\alpha\text{CH}_2-$) и $\alpha\text{C}-\text{O}$ образованной группой αCH_2 и гидроксилом. Ротамеры с взаимным расположением групп OH и CH_3 , H и C_2H_5 в *trans* (*tr*), *gosh*⁺ (*g*⁺), *gosh*⁻ (*g*⁻) позициях: *tr-tr*, *tr-g*⁺, *tr-g*⁻, *g*⁺-*tr*, *g*⁻-*tr*, *g*⁻-*g*⁻, *g*⁺-*g*⁺, *g*⁻-*g*⁺, *g*⁺-*g*⁻ оптимизированы методами B3LYP, Hartree Fock и M06. Для всех равновесных конфигураций вычислены объемы групп $V(R)$ с помощью «квантовой теории атомов в молекулах» и сведены в Таблицу 1. Объемы групп оптимизированных в B3LYP состояний взяты за реперные, поскольку их $V(R)$ немного больше, чем у геометрий, сведенных в Hartree Fock и M06. Отклонение в $V(R)$ от репера для этих подходов представлено на Рис.

Таблица. Объемы групп $V(R)$ конформеров пропанола-1 в разных методах оптимизации

		Конформеры					
		<i>tr-tr</i> (I)	<i>tr-g</i> ⁺ , <i>tr-g</i> ⁻ (II)	<i>g</i> ⁺ - <i>tr</i> , <i>g</i> ⁻ - <i>tr</i> (III)	<i>g</i> ⁻ - <i>g</i> ⁻ (IV)	<i>g</i> ⁺ - <i>g</i> ⁺ (V)	<i>g</i> ⁻ - <i>g</i> ⁺ , <i>g</i> ⁺ - <i>g</i> ⁻ (VI)
B3LYP	CH_3	32,98	32,95	32,72	32,71	32,71	32,85
	βCH_2	23,31	23,62	23,51	23,77	23,77	23,58
	αCH_2	22,49	22,19	22,55	22,23	22,23	22,24
	OH	22,17	22,19	21,97	21,98	21,98	21,96
HF	CH_3	32,15	32,11	31,87	31,87	31,87	32,01
	βCH_2	22,68	22,98	22,89	23,15	23,15	22,94
	αCH_2	21,59	21,29	21,64	21,34	21,34	21,32
	OH	21,15	21,18	20,97	21,01	21,01	21,01
M06	CH_3	32,45	32,42	32,16	32,17	32,17	32,27
	βCH_2	22,99	23,32	23,17	23,45	23,45	23,24
	αCH_2	22,29	21,91	22,34	21,95	21,95	21,93
	OH	21,55	21,62	21,32	21,38	21,38	21,38

Использование V3LYP, по сравнению с HF и M06, приводит к получению наибольшего объема всех рассматриваемых групп. Самые малые $V(R)$ получены для моделей оптимизированных в HF (Таблица). В случае применения HF и M06 значение $V(\text{OH})$ уменьшается наиболее интенсивно по сравнению с $V(R)$ других групп, тем не менее среднее отклонения для M06 составляет $0,6 \pm 0,01 \text{ \AA}^3$ (Рис.), тогда как после вычислений HF оно значительно больше – $0,99 \pm 0,03 \text{ \AA}^3$. В HF для групп CH_3 , βCH_2 , αCH_2 среднее отклонения составило $0,84 \pm 0,01 \text{ \AA}^3$, $0,62 \pm 0,01 \text{ \AA}^3$ и $0,9 \pm 0,01 \text{ \AA}^3$ соответственно; в случае M06 для тех же групп оно – $0,55 \pm 0,02 \text{ \AA}^3$, $0,32 \pm 0,01 \text{ \AA}^3$ и $0,26 \pm 0,05 \text{ \AA}^3$.

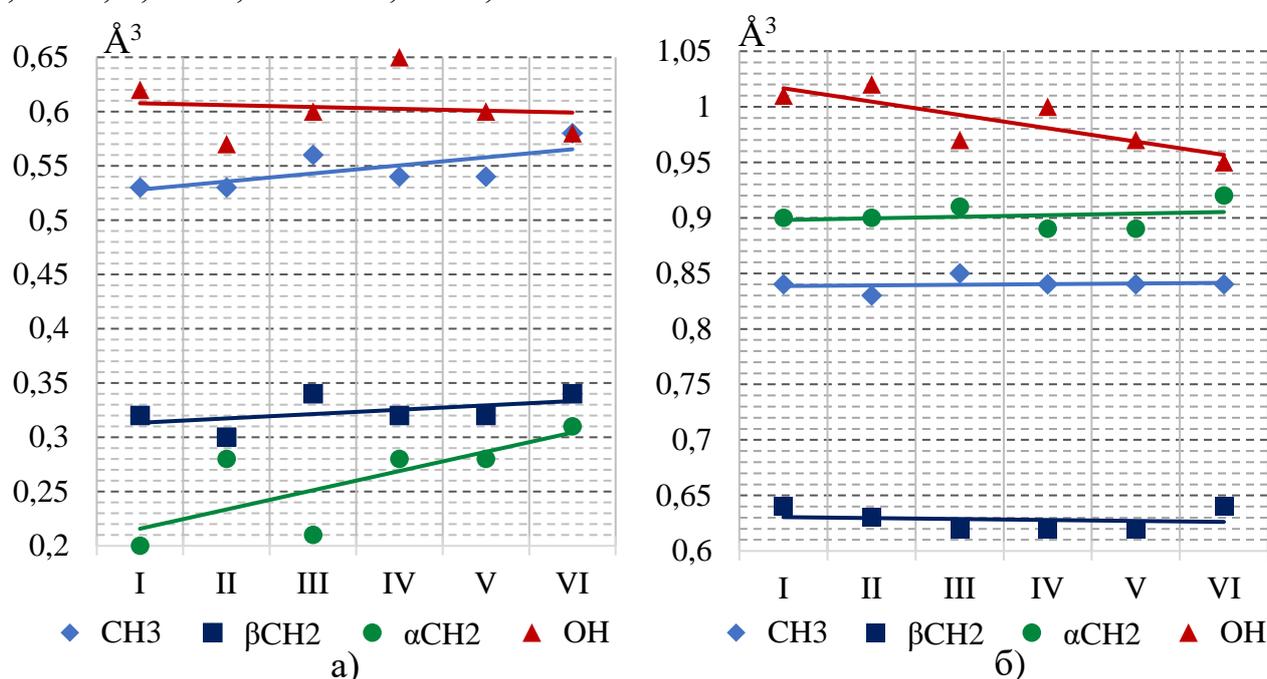


Рис: Среднее значение отклонения $V(R)$ групп CH_3 , βCH_2 , αCH_2 и OH в \AA^3 конформеров пропанола-1, оптимизированных методом а) M06 и б) Hartree Fock по сравнению V3LYP

СПИСОК АПРБАЦИИ:

1. Шебеченкова А.Н. Заряды групп конформеров пропанола-1 // Материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2023», секция «Химия». – М.: Издательство «Перо», 2023. С. 915.
2. Шебеченкова А.Н., Русакова Н.П., Орлов Ю.Д. Конформеры пропанола-1 в QTAIM // Тринадцатая Международная научная конференция "Химическая термодинамика и кинетика". В.Новгород, 2023 (выходит)
3. Шебеченкова А.Н., Русакова Н.П., Туровцев В.В. Моделирование ИК-спектров конформеров пропанола-1 // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XVII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. Саров, 2023. С. 181-182.
4. Шебеченкова А.Н., Русакова Н.П. Объемы групп конформеров пропанола-1 // XXIX Каргинские чтения: тезисы докладов. Всероссийская научно-техническая конференция молодых учёных «Физика, химия и новые технологии». 30-31 марта 2023 г. – Тверь: Тверской государственный университет. 2023. С. 197.

Полная электронная энергия конформеров кислых L-аминокислот и их амидных производных

Шелестова С.С. (специалитет, 5 курс)

Научный руководитель: Русакова Н.П., к.х.н.

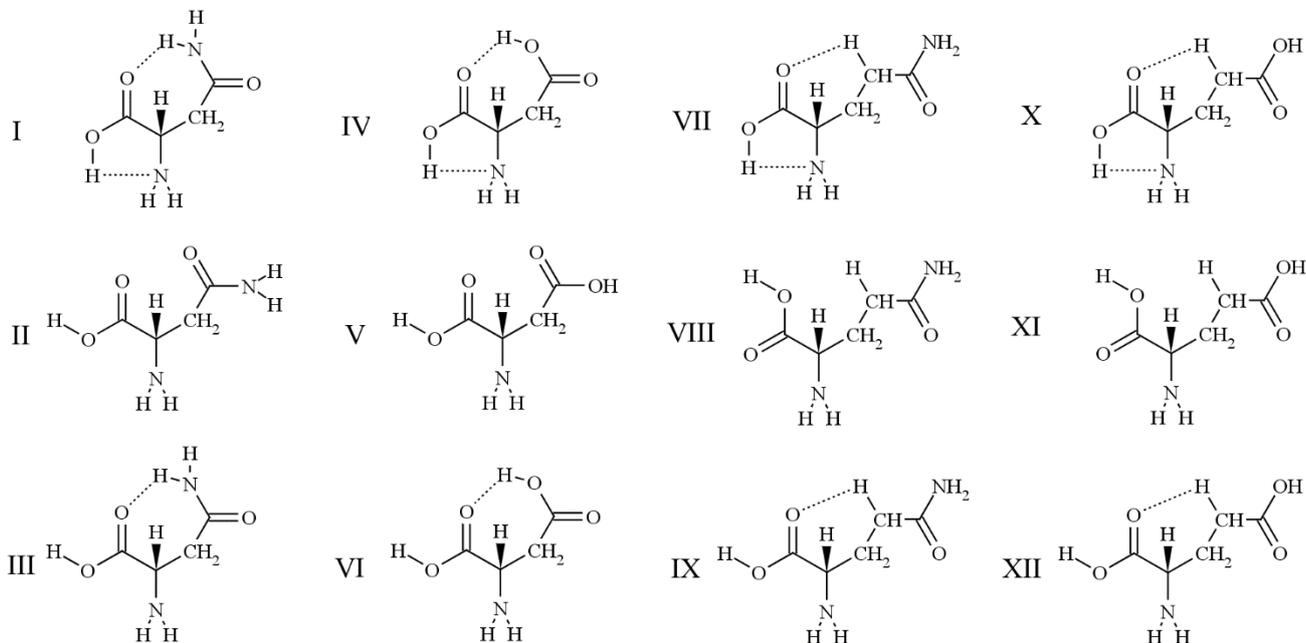


Рис. 1. Конформеры I–III – *L-Asn*, IV–VI – *L-Asp*, VII–IX – *L-Gln*, X–XII – *L-Glu*; пунктиром обозначены внутримолекулярные слабые взаимодействия

Проведено квантовохимическое исследование конформеров *L*-стереоизомеров *Asn*, *Asp*, *Gln* и *Glu* (Рис. 1). Среди *L-Asn* наименьшей полной электронной энергией (E_{total}) обладает стереоизомер I (Рис. 2): в II параметр E_{total} выше на 6 кДж/моль, в стереоизомере III – на 7 кДж/моль; для *L-Asp* E_{total} минимальна в состоянии IV (в структуре V E_{total} выше на 3 кДж/моль, в VI – на 15 кДж/моль); конформер VII *L-Gln* имеет наименьшую полную электронную энергию относительно других структур: в VIII – E_{total} выше на 9 кДж/моль, в IX – на 10 кДж/моль относительно структуры VII; E_{total} стереоизомера X *L-Glu* минимальна (в конформере XI больше на 2 кДж/моль, в XII – на 7 кДж/моль).

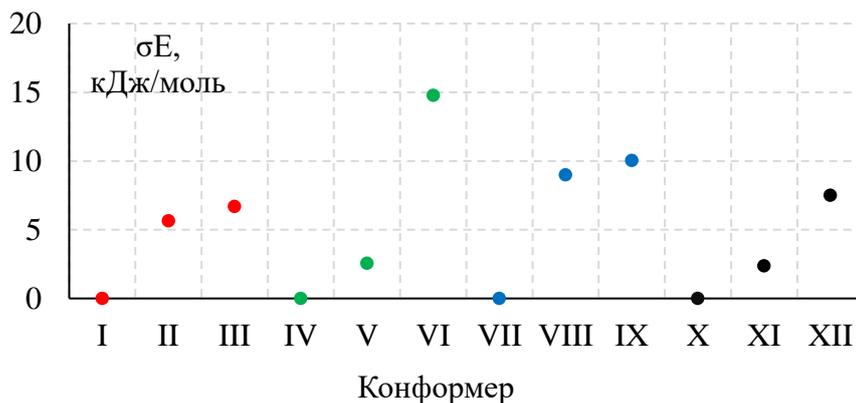


Рис. 2. Конформеры: I–III – *L-Asn*, IV–VI – *L-Asp*, VII–IX – *L-Gln*, X–XII – *L-Glu*

Список апробации:

1. Бойкова С.С., Русакова Н.П. Сравнение характеристик электронной плотности конформеров аспарагиновой кислоты // Сборник: XVIII Каргинские чтения. Тезисы докладов Всероссийской научно–технической конференции молодых учёных «Физика, химия и новые технологии» (31 марта – 1 апреля, г. Тверь, 2023 г.) Тверь: Тверской государственный университет, 2022 г. С. 31.
2. Бойкова С.С., Матус Я.А., Русакова Н.П., Орлов Ю.Д. Сравнение характеристик электронной плотности конформеров глутаминовой кислоты // Математика и математическое моделирование Сборник материалов XVI Всероссийской молодежной научно–инновационной школы (5–7 апреля, г. Саров, 2022 г.). Саров, Интерконтакт, 2022. С. 142–144.
3. Бойкова С.С., Матус Я.А., Русакова Н.П., Орлов Ю.Д. Электронные характеристики групп конформеров кислых L–аминокислот // Химическая термодинамика и кинетика: Сборник научных трудов XII Международной конференции (16–20 мая, г. Тверь, 2022 г.). Великий Новгород, 2022. С. 73–74.
4. Бойкова С.С. Кислые L–аминокислоты. Квантовая теория атомов в молекулах // Сборник: XXI Научная конференция аспирантов и студентов химико–технологического факультета. Тезисы докладов. (23 мая, г. Тверь, 2022). Тверь: Тверской государственный университет, 2022. С. 67.
5. Бойкова С.С. Электронные свойства конформеров L–глутамин // Материалы Международной научно–практической конференции им. Д. И. Менделеева: сборник статей. Т. 1 (24–26 ноября, г. Тюмень, 2022). Тюмень: ТИУ, 2023. С. 62–64.
6. Бойкова С.С. Заряды, энергии и объёмы групп кислых L–аминокислот // Конкурс научно–исследовательских работ, посвящённый двадцатилетию образования химико–технологического факультета: сборник материалов конкурса (12 декабря, г. Тверь, 2023). Тверь: Тверской государственный университет, 2022. С. 6–7.
7. Бойкова С.С. Конформеры L–глутамин в квантовой теории атомов в молекулах // Материалы международного молодёжного научного форума "Ломоносов–2023", секция «Химия» (10–21 апреля, г. Москва, 2023). Москва: Макс Пресс, 2023. С. 877.
8. Бойкова С.С., Русакова Н.П., Орлов Ю.Д. Геометрические параметры конформеров L–глутамин // Сборник материалов XVII Всероссийской молодёжной научно–инновационной школы «Математика и математическое моделирование» (5–7 апреля, г. Саров, 2023). Саров, Интерконтакт, 2023. С. 153–154.
9. Бойкова С.С., Русакова Н.П., Туровцев В.В. Интегральные характеристики конформеров L–глутамин и L–глутаминовой кислоты // Материалы международной научно–технической конференции молодых учёных «Инновационные материалы и технологии – 2023» (21–23 марта, г. Минск, 2023). Минск: БГТУ, 2023. С. 173–175.
10. Шелестова С.С., Русакова Н.П., Туровцев В.В. Заряды групп D– и L–Аспарагин // Сборник: XXIX Каргинские чтения. Тезисы докладов Всероссийской научно–технической конференции молодых учёных "Физика, химия и новые технологии" (30–31 марта, г. Тверь). Тверь: Тверской государственный университет, 2023. С. 200.
11. Русакова Н.П., Шелестова С.С., Туровцев В.В. Кислые L–аминокислоты и их амидные производные в квантовой теории атомов в молекулах // Тринадцатая Международная научная конференция "Химическая термодинамика и кинетика". (15–19 мая, г. В. Новгород, 2023г.) (выходит)
12. Шелестова С.С. Интегральные электронные характеристики L–глутамин // XXII научная конференция аспирантов и студентов химико–технологического факультета. Тезисы докладов (1 июня, г. Тверь, 2023г.) Тверь: тверской государственный университет, 2023. С. 69.



18 декабря 2023



Тверской
государственный
университет

Юные таланты



18 декабря 2023 г.

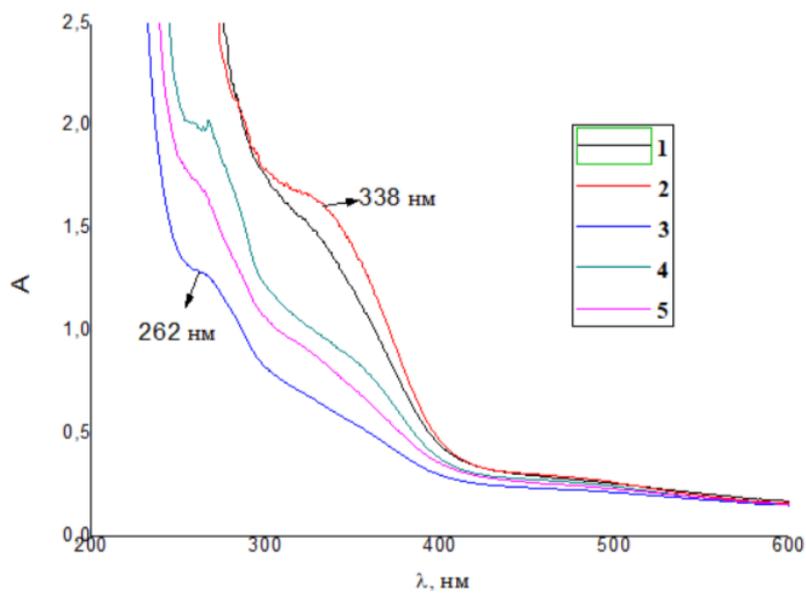
Наночастицы серебра, биосинтезированные в водных экстрактах листьев осины

Афанасьева Т.М. (бакалавр, 3 курс)

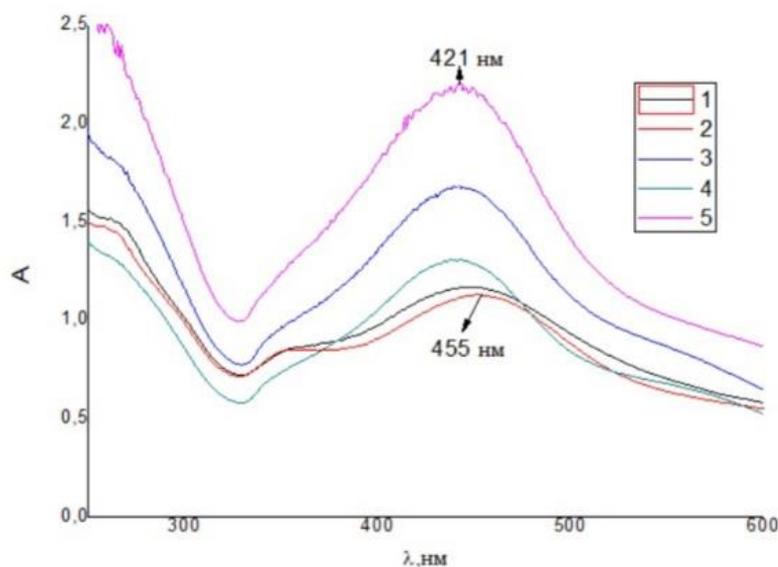
Научный руководитель: доцент, к.х.н. Хижняк С.Д.

Наночастицы серебра (НЧС) привлекают повышенное внимание исследователей благодаря своим уникальным физико-химическим свойствам, которые определяют области их применения: медицина, фармакология, электроника, катализ, сельское хозяйство, пищевая промышленность и др. Среди различных способов получения – химических, физических – зеленый синтез НЧС с помощью экстрактов растений отличается не только простотой и доступностью, но, кроме того, является самым дешёвым и экологически безопасным. Целью данной работы является анализ наночастиц серебра, полученных в водных экстрактах листьев осины из разных мест сбора: 1 - г. Ржев, ул. Краностроителей; 2 - г. Ржев, ул. 8 Марта; 3 - Ржевский район, д. Трубино; 4 - Ржевский район, трасса Ржев - д. Трубино; 5 - г. Тверь, 2-ая Красина. Листья были собраны в сентябре 2023 г. Основные методы исследования – спектроскопия УФ-видимого диапазона и динамическое светорассеяние.

Растения содержат биоактивные вещества (вторичные метаболиты), такие как полифенолы, полисахариды, танины, флавоноиды, белки, терпеноиды и др., которые могут восстанавливать ионы металла до атомарного состояния с образованием наночастиц, и одновременно выступать в роли стабилизирующих агентов, ограничивая рост НЧ. Скорость образования и характеристики НЧС – размер, форма, стабильность во времени – будут зависеть от концентрации исходных веществ, композиционного состава растения, температуры, воздействия света и др. Главная характеристика НЧ – поверхностный плазмонный резонанс, который проявляется в спектрах растворов НЧС в УФ-видимом диапазоне (390-480 нм). Электронные спектры водных экстрактов листьев осины через 15 минут (А) и через 40 дней (Б) после добавления раствора AgNO_3 представлены на рисунке. Как мы видим, в спектрах образцов через 15 мин после добавления раствора AgNO_3 наблюдаются только полосы поглощения с максимумами ~260, ~338 нм, которые относятся к фенольным соединениям разной природы. В результате длительного хранения образцов без доступа света



А



Б

Рисунок. Электронные спектры водных экстрактов листьев осины из различных мест сбора после добавления AgNO_3 через 15 минут (А) и через 40 дней (Б). Толщина слоя 2 мм. Нумерация образцов дана в тексте.

(40 дней) в их электронных спектрах обнаруживаются существенные изменения – появляются полосы поглощения разной интенсивности с максимумами ~420–455 нм, которые свидетельствуют о формировании в экстрактах листьев осины наночастиц серебра. Интенсивность полос плазмонного резонанса в электронных спектрах образцов определяется содержанием биоактивных веществ в листьях осины и, как установлено в работе, зависит от места сбора образца.

Работа выполнена на оборудовании лаборатории спектроскопии ЦКП ТвГУ

18 декабря 2023 г.

Определения размера частиц наполнителя в полимерном композите методом ИК-спектроскопии

Ватаманюк В.О. (магистр, 2 год)

Руководители: П.М. Пахомов

В настоящее время дисперсные системы (эмульсии, суспензии, пористые материалы, композиты, ксерогели и др.) широко используются в различных отраслях народного хозяйства. Однако для изучения их строения и свойств часто используются дорогостоящие приборы, требующие сложной и длительной процедуры обработки результатов. Нами предлагается простой, доступный и эффективный спектроскопический метод, основанный на анализе упруго рассеянного света от частиц наполнителя в твердой матрице.

Целью настоящей работы являлось выяснение возможности использования ИК спектроскопического метода для исследования морфологии оптически мутных полимерных композитов, как важных представителей дисперсных систем.

В качестве образцов исследования были выбраны пленки поливинилового спирта (ПВС), наполненные частицами TiO_2 разной концентрации. Показано, что ИК спектроскопический метод, предложенный для оценки размеров и распределения частиц в матрице, с успехом применим для изучения морфологии оптически мутных твердых материалов. Полученные данные демонстрируют возможность использования спектроскопического подхода в качестве дополнительного, простого и эффективного метода для изучения морфологии наполненных оптически мутных твердых материалов.

а

б

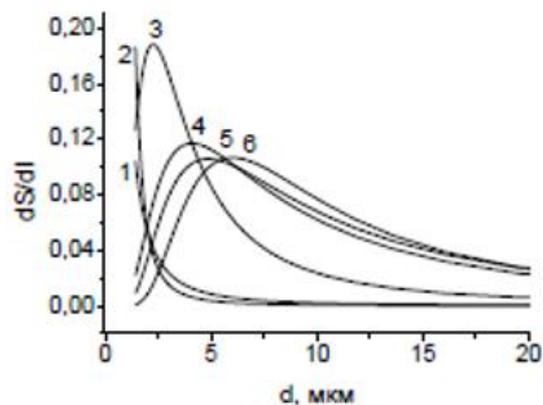
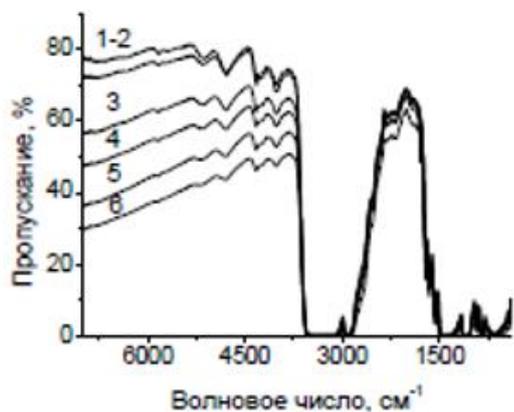


Рис. а) ИК спектры пропускания пленок ПВХ с концентрацией наполнителя TiO_2 0 (1), 0.5 (2), 5.0 (3), 10.0 (4), 20.0 (5), 30.0% (6). б) Кривые распределения частиц по размерам, полученные на основе спектроскопических данных (рис. а).

Работа выполнена на оборудовании Центра коллективного пользования ТвГУ.

18 декабря 2023 г.

Использование нетрадиционных видов сырья в производстве конфет типа пралине

Вольга А.А. (бакалавриат, 4-го года обучения)

Научный руководитель: доцент, Карасёва Е.Н.

Конфетная масса типа широко используется не только для изготовления конфет, но и начинок. В настоящее время используются классические рецептуры, но применение нетрадиционных видов сырья не только привлечёт потребителей, но и увеличит товарооборот. Сушеная клюква богата витамином С, имеет жаропонижающие и антисептические свойства. Отлично подходит для полезного перекуса взрослым и детям. Кэроб не содержит кофеин и теобромин, которые негативно влияют на нервную систему, не содержит фенилэтиламин, который может вызывать аллергию и головные боли. В составе продукта содержатся витамины - А, В и D. Кэроб богат на протеины, содержащие соединения железа, наиболее подходящие для нашего организма. Кокосовое масло обладает антибактериальными и противовоспалительными свойствами. Благодаря большому количеству лауриновой кислоты в составе кокосовое масло обладает ярко выраженным противовоспалительным, бактерицидным, а также противогрибковым действием, благодаря чему укрепляет иммунитет.

Производство конфетных масс типа пралине состоит из следующих стадий: смешивание рецептурных компонентов, вальцевание, отминка и темперирование, выпрессовывание, охлаждение, резка, упаковка.

В процессе работы было проведено сравнение классической рецептуры и исследуемой рецептурой. Результаты приведены в таблице - 1.

Таблица 1

Энергетическая ценность, содержание жира, белка и углеводов в 100 гр изделий.

Наименование	Исследуемая конфетная масса	Классическая рецептура
Белки	3,98	5,92
Жиры	28,46	28,94
Углеводы	73,40	50,43
Энергетическая ценность	562,90	580,95

В сравнение с классической, изначальной рецептурой, количество белка в исследуемой конфетной массе уменьшилось на 33%, содержание жира снизилось на 2%, количество углеводов увеличилось на 46%, а энергетическая ценность уменьшилось на 3%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Павлова Н. С. Сборник основных рецептов сахаристых кондитерских изделий. СПб: ГИОРД. 2000. 232 с.

18 декабря 2023 г.

Зеленый синтез наночастиц серебра в водных экстрактах листьев боярышника

Горбань А.П. (бакалавриат, 3 курс)

Научный руководитель: доцент, к.х.н. Хижняк С.Д.

Зеленые нанотехнологии – возможность синтеза наночастиц металлов с использованием экстрактов растений – активно разрабатываются в качестве альтернативного, эффективного, дешевого и экологически безопасного метода получения наночастиц с заданными свойствами. Металлические наночастицы находят применение в различных областях благодаря своим особым свойствам, которые объясняются их уникальным химическим составом, строением и крайне малым размером наноструктур. Зеленый синтез наночастиц серебра (НЧС) протекает в водных экстрактах растений при комнатной температуре, не требует специальных восстановителей и стабилизаторов наночастиц, в связи с чем привлекает все большее внимание исследователей. Целью работы является характеристика НЧС, полученных в водных экстрактах листьев боярышника, с помощью спектроскопии УФ-видимого диапазона и метода динамического светорассеяния. Листья боярышника были собраны на территории г. Твери и Тверской области в сентябре 2023 года. Для получения водных экстрактов листья предварительно сушили и измельчали. Синтез НЧС проводили путем добавления раствора нитрата серебра к расчетному количеству экстракта, образцы хранили без доступа света.



Рис. 1. Водные экстракты листьев боярышника из разных мест сбора через 15 минут (а) и 3 дня (б) после добавления раствора AgNO_3 . Места сбора: 1 - Ржев, ул. Краностроителей; 2 – Тверь, ул. Бобкова; 3 – Тверь, ул. Скворцова-Степанова; 4 – Аввакумово; 5 – Тверь, ул. Левитана. Нумерация образцов слева направо

Фотографии экстрактов (рис. 1) дают представление о том, как выглядели образцы через 15 минут и через 3 дня после добавления раствора AgNO_3 . Изменение окраски от светло-желтой до коричнево-красных оттенков является визуальным признаком образования в растворах НЧС. Изучение процесса формирования наночастиц серебра с помощью спектроскопии УФ-видимого диапазона показало, что добавления раствора нитрата серебра к экстрактам листьев приводит к существенным изменениям электронных спектров образцов – появлению полосы плазмонного резонанса НЧС с максимумом $\sim 430\text{--}450$ нм (рис. 2).

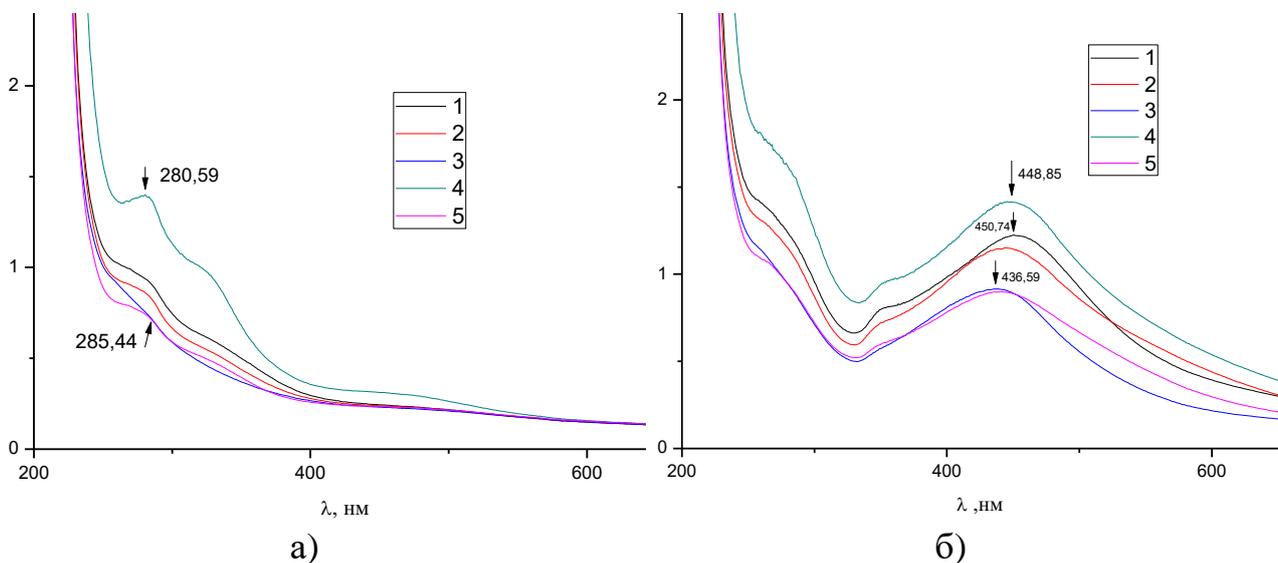


Рис. 2.

Электронные спектры водных экстрактов листьев боярышника через: а) - 15 минут, б) - 19 дней после добавления раствора AgNO_3 . Отношение объема экстракта к объему AgNO_3 - 1/1

Из рис. становится очевидным, что размер частиц – положение максимума, и их количество – интенсивность полосы поглощения, зависят от места сбора образца. Поскольку синтез НЧС и модификация их поверхности происходят за счет разнообразных биоактивных веществ, содержащихся в листьях, то обнаруживается влияние экологической обстановки на эффективность образования наночастиц серебра.

Работа выполнена на оборудовании лаборатории спектроскопии ЦКП ТвГУ.

18 декабря 2023 г.

Технология производства сдобного печенья

Егоров Е.А. (бакалавр, 4 курс)

Научный руководитель: доцент, Парфентьева Н.В.

Цель работы: Изучение технологии производства сдобного печенья.

В соответствии с действующим ГОСТ 24901-2014 «Печенье. Общие технические условия», пункт «Термины и определения», сдобное печенье: Печенье разнообразной плоской или объемной формы, с начинкой или без нее с добавлением сахара и (или) жира, и (или) яичных продуктов. и (или) молока и продуктов его переработки, массовой долей влаги не более 16 %, массовой долей общего сахара не более 45 , массовой долей жира не более 40 % [1].

Технология производства различных групп сдобного печенья отличается способами приготовления теста, формования и др. и состоит из следующих основных стадий: 1) подготовка сырья и полуфабрикатов; 2) приготовление теста; 3) формование; 4) отделка пласта теста или тестовых заготовок (если предусмотрено рецептурой); 5) выпечка; 6) охлаждение; 7) отделка; 8) фасование, упаковывание, хранение.

Для проведения оценки качества был отобран образец сдобного печенья, реализуемого в интернет-магазине Самокат. Органолептическая оценка проводилась согласно ГОСТа 24901-2014 пункт 5.1.2. таблицы №1 по следующим показателям: вкус и запах, форма, поверхность, цвет, вид в изломе. В результате органолептической оценки установлено, что образец полностью соответствует требованиям ГОСТ 24901-2014. Физико-химический анализ проводился в соответствии ГОСТа 24901-2014 пункт 5.1.3. таблице №2. Результаты физико-химических показателей качества исследуемого печенья указаны в таблице №1 [1].

Таблица 1. Результаты физико-химической оценки.

Наименование показателя	Требования ГОСТ 24901-2014	Фактические значения показателя
		Образец
Массовая доля влаги, %, не более	16,0	7,2
Щелочность	2.0	0,5
Соответствие/несоответствие требованиям ГОСТ 24901-2014		Соответствует

В результате физико-химической оценки выявлено, что образец полностью соответствует требованиям ГОСТа 24901-2014.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 24901-2014 Печенье. Общие технические условия. Москва: Стандартинформ, 2017. 12 с.

18 декабря 2023 г.

Определение концентрации серебра в лекарственных препаратах

Копин В.А. (бакалавриат, 2 курс)

Научный руководитель: доцент, к.х.н. Толкачева Л.Н.

Лекарственные средства с содержанием серебра уже не одно столетие используются по всему миру. Были доказаны лечебные свойства данного элемента, и не только лечебные, бактерицидные и даже омолаживающие [1]. Но главная особенность этих препаратов, в том, что необходимо использовать точную концентрацию серебра, так как при низких концентрациях антисептические и целебные свойства серебра не проявляются, а при слишком высоких серебро может представлять смертельную опасность для организма. Целью работы являлось определение содержания серебра в лекарственных препаратах.

Объектами научного исследования являлись капли для носа с ионами серебра трёх различных производителей: протаргол (ФармХимКомплекс НПК (цена-189 р.)), протаргол (Тверская фармацевтическая фабрика (цена-142 р.)) и сиалор (Обновление ПФК (цена-596 р.)). Во всех препаратах производители отмечают концентрацию серебра 0,012 М, так как при 0,012 М серебро начинает проявлять свои лечебные свойства. При этом концентрация должна быть не выше, чем 0,02 [2].

Важно правильно выбрать метод количественного определения серебра в каплях. В данном случае была выбрана тиоцианатометрия (метод Фольгарда) [1]. Необходимо взять 2 мл серебросодержащего исследуемого раствора, прибавить 0,5 мл разбавленной HNO_3 и 0,5 мл насыщенного раствора железноаммонийных квасцов, которые будут служить индикатором. Титровать 0,02 М или 0,005 М роданидом калия до перехода из жёлтой окраски в оранжевую [3].

Было проведено титрование, по 3 раза на каждый препарат. Результаты приведены в таблицы ниже.

Таблица 1: Значения, полученные при анализе лекарственных препаратов:

Название	V(Аликв.), мл	C (титр.), М	V _{ср} (титр.), мл	C _{ср} (Ag ⁺), М
Протаргол (НПК)	2	0,02	1,217	0,01217
Протаргол (ТФФ)			1,2820	0,01282
Сиалор (ПФК)		0,005	4,833	0,01250

Таким образом, при сравнении трёх различных препаратов на основе серебра можно сделать вывод, что везде производитель очень точно обозначил концентрацию серебра, и при этом серебро находится в количестве, не превышающем допустимые значения, следовательно, не представляет опасности для организма. Так же следует отметить, что не смотря на большую разницу в стоимости препаратов протаргола и сиалора (более чем в 4 раза), обнаруженная концентрация активного компонента – ионов серебра, практически идентична. Отличие наблюдается в форме выпуска и сроках годности, которые не влияют на лечебные свойства данных препаратов. Для использования наиболее выгодным и не уступающим по эффективности является протаргол от тверского производителя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Торопова В.Ф. Аналитическая химия серебра. М.: Наука. 1975. 264 с.
2. Мосин О.В., Игнав И. Коллоидное серебро в бионанотехнологии // Бионанотехнологии и биоматериаловедения. 2012. №-5-6 (23-24). С.49
3. Александрова Э.А., Гайдукова Э.А. Химические методы анализа. М.: Юрайт. 2023. 533 с.

Заряды и объёмы групп 2-оксопиррола и двух его замещенных

Щенухина А.С. (магистр, 2 курс)

Научный руководитель: к.х.н. Русакова Н.П.

Исследованы заряды и объёмы трёх молекул: 2-оксопиррола (I), 2-оксо-3-метилпиррола (II) и 2-оксо-4-винилпиррола (III). С помощью метода DFT в программе Gaussian 03 были получены равновесные геометрии, а в программе AIMALL с использованием «Квантовой теории атомов в молекулах» вычислены интегральные электронные характеристики – заряды и объёмы.

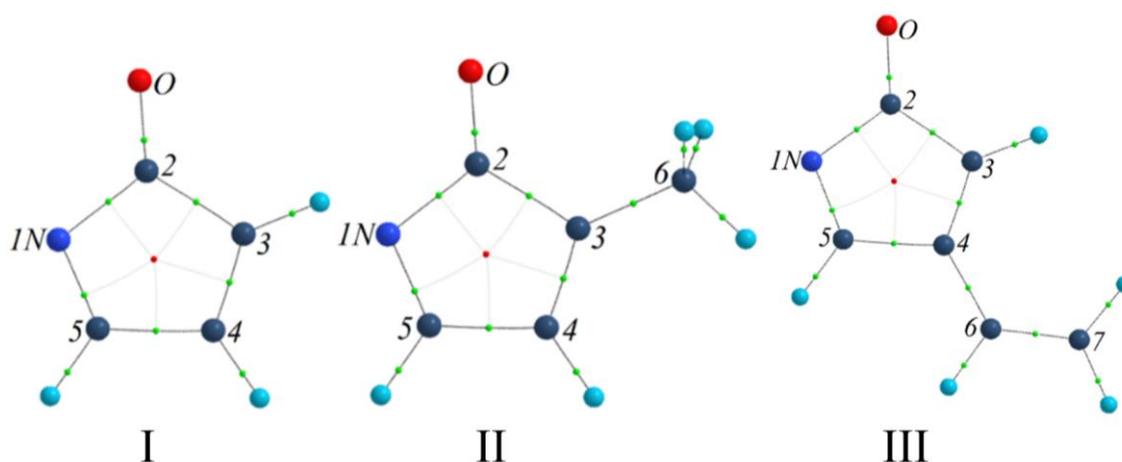


Рис.

Замещённые 2-оксопиррола: 2-оксопиррол (I), 2-оксо-3-метилпиррол (II), 2-оксо-4-винилпиррол (III), показаны ядра атомов, связующие пути с критическими точками связи на них, критические точки циклов и в их плоскости линии межатомных поверхностей.

Таблица:

Заряды ($q(R)$) и объёмы ($V(R)$) групп* соединений I-III

	1N	2CO	3C 3CH	4C 4CH	5CH	6CH=7CH ₂	6CH ₃
$q(R)$, а.е.							
I	-1,031	0,238	0,044	0,020	0,729	—	—
II	-1,054	0,228	-0,028	-0,002	0,723	—	0,133
III	-1,050	0,225	0,033	-0,027	0,731	0,087	—
$V(R)$, Å ³							
I	18,42	26,35	20,02	20,12	16,84	—	—
II	18,51	26,28	10,80	20,33	16,82	—	32,14
III	18,43	26,43	19,95	10,89	16,81	48,41	—

*в затемненных ячейках отображены параметры, соответствующие выделенным группам первой строки

III Конкурс научно-исследовательских работ

Во всех структурах наблюдается отток электронной плотности с 5СН в большей степени, чем на других группах. В результате $q(5\text{СН})$ принимает наибольшее положительное значение (Таблица). Азот в данных структурах стягивает на себя $\rho(r)$ с ближайших групп. В структурах II и III с появлением заместителей понижается $q(\text{N})$ по сравнению с I на 0,023 а.е. и 0,019 а.е. соответственно. В случае молекулы II параметр $q(\text{R})$ всех групп снижается, что показывает метильную группу более эффективным донором электронной плотности для оксопиррольного фрагмента, по сравнению с винильной. Это подтверждается и значением $q(\text{СН}_3)$, которое на 0,046 а.е. выше, чем $q(\text{СН}=\text{СН}_2)$. Наибольшее влияние заместители оказывают на группы, находящиеся от них в *мета*-положении. Так наименьший заряд у группы 2СО в III, где донор $\rho(r)$ - $\text{СН}=\text{СН}_2$ занимает *мета*-ориентацию по отношению к 2СО, хотя доля $\rho(r)$, отдаваемая СН_3 , значительно больше. Самая малая величина электронного заряда азота соответствует структуре II, где *мета*-позицию по отношению с N занимает СН_3 .

Появление заместителей в структуре оксопиррола увеличивает и объем азота (Таблица). При этом максимальное значение $V(\text{N})$ и $V(\text{CO})$ так же наблюдается при взаимной *мета*-ориентации с замещающей группой.