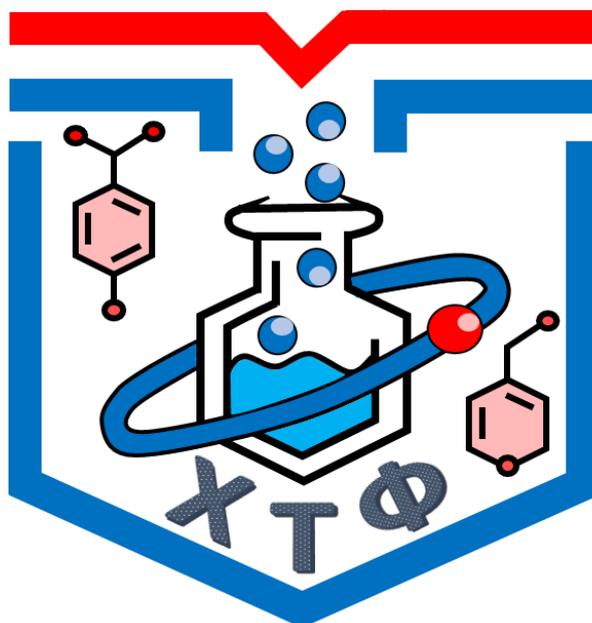


Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тверской государственный университет»  
Химико-технологический факультет



IV Конкурс научно-исследовательских работ  
химико-технологического факультета,  
посвященный сто девяностолетию  
со дня рождения Д.И. Менделеева  
16 декабря 2024 года г. Тверь

ТВЕРЬ 2024

УДК 54(082)  
ББК Г.я431  
К 21

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

**К 21** **IV Конкурс научно-исследовательских работ химико-технологического факультета, посвященный столетию со дня рождения Д.И. Менделеева. Сборник материалов Конкурса, 16 декабря 2024 г./ – Тверь: Тверской государственный университет, химико-технологический факультет 2024. – 26 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, 2024  
© Тверской государственный университет,  
химико-технологический факультет 2024

Оглавление:

АПРОБИРОВАННОЕ НАУЧНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

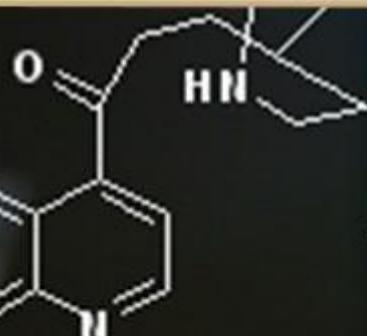
1. [Бакалюк С.А.](#)  
Различие характеристик групп конформеров ацетилцистеина ..... 5
2. [Ким О.Т.](#)  
Синтез эфиров молочной кислоты ..... 7
3. [Метлин Ф. А.](#)  
Получение новых супрамолекулярных гелей в качестве систем для противораковой фотодинамической терапии ..... 9
4. [Неелова А.В.](#)  
Влияние галогенид-анионов на процесс самосборки в цистеин-серебряном золе. .... 11
5. [Тищенко В.С.](#)  
Сравнение заряда и объёма групп зарина и его производных ..... 13

ЮНЫЕ ТАЛАНТЫ

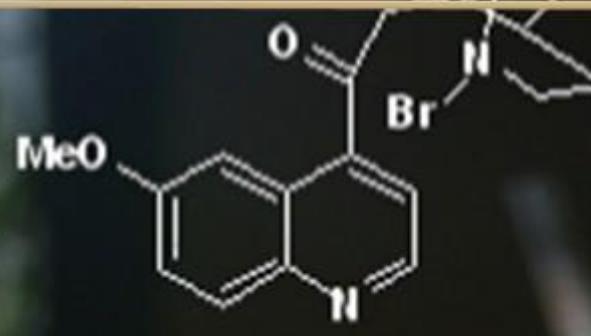
6. [Афанасьева Т.М.](#)  
Зеленый синтез наночастиц серебра с использованием водных экстрактов листьев и коры ивы ..... 16
7. [Горбань А.П.](#)  
Влияние химического состава листьев ольхи на характеристики наночастиц серебра, полученных с помощью зеленого синтеза..... 18
8. [Жихарева В.Е.](#)  
Особенности реакции Манниха в синтезе аминопроизводных индола ..... 20
9. [Одинцов М.С., Усова П.С.](#)  
Разработка рецептуры и оценка органолептических и физико-химических показателей качества кекса «Апельсинка»..... 21
10. [Плиева Э.В., Росолович М.А.](#)  
Изучение влияния муки рисовой на показатели качества мучных кондитерских изделий на примере печенья сдобного ..... 23
11. [Плиева Э. В., Селиверстов А.Д.](#)  
Получение крахмала из нетрадиционного сырья методом экстракции .... 25



MeO



NaOBr



16 декабря 2024



Тверской  
государственный  
университет

# Апробированное научное исследование



## Различие характеристик групп конформеров ацетилцистеина

Бакалюк С.А. (Студент, 5 курс)

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

Исследованы заряды, энергии и объемы функциональных групп  $\text{CH}_3$ ,  $\text{C}(\text{O})$ ,  $\text{NH}$ ,  $\text{CH}$ ,  $\text{COOH}$ ,  $\text{CH}_2$ ,  $\text{SH}$  *L*-ацетилцистеина (*L*-Асс) пяти устойчивых конформационных состояний. Методом B3LYP в рамках теории DFT с помощью программы Gaussian 03 были получены равновесные геометрии *L*-Асс конформеров 1, 2, 3, 4 и 5. Интегральные электронные характеристики групп – заряды, энергии и объемы ( $q(R)$ ,  $E(R)$  и  $V(R)$ ) суммированы из соответствующих атомных параметров, вычисленных в программе AIMALL с использованием «квантовой теории атомов в молекулах» и снесены в Таблицу. Получение и сравнение полных электронных энергий показано в работе [1]. На основании данных из [1] за «стандартные» приняты свойства  $q(R)$ ,  $E(R)$ ,  $V(R)$  наиболее энергетически выгодной конформации *L*-Асс 4.

Таблица:

Заряды ( $q(R)$ ), энергии ( $E(R)$ ) и объемы ( $V(R)$ ) групп конформеров *L*-Асс

	$\text{CH}_3$	$\text{C}(\text{O})$	$\text{NH}$	$\text{CH}$	$\text{COOH}$	$\text{CH}_2$	$\text{SH}$
$q(R)$ , a.e.							
<i>L</i> -Асс 1	0,087	0,257	-0,754	0,503	-0,120	0,040	-0,013
<i>L</i> -Асс 2	0,085	0,253	-0,753	0,509	-0,134	0,042	-0,002
<i>L</i> -Асс 3	0,085	0,256	-0,747	0,502	-0,120	0,036	-0,011
<i>L</i> -Асс* 4	0,086	0,252	-0,747	0,485	-0,119	0,051	-0,007
<i>L</i> -Асс 5	0,087	0,253	-0,749	0,494	-0,122	0,042	-0,005
$E(R)$ , a.e.							
<i>L</i> -Асс 1	-39,811	-112,997	-55,815	-38,369	-189,134	-39,186	-399,511
<i>L</i> -Асс 2	-39,812	-113,005	-55,805	-38,368	-189,139	-39,185	-399,510
<i>L</i> -Асс 3	-39,811	-112,995	-55,799	-38,376	-189,136	-39,193	-399,511
<i>L</i> -Асс* 4	-39,811	-112,990	-55,806	-38,387	-189,136	-39,185	-399,512
<i>L</i> -Асс 5	-39,810	-112,996	-55,796	-38,388	-189,132	-39,191	-399,511
$V(R)$ , Å <sup>3</sup>							
<i>L</i> -Асс 1	32,20	25,95	17,79	12,61	46,39	22,77	38,70
<i>L</i> -Асс 2	32,19	25,93	17,81	12,52	46,38	22,66	38,60
<i>L</i> -Асс 3	32,20	25,96	18,17	12,47	46,27	22,84	38,70
<i>L</i> -Асс* 4	32,19	26,01	18,15	12,63	46,27	22,71	38,50
<i>L</i> -Асс 5	32,18	25,98	18,33	12,47	46,44	22,71	38,51

\* Выделено состояние с наименьшим значением полной электронной энергии

Группы с отрицательным электронным зарядом –  $\text{NH}$ ,  $\text{COOH}$ ,  $\text{SH}$  (Таблица) акцепторы электронной плотности соседних  $\text{CH}_3$ ,  $\text{C}(\text{O})$ ,  $\text{CH}$  и  $\text{CH}_2$ .

16 декабря 2024 г.

Значения  $q(\text{NH})$  от  $-0,747$  а.е. ( $L$ -Асс 3 и  $L$ -Асс 4) до  $-0,754$  а.е. ( $L$ -Асс 1) показывают аминогруппу наиболее сильным акцептором электронного заряда по сравнению с  $\text{COOH}$ ,  $\text{SH}$ . Кроме того,  $\text{NH}$  оказывает отрицательный индуктивный эффект на группы  $\text{CH}_3$ ,  $\text{C}(\text{O})$  и  $\text{CH}$ , что сопровождается соответствующим распределением на них положительного  $q(R)$ . Так же можно отметить, что отрицательный заряд  $\text{COOH}$  формируется за счет оттока электронной плотности с двух групп –  $\text{CH}$  и  $\text{CH}_2$ , тогда как в формировании  $q$  атомного бассейна  $\text{SH}$  участвует только  $\text{CH}_2$  (этим объясняется незначительная отрицательная величина  $q(\text{SH})$  в рассмотренных конформерах).

Полные электронные энергии конформеров показывают соответствие  $L$ -Асс 4 глобальному минимуму на поверхности потенциальной энергии молекулы, однако не все функциональные группы обладают стабилизированными величинами  $E(R)$  (Таблица). Так, например, энергия  $\text{NH}$  стабилизирована в  $L$ -Асс 1 – ее  $E(\text{NH})$  понижается на  $30$  кДж/моль по сравнению со «стандартным» значением в  $L$ -Асс 4. Параметр  $E(\text{C}(\text{O}))$  стабилизируется в  $L$ -Асс 2 (снижен на  $40$  кДж/моль).

Самые значительные изменения объема наблюдаются у  $\text{NH}$ -группы (Таблица), поскольку вращение вокруг связи  $\text{NH}-\text{CH}$  приводит к перемещению большого пространственного объема молекулы, содержащего  $\text{SH}$ , ближе к  $\text{NH}$  в  $L$ -Асс 1 и дальше в  $L$ -Асс 5. Поэтому, в  $L$ -Асс 1 группа  $\text{SH}$  обладает наибольшим  $V(R)$ , тогда как  $\text{NH}$  – наименьшим, а в  $L$ -Асс 5 наоборот, объем  $\text{NH}$  максимален, а у  $\text{SH}$  минимален.

Параметры  $q(R)$ ,  $E(R)$ ,  $V(R)$  метильной группы конформеров изменяются в пределах расчетной погрешности по отношению к «стандартным». Вероятно, это проявление экранирующего эффекта группы  $\text{C}(\text{O})$ .

#### СПИСОК АПРОБАЦИИ:

1. Бакалюк С.А., Русакова Н.П. DFT рассмотрение конформеров ацетилцистеина //XXIII Научная конференция аспирантов и студентов химико-технологического факультета (27 мая 2024 г, Тверь). Тверь: ТвГУ. 2024. С. 62.

## Синтез эфиров молочной кислоты

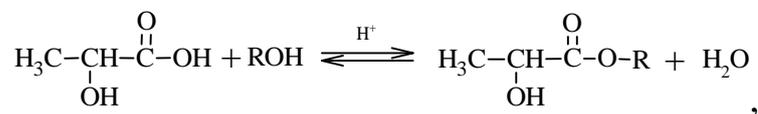
Ким О.Т. (магистрант, 2 курс)

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

Молочная кислота и её производные относятся к возобновляемому и биоразлагаемому сырью, позволяют снизить нагрузку на окружающую среду. Сложные эфиры молочной кислоты находят применение в качестве высококипящих растворителей, их применяют в пищевой, парфюмерной, косметической промышленности. Помимо этого, алкиллактаты могут выступать в роли промежуточных соединений в синтезе полилактидов.

Таким образом, нахождение наиболее эффективного способа получения сложных эфиров молочной кислоты является актуальной проблемой.

В данной работе были синтезированы алкиллактаты с разной структурой: бутиллактат, октиллактат и изоамиллактат методом азеотропной этерификации [1]. В качестве азеотропообразователей применяли бензол и тетрахлорметан, в роли катализатора выступала *n*-толуолсульфоновая кислота. Общая схема реакции:



где R =  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ;  $-\text{CH}_2-(\text{CH}_2)_6-\text{CH}_3$ ;  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_3$ .

В таблице приведены выходы синтезированных соединений с разными азеотропообразователями.

Таблица

Выходы синтезированных алкиллактатов

Продукт	Азеотроп	Выход продукта, %
Бутиллактат	Бензол	27
	Тетрахлорметан	21
Октиллактат	Бензол	18
	Тетрахлорметан	25
Изоамиллактат	Бензол	20
	Тетрахлорметан	4

16 декабря 2024 г.

Методом ИК-спектроскопии подтверждены структуры синтезированных алкиллактатов. Установлено, что трехстадийный способ синтеза сложных эфиров позволяет добиться получения продукта со степенью чистоты до 97%. При этом не наблюдалось зависимости выхода продукта от используемого азеотропообразователя. Для всех синтезированных соединений найдены характеристики на основе рассчитанного эфирного числа.

Известно, что в реакциях этерификации помимо таких типичных кислотных катализаторов, как *n*-толуолсульфоновая кислота, серная, бромная кислоты, находят применение ионные жидкости. Применение ионных жидкостей в качестве катализаторов является перспективным направлением [2]. В данной работе для получения алкиллактатов методом азеотропной этерификации использовали *N*-метилпирролидон гидросульфат, азеотропообразователь — бензол. Выход продуктов составил 32-55%.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Беккер Г., Бергер В., Домшке В. и др. Практикум по органической химии. Москва: Мир. 2008. Т.1. 504 с.
2. Мамедбейли Э.Г.О. и др. Применение *N*-метилпирролидон гидросульфата в качестве катализаторов химических реакций// Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. 2024. №. 2. С. 36-53.

#### СПИСОК АПРОБАЦИИ:

1. Ким О.Т. Получение производных молочной кислоты // XXIX Каргинские чтения. Всероссийская научно-техническая конференция молодых учёных «Физика, химия и новые технологии», Тверь: Твер. гос. ун-т. 2023. С. 131.
2. Ким О.Т. Получение производных молочной кислоты // Ежегодная студенческая научная конференция химико-технологического факультета, Тверь: Твер. гос. ун-т. 2023. С. 53.

## **Получение новых супрамолекулярных гелей в качестве систем для противораковой фотодинамической терапии**

Метлин Ф. А. (бакалавр, 4 курс)

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

Уже много лет человечество страдает от высокой заболеваемости раком. К примеру, в 2022 году во всём мире было зарегистрировано более 20-ти миллионов новых случаев заболевания и 9,7 миллионов случаев смерти от онкологии. В настоящее время существуют два подхода для лечения онкологии: хирургический и нехирургический. Ко второму относят такие методы, как лазерная абляция, электрокоагуляция, криохирургия, местная радиационная и фотодинамическая терапия. Последний метод имеет такие преимущества перед первыми четырьмя, как контроль за гистологическим краем и низкая вероятность рецидива.

В фотодинамической терапии (ФДТ) используются вещества-фотосенсибилизаторы (ФС), которые под действием света или малоинтенсивного радиационного излучения с длиной волны, совпадающей с пиком поглощения, начинают генерировать активные формы кислорода. ФС можно разделить два больших класса: комплексы переходных металлов и органические флуорофоры, в числе которых есть весьма популярные сегодня супрамолекулярные гели из низкомолекулярных гелеобразователей (НМГ).

Целью работы является изучение особенностей формирования супрамолекулярных гелей на основе цистеин-серебряного золя (ЦСЗ) с метиленовым синим (МС) и оценка их противораковой активности *in vitro* как без облучения, так и в режиме ФДТ. Ранее в статье было описано данное исследование [1,2].

Синтез гелей проводился в два этапа. Сначала к приготовленному ЦСЗ добавляли МС в широком диапазоне концентраций. Потом для образования стабильных гелей в полученную смесь добавили раствор сульфата меди (II).

16 декабря 2024 г.

Далее был проведён физико-химический анализ синтезированных гелей. Вискозиметрический анализ гелей показал, что значение вязкости меняется при значительном увеличении концентрации МС. С помощью УФ-спектроскопии удалось узнать, что электронные спектры ЦСЗ и МС при смешивании не меняются. Это означает, что ЦСЗ и МС связаны слабыми нековалентными связями. УФ также показал, что соотношение димеров МС к его мономерам в гелях не превышает единицу даже при концентрации красителя более  $10^{-4}$  М. Снимки сканирующей электронной микроскопии помогли понять морфологию гелей. Каркас гелей имеет волокнистую структуру в виде ленты. При высоких концентрациях МС волокна гель-сетки становились толще, а структура поверхности менялась от шероховатой до гладкой. Молекулы красителя были включены как в волокна гель-сетки, так и вне её. Динамическое светорассеяние (ДСР) показало, что распределение размеров частиц является мономодальным. Частицы постепенно растут с увеличением концентрации МС. ДСР-измерение при длине волны 633 нм происходит уже не рассеяние света, а его практически полное поглощение МС. Поэтому, измерение концентрированных систем методом ДСР становится невозможным. Высокие значения дзета-потенциалов систем показали их хорошую стабильность при невысоких концентрациях МС за счёт слабых ион-ионных и ион-дипольных взаимодействий между  $=S^+$  или  $=N^+$  сайтами МС и  $COO^-$  или  $SO_4^{2-}$  сайтами частиц ЦСЗ.

Полученные гели проявили синергетический эффект подавления плоскоклеточного рака кожи, что даёт возможность использовать их в будущем в ФДТ.

#### СПИСОК АПРОБАЦИИ:

1. Vishnevetskii D. V., Metlin F. A., Andrianova Y. V., Polyakova E. E., Ivanova A. I., Averkin D. V., Mekhtiev A. R. Preparation of composite hydrogels based on cysteine-silver sol and methylene blue as promising systems for anticancer photodynamic therapy // Gels. 2024. V. 10. P. 577-594
2. Вишневецкий Д.В., Метлин Ф.А., Андрианова Я.В., Полякова Е.Э., Мехтиев А.Р. Разработка гидрогелей, содержащих серебро и метиленовый синий, пригодных для фотодинамической терапии рака. Диплом победителя 21-ой ежегодной специализированной выставки «Изобретатель и рационализатор-2024».

## **Влияние галогенид-анионов на процесс самосборки в цистеин-серебряном золе.**

Неелова А.В. (4 курс)

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

Гидрогели, полученные на основе низкомолекулярных соединений, например аминокислот и ионов металлов, привлекают внимание благодаря их уникальным свойствам, включая тиксотропию, различные биоактивные свойства и т.д. Системы на основе L-цистеина и ионов серебра (цистеин-серебряный золь или ЦСЗ) являются перспективными материалами для биомедицинских и технологических приложений. **Цель данного исследования состоит в изучение влияния галогенид-ионов на процессы гелеобразования в цистеин-серебряном золе, определение условий для формирования устойчивых гидрогелей, а также исследование структуры и свойств синтезированных материалов.**

Были исследованы свойства систем на основе ЦСЗ при добавлении галогенид-анионов при варьировании их концентрации. Анализ проводился с использованием визуального контроля, вискозиметрии, УФ-спектроскопии, динамического и электрофоретического рассеяния света (ДРС и ЭРС), сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и элементного анализа. Биологическую активность полученных гидрогелей оценивали на культурах раковых клеток человека (SiHa) и нормальных клеток человека (Wi-38).

Сделаны следующие выводы: только фторид анион обеспечивал образование устойчивых гидрогелей, сохраняющих стабильность в течение более 6 месяцев. Увеличение концентрации  $F^-$  приводило к снижению вязкости геля, что связано с преобразованием вытянутой структуры гель-сетки в сферические частицы диаметром 0,1–2 мкм. Метод ДРС показал рост размера частиц и снижение индекса полидисперсности с увеличением концентрации фторид-аниона. Дзета-потенциал частиц постепенно снижался, указывая на уменьшение коллоидной устойчивости системы. Конденсация фторид-анионов на поверхности частиц ЦСЗ способствует их дальнейшему взаимодействию

*16 декабря 2024 г.*

посредством электростатических сил, что приводит к формированию гель-сетки. Эксперименты *in vitro* показали, что токсичность гелей на основе фторид-аниона для клеток SiHa была достаточно высокой при 300 мкМ, при умеренной токсичности к нормальным клеткам Wi-38.

#### СПИСОК АПРОБАЦИИ:

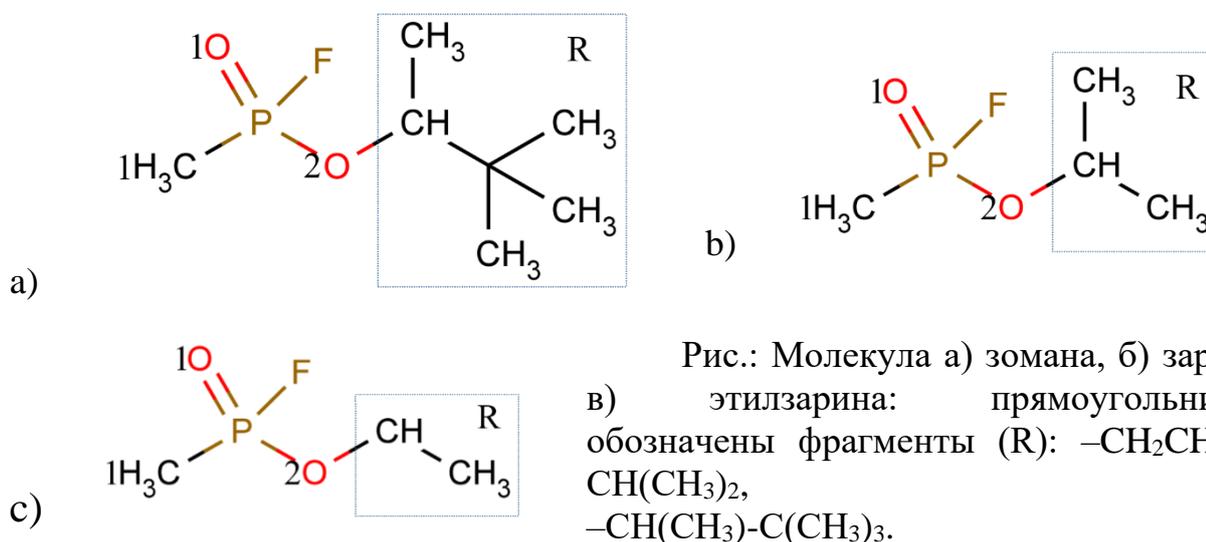
1. А.В. Неелова, Е.Э. Полякова, Д.В. Вишневецкий. Золь-гель переход в системе L-цистеин/AgNO<sub>3</sub>, инициированный фторид-анионом. Научная конференция аспирантов и студентов Химико-технологического факультета. 2024. Тверь. С.68.
2. Вишневецкий Д.В., Андрианова Я.В., Неелова А.В., Полякова Е.Э., Мехтиев А.Р. Разработка гидрогелей, содержащих серебро и фторид-анионы, обладающих противораковой активностью. Диплом победителя 21-ой ежегодной специализированной выставки «Изобретатель и рационализатор-2024».

## Сравнение заряда и объёма групп зарина и его производных

Тищенко В.С. (бакалавриат, 4 курс)

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

Зоман (1,2,2-триметилпропиловый эфир фторангидрида метилфосфоновой кислоты), зарин (изопропиловый эфир фторангидрида метилфосфоновой кислоты) и этилзарин (этиловый эфир фторангидрида метилфосфоновой кислоты) – отравляющие вещества G-серии нервно-паралитического действия на основе органических соединений фосфорной кислоты (Рис.). Оптимизация состояний молекул эфиров фторангидрида метилфосфоновой кислоты проведена с помощью алгоритма B3LYP в программе Gaussian 03. Интегральные электронные характеристики групп (заряды -  $q(R)$  и объёмы -  $V(R)$ ) суммированы из атомных параметров, вычисленных в программе AIMALL в рамках «Квантовой теории атомов в молекулах». Ранее получено и проведено сравнение электронного заряда функциональных групп зарина и зомана в материалах [1]. Параметры  $q(R)$ ,  $V(R)$  сведены в Таблицу.



Замена R в эфирах фторангидрида метилфосфоновой кислоты сопровождается незначительным изменением заряда атомов и функциональных групп фрагмента  $\text{CH}_3\text{P}(\text{O})(\text{F})\text{O}-$ : фтора, кислорода, фосфора и метила (Таблица), что позволяет судить о малой подвижности электронной плотности на этих группах. Отрицательный заряд  $\text{CH}_3\text{P}(\text{O})(\text{F})\text{O}-$  варьирует в зависимости от

16 декабря 2024 г.

соединения от -0,608 а.е. (в этилзарине) до -0.621 а.е. (в зомане), его величина формируется за счет оттока электронной плотности с R и сопровождается положительным «эффективным» зарядом R. Таким образом, эфирный фрагмент фторангидрида метилфосфоновой кислоты оказывает отрицательное индуктивное влияние на заместитель R.

Таблица:

Заряды ( $q(R)$ ) и объёмы ( $V(R)$ ) групп зарины и зомана

Вещество	1CH <sub>3</sub>	P	1O	F	2O	R*
$q(R)$ , а.е.						
Зоман	-0,486	3,507	-1,481	-0,815	-1,347	0,621
Зарин	-0,484	3,505	-1,481	-0,814	-1,343	0,617
Этилзарин	-0,490	3,504	-1,469	-0,814	-1,339	0,608
$V(R)$ , Å <sup>3</sup>						
Зоман	33,77	4,15	22,20	16,95	14,61	144,99
Зарин	33,67	4,15	22,16	16,99	15,41	77,44
Этилзарин	33,67	4,15	22,35	16,73	15,62	53,96

\* В столбце R – для зарины фрагмент -CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, зомана -CH(CH<sub>3</sub>)-C(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, этилзарина -CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>.

Пространственное положение R по отношению к фрагменту CH<sub>3</sub>P(O)(F)O– приводит к стерическому взаимодействию R с атомом кислорода эфирной связи - 2O, что сказывается на изменении его объема. Самое малое значение  $V(2O)$  в зомане, у которого наибольшая величина  $V(R)$ , а наибольшее  $V(2O)$  соответствует этилзарину, обладающим самым малым  $V(R)$  среди рассмотренных веществ G-серии.

#### СПИСОК АПРОБАЦИИ:

1. Тищенко В.С., Русакова Н.П. Сравнение заряда и объёма групп зарины и зомана // XXX Каргинские чтения. Сборник материалов Всероссийской конференции «Физика, химия и новые технологии» (29 марта 2024 г., г. Тверь). Тверь. ТвГУ. 2024. С. 196.



16 декабря 2024



Тверской  
государственный  
университет

# *Юные таланты*



16 декабря 2024 г.

## **Зеленый синтез наночастиц серебра с использованием водных экстрактов листьев и коры ивы**

Афанасьева Т.М. (бакалавр, 4 курс)

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

Традиционные методы получения наночастиц серебра (НЧС) уступают по многим параметрам зеленому синтезу с использованием растительных экстрактов, поскольку этот метод дешевле и экологичнее, отличается простотой и доступностью, обеспечивая производство НЧС для широкого спектра применений – от медицины до пищевой промышленности. Целью данной работы является анализ наночастиц серебра, полученных в водных экстрактах листьев и коры ивы из разных мест сбора: 1- Петрозаводск; 2 – Конаково; 3 – Осуга (посёлок в Ржевском районе). Образцы листьев и коры были собраны в июле 2024 г. Основные методы исследования – спектроскопия УФ-видимого диапазонов и динамическое светорассеяние (ДСР).

Растения содержат биоактивные вещества (вторичные метаболиты), такие как салицилаты, алкалоиды, полисахариды, таннины, флавоноиды, белки, витамины, смолы и эфирные масла и др., которые могут восстанавливать ионы металла до атомарного состояния с образованием наночастиц, и одновременно выступать в роли стабилизирующих агентов, ограничивая рост НЧ. Традиционное применение коры ивы и её листьев основано на их лекарственных свойствах. Из коры ивы изготавливают отвары и настои, которые используются как жаропонижающее, противовоспалительное, противоревматическое средства, а также при расстройствах желудка, так как таннины в коре обладают вяжущим действием. В меньшей степени используются листья, в основном в лечебных целях, чаще всего как компонент чая.

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 НЧС – полоса поверхностного плазмонного резонанса,

которая проявляется в электронных спектрах наночастиц, синтезированных в экстрактах листьев и коры ивы при добавлении раствора нитрата серебра, в диапазоне (390-480 нм). Электронные спектры водных экстрактов листьев и коры ивы через 15 минут (А и В) и через 35 дней (Б и Г) после добавления раствора  $\text{AgNO}_3$  представлены на рисунке.

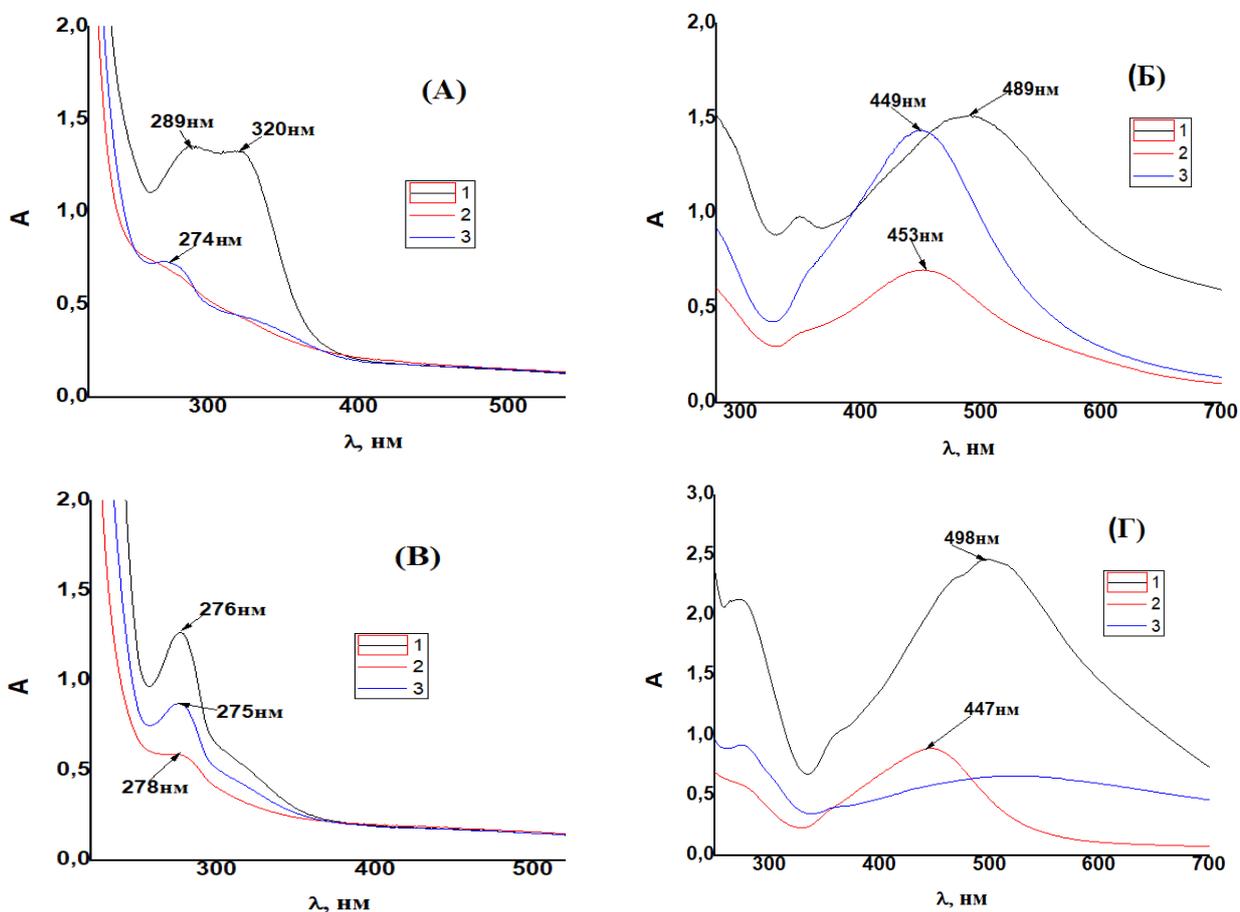


Рисунок. Электронные спектры водных экстрактов листьев и коры ивы из различных мест сбора после добавления  $\text{AgNO}_3$  через 15 минут (А и В) и через 35 дней (Б и Г). Толщина кюветы 2 мм. Нумерация образцов дана в тексте.

Как мы видим, в результате длительного хранения образцов без доступа света (35 дней) в их электронных спектрах обнаруживаются существенные изменения – появляются полосы поглощения разной интенсивности с максимумами ~447–498 нм, которые свидетельствуют о формировании в экстрактах листьев и коры ивы наночастиц серебра.

*Работа выполнена на оборудовании лаборатории спектроскопии ЦКП ТвГУ*

16 декабря 2024 г.

## **Влияние химического состава листьев ольхи на характеристики наночастиц серебра, полученных с помощью зеленого синтеза**

Горбань А.П. (4 курс)

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

Наночастицы серебра (НЧС) привлекают повышенное внимание исследователей благодаря своим уникальным физико-химическим свойствам и возможностям применения в различных областях, в том числе в медицине за счет своей антимикробной активности. Однако традиционные методы синтеза наночастиц серебра часто включают или использование токсичных реагентов, или сложных технологических процессов, или требуют больших энергозатрат. В этой связи зеленый синтез, который использует природные, возобновляемые, ресурсы, является инновационным, экологически чистым подходом, а благодаря доступности растительного сырья еще и экономически выгодным.

Целью работы является исследование влияния времени сбора растительного сырья, (июнь и сентябрь 2024 года), от которого зависит его химический состав, на характеристики НЧС, синтезированных с помощью зеленого синтеза в водных экстрактах листьев ольхи. Основными методами анализа растворов НЧС были спектроскопия УФ-видимого диапазонов и динамическое светорассеяние. Листья ольхи для исследования были собраны в окрестностях г. Твери, в деревне Аввакумово, в июне и сентябре 2024 года, высушены и измельчены; водные экстракты получили путем нагрева 0.1 г порошка листьев в 5,0 мл дистиллированной воды в термобане при температуре 70<sup>0</sup>С в течение 12 ч. Синтез наночастиц серебра проводили при комнатной температуре.

На фотографиях, показанных на рис. 1, можно увидеть, как выглядели водные экстракты листьев ольхи через 15 минут и через 35 дней после добавления в них раствора нитрата серебра.

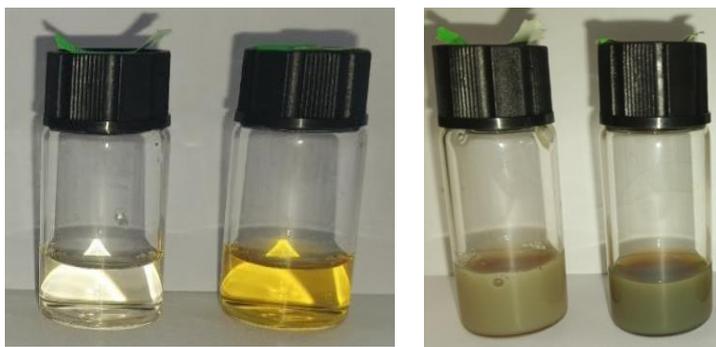


Рис. 1. Водные экстракты листьев ольхи через 15 минут (слева) и 35 дней (справа) последования в них раствора нитрата серебра

Изучение процесса формирования НЧС с помощью метода УФ спектроскопии показало, что после добавления раствора  $\text{AgNO}_3$  к водным экстрактам листьев ольхи, собранным в разное время года, в электронных спектрах образцов наблюдаются существенные изменения – появляется полоса плазмонного резонанса НЧС с максимумом  $\sim 460\text{-}470$  нм, интенсивность которой изменяется во времени, (рис. 2), и характеризует скорость формирования НЧС, их размер и агрегативную устойчивость.

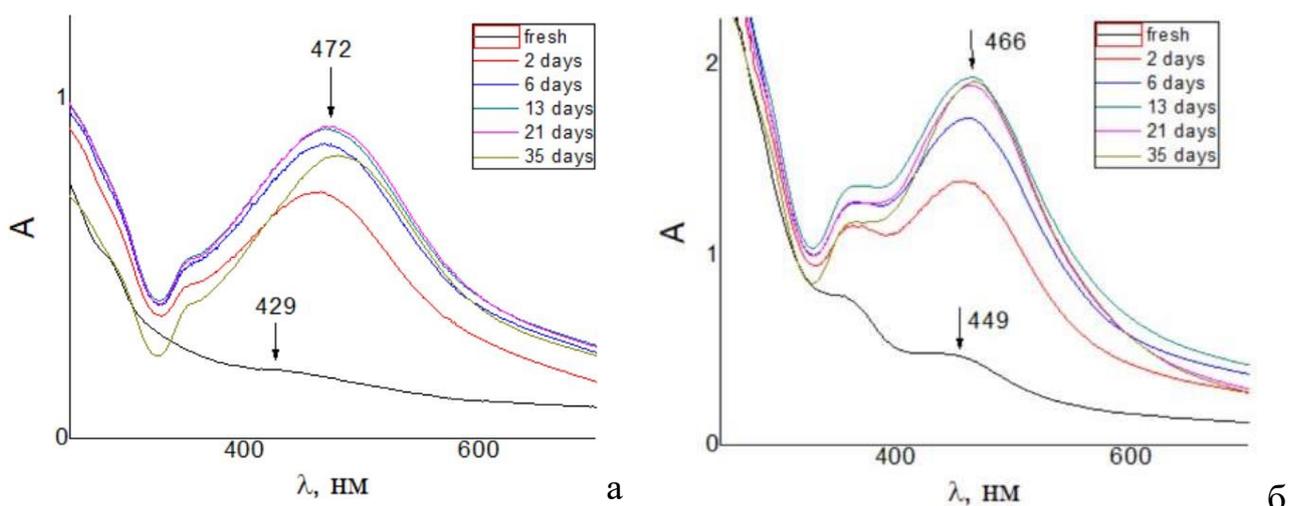


Рис. 2. Зависимость электронных спектров водных растворов НЧС, синтезированных в экстрактах листьев ольхи, от времени. Время сбора листьев: а - июнь, б - сентябрь 2024 года

Обнаружено, что время сбора листьев (июнь, сентябрь), а значит их химический состав, существенным образом влияет на скорость формирования НЧС, их размеры и стабильность. Так, осенние образцы способствовали получению большего количества наночастиц серебра с более узким распределением по размерам и скорость синтеза НЧС была значительно выше по сравнению с экстрактами листьев, собранными в начале лета.

*Работа выполнена на оборудовании лаборатории спектроскопии ЦКП ТвГУ*

## Особенности реакции Манниха в синтезе аминопроизводных индола

Жихарева В. Е. (бакалавр, 4 курс)

Научный руководитель: профессор, д.х.н. Ворончихина Л. И.

Реакция Манниха – реакция аминотилирования органических соединений, то есть введение аминотильной группы  $-\text{CH}_2\text{-N}(\text{CH}_3)_2$  в молекулу, используется для получения соединений, обладающих биологической и фармакологической активностями. В случае соединений с высокой С-Н кислотностью (альдегиды, кетоны) реакция протекает классически как альдольная конденсация, а для соединений с малой С-Н кислотностью, такие как гетероциклические амины (пиррол, индол и др.), как электрофильное замещение.

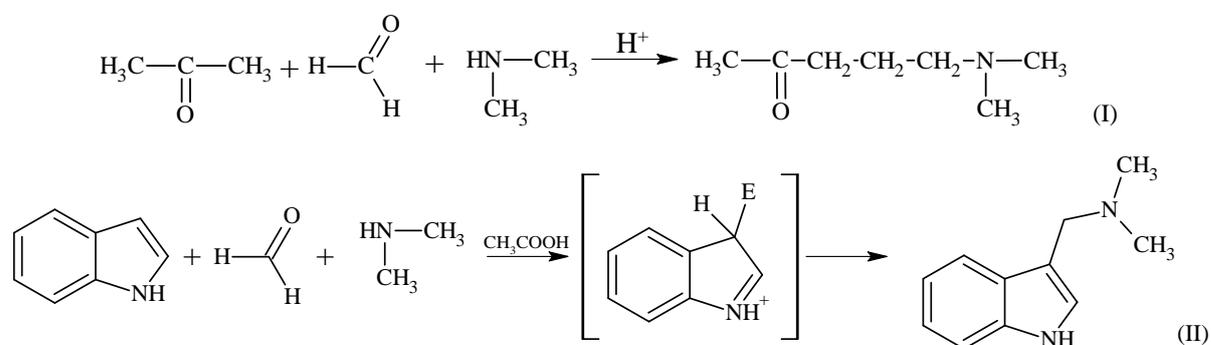


Рис. Схемы реакций Манниха. (I) альдольная конденсация, (II) электрофильное замещение

В настоящей работе реакция Манниха использовалась для получения аминопроизводных индола –  $\beta$ -аминотилиндолов, которые лежат в основе синтеза многих алкалоидов индольного типа. По реакции Манниха получен  $\beta$ -диметиламинотилиндол (грамин), представляющий собой твердое белое вещество с  $t_{\text{пл}} = 130\text{-}132^\circ\text{C}$ , растворимое в органических растворителях. Реакция протекает как электрофильное замещение в ароматической системе индола, представляющего собой бензпиррол – конденсированную систему бензола и пиррола. Присоединение электрофила происходит в  $\beta$ -положение индола, поскольку в интермедиате сохраняется ароматичность индола.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бартон Д. Общая органическая химия / Д. Бартон, У. Д. Оллис ; пер. с англ. Г. Я. Кондратьева, Н. С. Вульфсон. – М.: Химия, 1985. – 752 с.

## **Разработка рецептуры и оценка органолептических и физико-химических показателей качества кекса «Апельсинка»**

Одинцов М.С., Усова П.С. (бакалавр, 2 курс)

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

Кекс: это мучное кондитерское изделие объемной формы на основе муки, сахара, жира и яйцепродуктов с крупными и (или) мелкими добавлениями ( цукаты, орехи, изюм, шоколадная крошка и т.д. ) или без них, с начинкой или без неё, с отделкой поверхности или без неё, массовой долей сахара не менее 9%, массовой долей жира не менее 5%, массовой долей влаги не более 30% [1]. **Цель работы:** разработка рецептуры и оценка показателей качества кекса «Апельсинка».

Для разработки рецептуры кекса «Апельсинка» изучены технологии производства кексов, их виды, возможные сочетания вкусов, а также влияние изделий на организм человека. В качестве обогащающей добавки использовалась цедра апельсина, которая содержит большое количество пищевых волокон, а они в свою очередь способствуют возникновению чувства сытости, выделению пищеварительных соков и повышению усвояемости пищи. Также цедра цитрусовых богата пектинами, природными красителями, флавоноидами и эфирными маслами [2]. Дополнительно в рецептуре использовалась корица для придания характерного аромата.

Пробная выпечка изделий осуществлялась на базе лаборатории кафедры биохимии и биотехнологии Тверского государственного университета. Для сравнительного анализа было произведено два вида кексов: по традиционной рецептуре (№82. Кекс «Столичный» (425)) и по разработанной. По результатам пробной лабораторной выпечки изделий произведен органолептический и физико-химический анализ показателей качества готового продукта. Условно принято обозначение: Образец №1 (изделие, изготовленное по классической рецептуре (контрольный образец)) и Образец №2 (изделие, изготовленное с добавлением цедры апельсина).

16 декабря 2024 г.

Оценка показателей качества проводилась согласно требованиям ГОСТа 15052-2014 «Кексы. Общие технические условия».

Органолептическим путем (по ГОСТ 5897) определяли: вкус и запах, поверхность, вид в изломе, начинку, структуру и форму. Из физико-химических показателей проводили (по ГОСТ 5898) определение массовой доли влаги и щелочности изделий (результаты представлены в Таблице). Установлено, что образец №1 и образец №2 по всем изучаемым показателям полностью соответствуют требованиям ГОСТа.

Таблица: Физико-химические показатели качества кексов

Наименование показателя	Требования ГОСТа 15052-2014	Факт	
		Образец №1	Образец №2
Массовая доля влаги, %	12,0—24,0	12,7	14,0
Щелочность, в градусах	Не более 2,0	1,6	1,4

Таким образом, можно заключить, что разработанное изделие кекс «Апельсинка» по органолептическим и физико-химическим показателям качества соответствует требованиям стандарта; отличается высокими вкусовыми свойствами и оригинальностью оформления от изделия, произведенного по традиционной рецептуре.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 15052-2014 «Кексы. Общие технические условия»: дата введения 2016-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2019.
2. Пищевые волокна – важный компонент здорового питания (<https://77.rospotrebnadzor.ru/index.php/doc/infdoc/9031-pishchevye-voлокna-vazhnyj-komponent-zdorovogo-pitaniya>).

## **Изучение влияния муки рисовой на показатели качества мучных кондитерских изделий на примере печенья сдобного**

Плиева Э.В., Росолович М.А. (бакалавриат, 3 курс)

Научный руководитель: ст. преподаватель Кудряшова Н. А.

Согласно ГОСТа 24901-2014 «Печенье. Общие технические условия»: печенье – это мучное кондитерское изделие с массовой долей влаги не более 16% [1]. В зависимости от рецептуры и технологии производства различают следующие виды печенья: сахарное, затяжное, сдобное, овсяное. В документе Правительства РФ «Стратегия повышения качества пищевой продукции в РФ до 2030 года» отмечено, что потребление пищевой продукции с низкими потребительскими свойствами является причиной снижения качества жизни и развития ряда заболеваний, в том числе за счет сниженной пищевой ценности, дефицита микронутриентов и пищевых волокон. Основным компонентом традиционных рецептов мучных кондитерских изделий является мука пшеничная высшего или первого сорта, которая играет основную роль в формировании реологических свойств теста и текстуры изделий, однако, она имеет несбалансированный белковый состав, а также достаточно малое количество пищевых волокон и витаминов. Поэтому направлением для исследования явилось изучение возможности улучшения потребительских свойств печенья сдобного путем частичной замены муки пшеничной в рецептуре изделия нетрадиционным сырьем: мукой рисовой (СТО 53548590-019-2013). Для улучшения органолептических характеристик и увеличения содержания пищевых волокон дополнительно вносили лимонную цедру. Рисовая мука содержит фосфор, лецитин, фитин, витамины группы В, магний, селен, медь, аминокислоты, клетчатку, является источником полноценного белка, не содержит белков, образующих клейковину (глютен). Изделия, получаемые с добавлением рисовой муки, выходят лёгкими, диетическими и с приятным вкусом, так как в ней содержится в несколько раз меньше жира по сравнению с пшеничной [2].

16 декабря 2024 г.

Цель работы: изучение влияния внесения рисовой муки в рецептуру изделия на органолептические и физико-химические показатели качества печенья сдобного.

Методом пробной лабораторной выпечки по общепринятой технологии изготовлено два образца печенья: Образец №1 (контрольный, изготовленный по традиционной рецептуре) и Образец №2 (изготовленный путем замены муки пшеничной на муку рисовую в количестве 10% от объема вносимой пшеничной муки, с добавлением цитрусового компонента). Согласно ГОСТа 24901-2014, проведена органолептическая оценка качества изделий по показателям: вкус и запах, форма, внешний вид, вид в изломе. Все образцы соответствуют установленным требованиям. Следует отметить, что образец №2 отличается выраженным сладковатым вкусом и более нежной текстурой.



ОБРАЗЕЦ №1



ОБРАЗЕЦ №2

Рис. Результаты пробной лабораторной выпечки.

По результатам физико-химического анализа установлено, что все образцы соответствуют требованиям ГОСТа 24901-2014 (Таблица №1).

Таблица №1 – Физико-химические показатели качества печенья сдобного

Наименование показателя	Требования ГОСТа 24901-2014	Факт	
		Образец №1	Образец №2
Массовая доля влаги, %	не более 16,0	15,3	15,1
Щелочность, град.	не более 2,0	1,8	1,4
Намокаемость, %	не менее 150	166	179

Таким образом, замена муки пшеничной на муку рисовую не ухудшила показатели качества готовых изделий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 24901-2014. Печенье. Общие технические условия. - введ. с 01.01.2016. – Москва: Изд-во стандартов, 2015. - 12 с.
2. Пустовалов, Д. А. Технология производства рисовой муки. Использование рисовой муки / Д. А. Пустовалов, Н. Л. Лопаева // Молодежь и наука. – 2024. – № 5. – EDN BAARKD.

## **Получение крахмала из нетрадиционного сырья методом экстракции**

Плиева Э. В. (бакалавр, 3 курс), Селиверстов А.Д. (бакалавр, 2 курс)

Научный руководитель: ст. преподаватель Кудряшова Н. А.

Производство крахмала в мире непрерывно растет, что связано с увеличением потребностей в сахаристых продуктах из крахмала и модифицированных крахмалах. Ежегодно производится более 70 млн. т крахмала, из которого 1/4 часть используется в нативном виде, примерно столько же идет на выработку модифицированных крахмалов и около половины направляется на производство сахаристых продуктов [1].

Крахмал – это природный полисахарид, содержащийся в различных органах растений и их плодах. В клетках растений он находится в виде плотных образований, получивших название крахмальных зерен. В переводе с немецкого крахмал означает «крепкая мука» и представляет собой нерастворимый в холодной воде белый мучнистый, безвкусный, пылеобразный порошок, напоминающий муку, при сжатии издает характерный скрип, вызванный трением частиц [1]. Для организма человека крахмал наряду с сахарозой служит основным поставщиком углеводов – одного из важнейших компонентов пищи [2]. В пищевой промышленности крахмал в качестве пищевой добавки используется для придания густой консистенции пищевым продуктам, приготовления киселей, различных соусов, заправок. Основными источниками для получения крахмала являются картофель, кукуруза. Известны также технологии получения крахмала из альтернативных культур: пшеница, рожь, ячмень, рис.

Практический интерес вызывает изучение возможности выделения крахмала из нетрадиционного сырья, в частности, из бобовых культур. Перспективным направлением использования крахмала из бобовых культур является возможность применения данного компонента в качестве обогатителя для повышения пищевой ценности продуктов питания.

16 декабря 2024 г.

Цель работы: изучение особенностей получения крахмала из бобовых культур методом экстракции.

В качестве объекта исследования выбрана фасоль белая и фасоль красная. Для осуществления процесса экстракции крахмала из фасоли использовалась ультразвуковая ванна OPTIMUS Heavy Duty. Методика извлечения компонентов из бобовых состояла из следующих этапов: для начала фасоль перемалывали в мельнице для получения фасолевой муки, затем полученную муку просеивали через сито, экстрагировали в течение 15 минут в ультразвуковой ванне, центрифугировали и в конце фильтровали. По итогам собирали полученный осадок для получения крахмала. В результате эксперимента был выделен крахмал из исследуемых образцов и исследован на наличие примесей белка.



Рис. Крахмал, полученный из красной (а) и белой (б) фасоли

В качестве достоинств изучаемого метода экстракции можно выделить следующие: относительная простота, доступность, сокращение времени процесса извлечения крахмала, а также возможность получать крахмал с незначительным количеством примесей белковых структур. Развитие технологий производства крахмала с применением нетрадиционного сырья необходимо для решения практических задач народного хозяйства страны.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Славянский, А. А. Промышленное производство крахмала и крахмалопродуктов: учебное пособие / А.А. Славянский, Н.Д. Лукин, Н.Н. Лебедева. — Москва: ИНФРА-М, 2023. — 271 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1090588. - ISBN 978-5-16-016259-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1896445>.
2. История и перспективы развития крахмальной отрасли России и стран СНГ: монография / В. В. Литвяк, О. И. Радин, Н. Д. Лукин, Л. Б. Кузина. - Москва: ФЛИНТА, 2023. - 177 с. - ISBN 978-5-9765-5241-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2055809>.