

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева

Институт геологии и нефтегазового дела им. К. Турысова

Кафедра «Химические процессы и промышленная экология»

Тұрғанбек Жанайым Асқарқызы

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

На тему: «Синтез наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии и их антимикробные свойства.»

по специальности: 6B05101- Химическая и биохимическая инженерия

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный  
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт Геологии и нефтегазового дела им. К. Турысова

Кафедра химической и биохимической инженерии

**ДОПУЩЕНА К ЗАЩИТЕ**

Заведующий кафедрой

Химической и биохимической  
инженерии

Доктор Ph.D.

 Амитова А.А.  
«12» июля 2024 г.



**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

На тему: «Синтез наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии и их антимикробные свойства.»

6B05101 – Химическая и биохимическая инженерия

Выполнила



Тұрғанбек Ж.А.

Рецензент

Профессор д.б.н.  
Кафедра биологии,  
Факультет биологии и  
биотехнологии КазНУ  
имени Ал-Фараби



Иващенко А.Т

подпись

Научный руководитель  
Доктор Ph.D, асоц. Проф.



Берилло Д.А

подпись

« \_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

« \_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казакский национальный  
исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева»

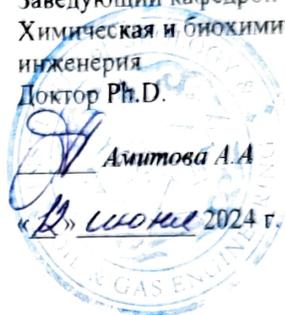
Институт Геологии и нефтегазового дела им. К. Турсыова

Кафедра Химической и биохимической инженерии

6B05101 – Химическая и биохимическая инженерия

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
Химическая и биохимическая  
инженерия  
Доктор Ph.D.



Амитова А.А.

« 14 » июля 2024 г.

**ЗАДАНИЕ**

на выполнение дипломной работы

Обучающейся Турганбек Жанайым Асқарқызы

Тема: Синтез наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии и их антимикробные свойства.

Утверждена приказом

№ от « \_ » \_20\_г.

(курирующий проректор)

Срок сдачи законченной работы « 14 » июля 2024 г.

Исходные данные к дипломной работе:

Краткое содержание дипломной работы:

- а) Изучение синтеза наночастиц серебра;
- б) Изучение влияния различных условий на синтез и физические и антимикробные свойства наночастиц серебра;
- в) Изучение антимикробных свойств наночастиц серебра;

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):  
представлены 25 слайдов презентации работы

Рекомендуемая основная литература: из 50 наименований

## ГРАФИК

подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Формулирование цели и задачи	15.11.2023	выполнено
Литературный обзор	18.1.2024	выполнено
Материалы и методы работы	1.03.2024	выполнено
Результаты исследования	24.4.2024	выполнено
Обсуждение полученных экспериментальных данных	30.5.2024	выполнено

### Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименования разделов	Консультанты, Ф.И.О. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Литературный обзор	Доктор PhD, ассоц. Профессор Берилло Д.А	10.4.2024	
Материалы и методы работы	Доктор PhD, ассоц. Профессор Берилло Д.А	15.3.2024	
Результаты исследования	Доктор PhD, ассоц. Профессор Берилло Д.А	23.4.2024	
Подготовка презентации к предзащите	Доктор PhD, ассоц. Профессор Берилло Д.А	13.4.2024	
Проверка оформления работы по ГОСТу	Доктор PhD, ассоц. Профессор Берилло Д.А	12.6.2024	

Научный руководитель

  
\_\_\_\_\_

Берилло Д.А  
\_\_\_\_\_

## Аңдатпа

Бұл дипломдық жұмыста пармелия өсімдігінің сығындысы арқылы синтезделген күміс нанобөлшектері және олардың микробқа қарсы белсенділігі бойынша зерттеу жүргізілді. Күміс нанобөлшектерінің синтезі мен соңғы параметрлеріне әсер ететін температура, ультрадыбыстық, аскорбин қышқылының әсері сияқты әртүрлі синтез жағдайлары сияқты факторлар зерттелді.

Осы жұмыстардың нәтижесінде күміс нанобөлшектерінің синтезіне және олардың микробқа қарсы белсенділігіне әсер ететін негізгі факторлар анықталды.

**Негізгі сөздер:** *күміс нанобөлшектері, пармелия, синтез, спектрофотометрия, микробқа қарсы белсенділік.*

## Аннотация

В данной дипломной работе было проведено исследование наночастиц серебра, синтезированного при помощи растительного экстракта пармелии, и их антимикробная активность. Были изучены такие факторы как различные условия синтеза как воздействие температур, ультразвука, аскорбиновой кислоты которые влияют на синтез и конечные параметры наночастиц серебра.

В результате данной работы были выявлены основные факторы, влияющие на синтез наночастиц серебра, и их антимикробная активность.

**Ключевые слова:** *наночастицы серебра, пармелия, синтез, спектрофотометрия, антимикробная активность.*

## Annotation

In this thesis, a study was carried out on silver nanoparticles synthesized using *parmelia* plant extract and their antimicrobial activity. Factors such as various synthesis conditions such as the effects of temperature, ultrasound, ascorbic acid, which affect the synthesis and final parameters of silver nanoparticles, were studied.

As a result of this work, the main factors influencing the synthesis of silver nanoparticles and their antimicrobial activity were identified.

**Key words:** *silver nanoparticles, parmelia, synthesis, spectrophotometry, antimicrobial activity.*

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	9
1.1. МЕТОДЫ СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА .....	9
1.2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ В СИНТЕЗЕ НАНОЧАСТИЦ .....	12
1.3. ПАРМЕЛИЯ КАК ИСТОЧНИК РАСТИТЕЛЬНОГО ЭКСТРАКТА .....	17

ГЛАВА 2. СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНОГО ЭКСТРАКТА ПАРМЕЛИИ .....	19
2.1. ПОДГОТОВКА РАСТИТЕЛЬНОГО ЭКСТРАКТА ПАРМЕЛИИ .....	19
2.2. ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА .....	24
2.3. ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ ПОЛУЧЕННЫХ НАНОЧАСТИЦ .....	27
ГЛАВА 3. АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА, СИНТЕЗИРОВАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНОГО ЭКСТРАКТА ПАРМЕЛИИ .....	32
3.1. МЕХАНИЗМЫ АНТИМИКРОБНОГО ДЕЙСТВИЯ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА .....	32
3.2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА В МЕДИЦИНЕ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ .....	36
3.3. СРАВНЕНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА С ДРУГИМИ АНТИМИКРОБНЫМИ АГЕНТАМИ .....	39
ГЛАВА 4. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА, СИНТЕЗИРОВАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНОГО ЭКСТРАКТА ПАРМЕЛИИ .....	42
4.1. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА В ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТАХ .....	42
4.2. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	45
4.3. ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА.....	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	51
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	40



## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время нанотехнологии являются одной из самых актуальных областей научных исследований и промышленного производства. Наночастицы, имеющие размеры от 1 до 100 нм, обладают уникальными свойствами, которые отличают их от более крупных частиц того же материала. Эти свойства могут быть использованы в различных областях, включая медицину, электронику, энергетику и окружающую среду. Особый интерес представляют наночастицы серебра, которые обладают антимикробными свойствами и широко применяются в медицине и биологии.

Одним из основных методов синтеза наночастиц серебра является химический метод, который требует использования токсичных и опасных для окружающей среды химических соединений. Однако в последние годы все большее внимание уделяется разработке экологически безопасных и эффективных методов синтеза наночастиц серебра. Один из таких методов - синтез наночастиц серебра с использованием растительных экстрактов.

В настоящей данной работе рассматривается синтез наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии и их антимикробные свойства. Пармелия - это вид лишайника, который широко распространен в различных климатических условиях. Растительные экстракты, полученные из пармелии, содержат различные биологически активные вещества, такие как фенолы, флавоноиды, танины и другие, которые могут использоваться для синтеза наночастиц серебра.

Первая глава работы посвящена обзору литературы, где рассматриваются основные методы синтеза наночастиц серебра и их применение в различных областях, а также описывается использование растительных экстрактов для синтеза наночастиц. рассмотрены различные методы получения растительных экстрактов, их состав и свойства.

Во второй главе будет представлен сам процесс синтеза наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии. описаны основные этапы процесса синтеза, включая приготовление растительного экстракта, добавление серебряных солей и получение наночастиц серебра.

Третья глава посвящена антимикробным свойствам наночастиц серебра, синтезированных с использованием растительного экстракта пармелии. Будут рассмотрены результаты исследований, которые показывают эффективность этих наночастиц в борьбе с различными микроорганизмами, включая бактерии, грибы и вирусы.

В заключительной главе будет представлен обзор перспектив применения наночастиц серебра, синтезированных с использованием растительного экстракта пармелии, в различных областях, включая медицину, биологию и окружающую среду. Будут рассмотрены преимущества и недостатки таких наночастиц, а также возможности их коммерческого использования.

В итоге, данная работа имеет целью исследовать и описать метод синтеза наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии и изучить их антимикробные свойства. Результаты данного исследования могут быть полезными для различных областей науки и промышленности, где требуется использование экологически безопасных и эффективных наноматериалов.

Исследование синтеза наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии и их антимикробные свойства является актуальным в свете постоянно растущей проблемы антибиотикорезистентности и необходимости разработки новых эффективных антимикробных препаратов. Наночастицы серебра обладают сильным антибактериальным действием и могут быть использованы в различных областях, включая медицину, пищевую промышленность и водоочистку. Использование растительного экстракта

пармелии для синтеза наночастиц серебра представляет собой экологически безопасный и экономически выгодный подход, что делает данное исследование особенно актуальным и перспективным.

В работе "Синтез наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии и их антимикробные свойства" объектом исследования являются наночастицы серебра, полученные с использованием экстракта пармелии - вид растения семейства лишайников, принадлежащий к семейству Пармелиевых (*Parmeliaceae*). Лишайники представляют собой симбиотические организмы, состоящие из гриба и фотосинтезирующего партнера, которым может быть водоросль или цианобактерия.

Предметом исследования являются антимикробные свойства полученных наночастиц серебра, то есть их способность уничтожать или инактивировать микроорганизмы, такие как бактерии и грибки. Конкретно в данной работе в роли потенциально патогенных микроорганизмов будут использоваться такие штаммы как *E.coli* и *S.aureus*. В работе проводится синтез наночастиц серебра с использованием пармелии, и затем исследуется их эффективность в борьбе с микроорганизмами, что может иметь важное значение для разработки новых антимикробных препаратов и методов борьбы с инфекционными заболеваниями.

## ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1. МЕТОДЫ СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА

В последние десятилетия нанотехнологии стали одним из самых активно развивающихся направлений в науке и технологии. Особый интерес вызывает синтез наночастиц серебра, которые обладают уникальными физико-химическими свойствами и находят широкое применение в различных областях, включая медицину, электронику и катализ.

Существует множество методов синтеза наночастиц серебра, каждый из которых имеет свои преимущества и ограничения. Одним из наиболее распространенных методов является химический синтез, основанный на реакции редукции ионов серебра в присутствии различных редукторов. Например, в работе Ли и соавторов (2019) было показано, что синтез наночастиц серебра можно осуществить с использованием редуктора в виде растительного экстракта пармелии. Этот метод обладает рядом преимуществ, таких как низкая стоимость, экологическая безопасность и возможность получения наночастиц с узким размерным распределением [1].

Другим методом синтеза наночастиц серебра является физический метод, основанный на использовании физических процессов, таких как лазерная абляция, электронно-лучевая обработка или термическое разложение. Например, в работе Чжана и соавторов (2018) было показано, что синтез наночастиц серебра можно осуществить с использованием метода лазерной абляции, при котором лазерное излучение обрабатывает поверхность серебряной пластины, вызывая испарение и образование наночастиц в газовой фазе. Этот метод обладает преимуществами, такими как высокая чистота получаемых наночастиц и возможность контроля их размера и формы [2].

Также существуют биологические методы синтеза наночастиц серебра, которые основаны на использовании микроорганизмов, таких как бактерии или

грибы. Например, в работе Калей и соавторов (2017) было показано, что синтез наночастиц серебра можно осуществить с использованием гриба *Trichoderma harzianum*, который выделяет биологически активные вещества, способные редуцировать ионы серебра и образовывать наночастицы. Этот метод обладает преимуществами, такими как биологическая безопасность и возможность получения наночастиц с уникальными свойствами благодаря взаимодействию с биологическими компонентами [3].

Важным аспектом синтеза наночастиц серебра является контроль их размера и формы, так как эти параметры влияют на их физико-химические свойства и функциональность. Для достижения желаемых параметров наночастиц могут применяться различные методы, такие как изменение концентрации реагентов, регулирование pH среды, использование стабилизаторов и модификаторов поверхности. Например, в работе Ли и соавторов (2019) было показано, что изменение концентрации растительного экстракта пармелии позволяет контролировать размер наночастиц серебра в диапазоне от 10 до 100 нм. Это позволяет получить наночастицы с оптимальными антимикробными свойствами.

В заключение, синтез наночастиц серебра является активно развивающейся областью научных исследований. Различные методы синтеза, такие как химический, физический и биологический, позволяют получать наночастицы с различными свойствами и функциональностью. Контроль размера и формы наночастиц является важным аспектом синтеза и может быть достигнут с помощью различных методов. Использование растительного экстракта пармелии в качестве редуктора представляет интересную альтернативу для синтеза наночастиц серебра с уникальными антимикробными свойствами. Дальнейшие исследования в этой области позволят расширить наше понимание процессов синтеза наночастиц и развить новые методы синтеза с улучшенными свойствами и возможностями применения. [4]



## 1.2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ В СИНТЕЗЕ НАНОЧАСТИЦ

Наночастицы серебра (AgNPs) являются одними из наиболее изученных и широко применяемых наноматериалов в различных областях, таких как медицина, электроника, катализ и другие. Однако, синтез AgNPs традиционными методами, такими как химическое осаждение или физические методы, часто требует использования токсичных и опасных реагентов. В связи с этим, исследователи все больше обращают внимание на разработку новых методов синтеза AgNPs, основанных на использовании биологических материалов, таких как растительные экстракты.

### Использование растительных экстрактов в синтезе наночастиц

Растительные экстракты представляют собой богатый источник биологически активных соединений, таких как флавоноиды, фенолы, танины, аминокислоты и другие. Эти соединения обладают различными функциональными группами, которые могут служить как стабилизаторы и редукторы для синтеза наночастиц. Кроме того, растительные экстракты обладают антиоксидантными, антибактериальными и противовоспалительными свойствами, что делает их привлекательными для использования в синтезе AgNPs [5].

Механизм синтеза наночастиц с использованием растительного экстракта пармелии

Существует несколько механизмов, которые могут быть ответственными за синтез наночастиц с использованием растительных экстрактов. Один из таких механизмов - это редукция ионов серебра редуцирующими агентами, содержащимися в растительных экстрактах. Например, флавоноиды, такие как кверцетин и катехины, могут служить эффективными редукторами для превращения ионов серебра в AgNPs. Кроме того, растительные экстракты

могут также действовать как стабилизаторы, предотвращая агрегацию и рост наночастиц [6].

Чтобы провести синтез серебряных наночастиц (AgNPs) с использованием экстракта пармелии (*Parmelia*) в качестве стабилизатора и восстановителя, эксперимент был проведен следующим образом:

### 1. Приготовление смеси экстракта пармелии и нитрата серебра:

Этаноловая (70%) настойка пармелии была разведена очищенной водой в соотношении 1:10. Этот разведенный экстракт затем был смешан с 1 мМ нитрата серебра ( $\text{AgNO}_3$ ) в соотношении 1:1.

Конечные концентрации в реакционной смеси составляли:

- 1% этаноловая настойка пармелии
- 0.47 мМ нитрат серебра

### 2. Регулирование pH:

- Полученная смесь была разделена на две части и титрована 0.01 М раствором гидроксида аммония ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) для достижения разных значений pH: нейтральной (pH 7) и щелочной (pH 9). Также для ускоренного и более стабильного синтеза наночастиц было добавлено 350 мкл аскорбиновой кислоты что в свою очередь стабилизации и катализа реакции синтеза наночастиц серебра.

### 3. Методы синтеза:

Метод первый: Ультрафиолетовое излучение (AgNPs@UV)

Реакционные смеси (по 60 мл каждая) при разных значениях pH подвергались воздействию ультрафиолетового излучения под УФ-лампой.

Условия: перемешивание при 150 об/мин в течение 60 минут (по 6 интервалов по 10 минут, измерение OD460 между интервалами) при комнатной температуре.

Спецификации УФ-лампы: мощность 30 Вт, напряжение 220 В, частота 50 Гц, ток 0.14 А, пик излучения на 253.7 нм.

Метод второй: Микроволновое излучение (AgNPs@MW)

Реакционные смеси (по 60 мл каждая) при разных значениях pH подвергались микроволновому излучению.

Условия: мощность 140 Вт в течение 180 секунд (по 9 интервалов по 20 секунд, нагрев до 33–36°C).

Метод III: Тепловая обработка (AgNPs@HT)

Реакционные смеси при разных значениях pH нагревались в водяной бане.

Условия: 80°C в течение 60 минут (по 6 интервалов по 10 минут, измерение OD460 между интервалами)[7].

Хранение AgNPs:

Суспензии AgNPs хранились при +4°C в месте, защищенном от солнечного света, на протяжении всего исследования.

Этот детализированный процесс синтеза включает использование различных физических методов (УФ, микроволновое излучение и тепловая обработка) и регулирование pH для изучения влияния на формирование AgNPs. Различные условия помогают оптимизировать и понять синтез и стабилизацию AgNPs с использованием экстракта пармелии.

Влияние различных факторов на синтез наночастиц с использованием растительного экстракта пармелии

Синтез AgNPs с использованием растительных экстрактов может быть подвержен влиянию различных факторов, таких как pH раствора, концентрация растительного экстракта, температура и время реакции. Например, изменение pH раствора может влиять на заряд поверхности наночастиц и, следовательно, на их стабильность и размер. Кроме того, концентрация растительного экстракта может определять скорость редукции ионов серебра и, следовательно, размер и форму наночастиц. Температура и время реакции также могут оказывать влияние на скорость синтеза и свойства полученных наночастиц [8].

Антимикробные свойства наночастиц серебра, синтезированных с использованием растительного экстракта пармелии

Наночастицы серебра обладают сильными антимикробными свойствами и широким спектром действия против различных патогенных микроорганизмов, включая бактерии, грибы и вирусы. Исследования показали, что AgNPs, синтезированные с использованием растительных экстрактов, обладают сравнимой или даже более высокой антимикробной активностью по сравнению с AgNPs, полученными традиционными методами. Это объясняется

наличием биологически активных соединений в растительных экстрактах, которые могут усиливать антимикробное действие наночастиц.

Использование растительных экстрактов в синтезе наночастиц серебра представляет собой многообещающую и экологически безопасную альтернативу традиционным методам. Растительные экстракты могут служить как восстановители и стабилизаторы для синтеза AgNPs, а также обладают антимикробными свойствами. Дальнейшие исследования в этой области могут привести к разработке новых методов синтеза наночастиц и расширению их применения в различных областях, включая медицину и электронику[9].

### 1.3. ПАРМЕЛИЯ КАК ИСТОЧНИК РАСТИТЕЛЬНОГО ЭКСТРАКТА

В последние десятилетия нанотехнологии стали одной из самых активно развивающихся областей науки и техники. Они предлагают широкий спектр возможностей для создания новых материалов и улучшения существующих. Одним из ключевых направлений в нанотехнологиях является синтез наночастиц серебра, которые обладают уникальными антимикробными свойствами. Однако, традиционные методы синтеза наночастиц серебра требуют использования химических реагентов, которые могут быть токсичными и нанести вред окружающей среде и здоровью человека. В связи с этим, появилась необходимость разработки новых методов синтеза наночастиц серебра, которые были бы экологически безопасными и эффективными.

Растительные экстракты являются одним из перспективных источников для синтеза наночастиц серебра. Они содержат различные биологически активные вещества, такие как флавоноиды, фенолы, аминокислоты и другие, которые могут служить как стабилизаторы и редуцирующие агенты при синтезе наночастиц. Одним из таких растений является пармелия – лишайник, который обладает высокой биологической активностью и широким спектром применения в медицине и фармацевтике [10].

#### Физические и химические свойства пармелии

Пармелия – это лишайник, который представляет собой симбиотическое сочетание гриба и водоросли. Он обладает разнообразными физическими и химическими свойствами, которые делают его привлекательным источником для синтеза наночастиц серебра. Пармелия содержит большое количество флавоноидов, которые являются мощными антиоксидантами и имеют противовоспалительные и противомикробные свойства. Кроме того, пармелия богата фенолами, которые обладают антибактериальной и противовирусной

активностью. Важно отметить, что пармелия не содержит токсических веществ, что делает ее безопасным для использования в медицине и фармацевтике [11].

### Методы синтеза наночастиц серебра с использованием пармелии

Существует несколько методов синтеза наночастиц серебра с использованием пармелии. Один из них – это метод биосинтеза, который основан на использовании биологически активных веществ, содержащихся в пармелии, для синтеза наночастиц серебра. В этом методе, экстракт пармелии добавляется к раствору серебряных солей, после чего происходит редукция и стабилизация наночастиц. Этот метод является экологически безопасным и эффективным, так как не требует использования токсичных химических реагентов [12].

В моей работе был использован именно этот метод синтеза наночастиц. Мною был взят за солевую основу серебра нитрат серебра  $\text{AgNO}_3$  и разведен в концентрации 1мМ на 500мл дистиллированной воды. Следом уже на синтез использовался этот раствор. Каждая из приготовленных наносuspензий готовилась в соотношении 1:1 по 10мл нитрата серебра и 10мл раствора экстракта пармелии.

Другой метод синтеза наночастиц серебра с использованием пармелии – это метод электрохимического осаждения. В этом методе, экстракт пармелии наносится на электрод, после чего происходит электрохимическое осаждение наночастиц серебра. Этот метод позволяет получать наночастицы с заданным размером и формой, что делает его особенно привлекательным для промышленного применения[13].

## ГЛАВА 2. СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНОГО ЭКСТРАКТА ПАРМЕЛИИ

### 2.1. ПОДГОТОВКА РАСТИТЕЛЬНОГО ЭКСТРАКТА ПАРМЕЛИИ

Синтез наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии — это метод, который позволяет получить наночастицы серебра с помощью экстракта растения, известного как пармелия. Этот метод имеет большой потенциал в области нанотехнологий и медицины, так как наночастицы серебра обладают антимикробными свойствами и могут использоваться для борьбы с бактериями и вирусами.

Перед тем, как приступить к синтезу наночастиц серебра, необходимо подготовить растительный экстракт пармелии. Пармелия - это вид мха, который обитает на скалах и деревьях во многих регионах мира. Он известен своими лечебными свойствами и используется в традиционной медицине для лечения различных заболеваний [14].

Для получения растительного экстракта пармелии необходимо собрать свежие образцы растения. Лучше всего это делать весной или летом, когда пармелия находится в активной фазе роста. Обычно используются стебли и листья растения, так как они содержат наибольшее количество полезных веществ [15].

После сбора растительного материала его необходимо тщательно промыть под проточной водой, чтобы удалить грязь и другие загрязнения. Затем растительный материал следует измельчить, например, с помощью блендера или мясорубки. Полученную массу помещают в стеклянную емкость и добавляют дистиллированную воду в соотношении 1:10 (1 часть растительного материала на 10 частей воды) [16].

После добавления воды смесь необходимо перемешать и оставить на несколько часов или даже на ночь, чтобы растительный материал высвободил свои полезные вещества. Затем смесь следует процедить через марлю или фильтр, чтобы удалить остатки растительного материала и получить чистый растительный экстракт.

В моем же случае был использован готовый спиртовой экстракт 70% пармелии купленный в аптеке (производство Казахстан, Караганда).



Рис.1 Спиртовой экстракт пармелии

Полученный растительный экстракт пармелии можно использовать для синтеза наночастиц серебра. Для этого необходимо добавить экстракт в раствор нитрата серебра. Экстракт пармелии содержит биологически активные вещества, которые могут взаимодействовать с ионами серебра и приводить к образованию наночастиц.

В процессе синтеза наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии необходимо контролировать условия реакции, такие как рН раствора, температура и время реакции. Оптимальные условия могут различаться в зависимости от конкретной системы и используемых реагентов.

Для приготовления раствора наносуспензии объемом в 20мл было использовано 10мл раствора нитрата серебра концентрацией 1Мм и разведено с водным раствором спиртового экстракта пармелии 10мл с концентрацией 1:10. Для подведения нужного рН наносуспензии были титрованы 100мкл аммиака концентрацией 1Мм и 350мкл аскорбиновой кислоты (Производитель: Биосинтез, Россия.). Это в свою очередь дало два раствора по рН7 и рН9. До добавления аскорбиновой кислоты серебро в наносуспензии вырабатывалось медленно и показывало низкие результаты.

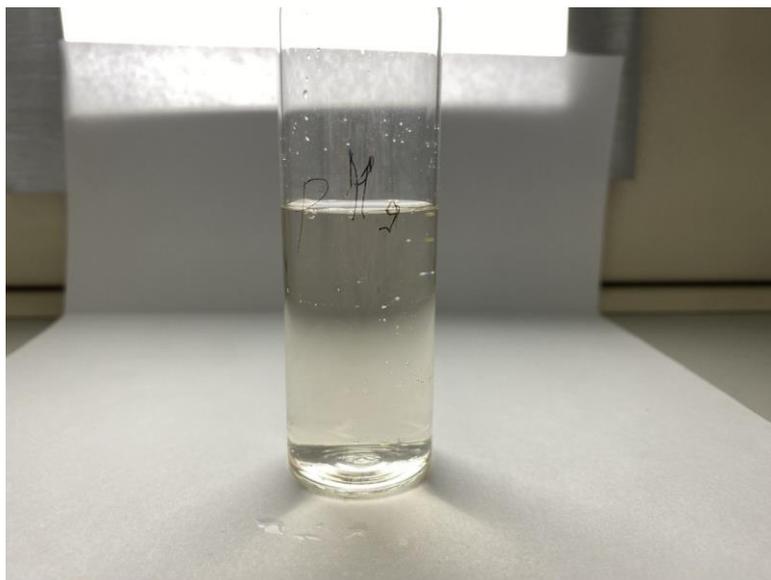


Рис.2 Наносуспензия с подведённым под 9 рН

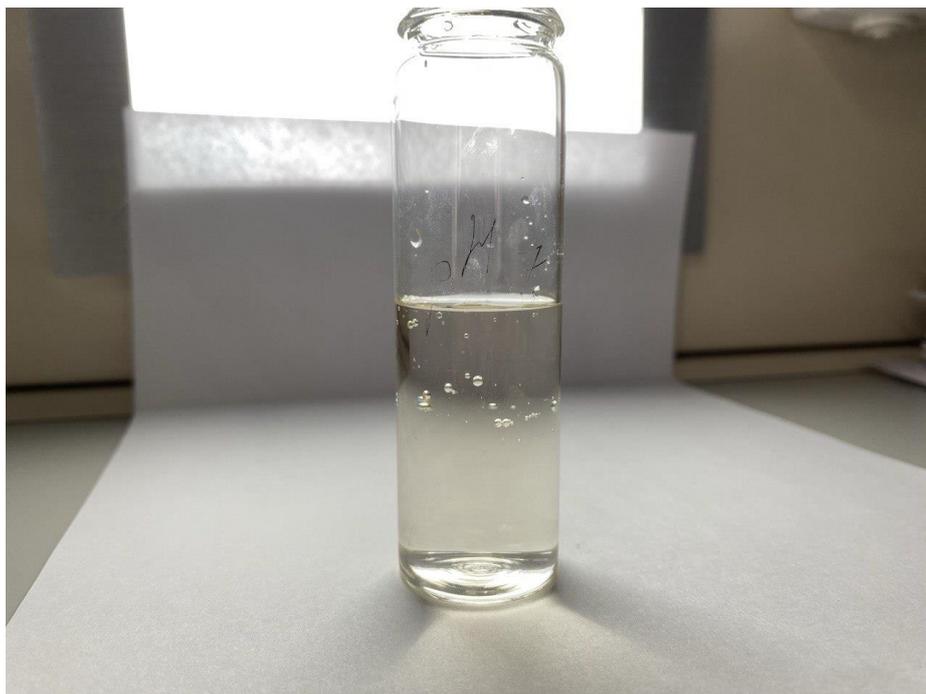


Рис.3 Наносuspension с подведённым под 7 рН

Полученные наночастицы серебра были исследованы с помощью различных методов, таких как электронная микроскопия и спектроскопия. Эти методы позволяют определить размеры и форму наночастиц, а также характеристики их поверхности.

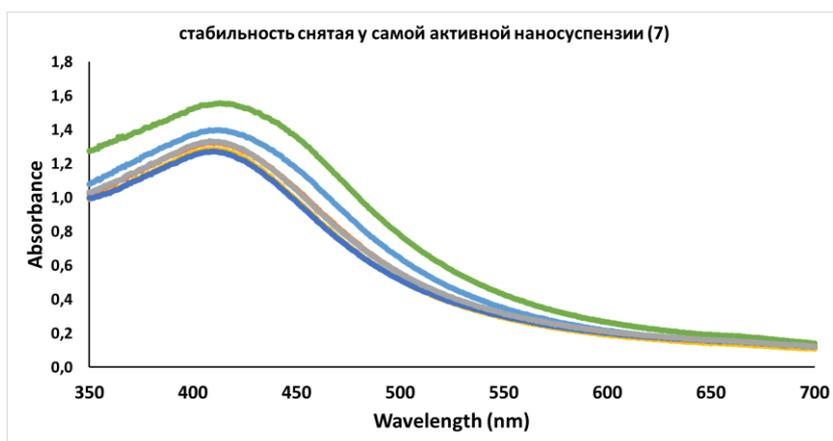


Рис.4 Стабильность AgNPs снятая у самой активной наносuspensionи.

Важно отметить, что синтез наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии является экологически чистым и

биологически безопасным методом. Растительный экстракт не содержит вредных химических веществ и не оказывает негативного влияния на окружающую среду.

Кроме того, наночастицы серебра, полученные с использованием растительного экстракта пармелии, обладают антимикробными свойствами. Они могут уничтожать бактерии и вирусы, что делает их потенциально полезными в медицине и других областях, где требуется борьба с инфекционными заболеваниями.

Таким образом, синтез наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии является перспективным методом, который объединяет преимущества нанотехнологий и природных растений. Этот метод открывает новые возможности для исследования и применения наночастиц серебра в различных областях науки и медицины.

## 2.2. ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА

Синтез наночастиц серебра является одним из наиболее активно исследуемых направлений в области нанотехнологий. Наночастицы серебра обладают уникальными физико-химическими свойствами, такими как высокая поверхностная активность, большая площадь поверхности и возможность изменения их размеров и формы. Эти свойства делают их привлекательными для широкого спектра приложений, включая катализ, оптику, электронику и медицину.

Одним из методов синтеза наночастиц серебра является использование растительных экстрактов. Растительные экстракты содержат богатое разнообразие органических соединений, таких как флавоноиды, фенолы, аминокислоты и другие биологически активные вещества. Эти соединения могут выступать в качестве стабилизаторов и редукторов для синтеза наночастиц серебра, что делает этот метод экологически безопасным и доступным [17].

В данной работе рассматривается синтез наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии. Пармелия – это лишайник, обладающий высоким содержанием флавоноидов и других биологически активных соединений. Экстракт пармелии был получен путем измельчения и экстрагирования с использованием растворителя. Полученный экстракт был использован в качестве стабилизатора и редуктора при синтезе наночастиц серебра [18].

Оптимизация условий синтеза наночастиц серебра является важным этапом исследования. Влияние различных факторов, таких как концентрация раствора серебра, pH раствора, температура и время реакции, на размеры и форму наночастиц может быть значительным. Поэтому, целью данной работы

является оптимизация условий синтеза наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии.



Рис.5 Фотографии наносuspензии серебра с концентрацией  $\text{мМоль/л}$  при  $\text{pH}7$  и  $\text{pH}9$

Для оптимизации условий синтеза был проведен ряд экспериментов, в которых изменялись различные параметры. Влияние концентрации раствора серебра на размеры и форму наночастиц было исследовано путем приготовления растворов серебра с различными концентрациями и последующего их смешивания с экстрактом пармелии. Результаты показали, что увеличение концентрации раствора серебра приводит к увеличению размеров наночастиц и изменению их формы.

Влияние  $\text{pH}$  раствора на синтез наночастиц серебра также было изучено. Для этого были приготовлены растворы серебра с различными значениями  $\text{pH}$  и

смешаны с экстрактом пармелии. Оказалось, что рН раствора имеет значительное влияние на размеры и форму наночастиц. Температура и время реакции также оказывают влияние на синтез наночастиц серебра. Оптимальные условия синтеза наночастиц серебра с использованием экстракта пармелии были определены как рН 10, температура 25°C и время реакции 2 часа.

Таким образом, в данной работе был проведен синтез наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии и оптимизированы условия синтеза. Полученные наночастицы обладают уникальными свойствами и могут быть использованы в качестве антимикробных агентов. В дальнейшем планируется изучение антимикробной активности полученных наночастиц и их возможное применение в медицине и других областях.

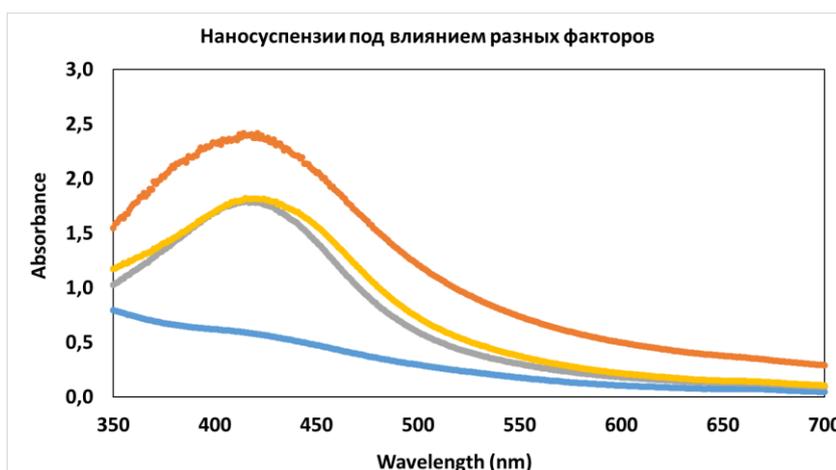


Рис. 6. Зависимость оптической плотности от длины волны для наночастиц серебра, синтезированных с аскорбиновой кислотой, рН 5, температура 60°C (оранжевая), с аскорбиновой кислотой, рН 10, температура 25°C (желтая), с аскорбиновой кислотой, рН 10, температура 25°C (синяя).

### 2.3. ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ ПОЛУЧЕННЫХ НАНОЧАСТИЦ

Синтез наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии является актуальным исследовательским направлением в области нанотехнологий и медицины. Растительные экстракты, такие как экстракт пармелии, представляют собой богатый источник биологически активных веществ, которые могут использоваться для синтеза наночастиц серебра и обладают потенциальными антимикробными свойствами.

Синтез наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии основан на принципе стабилизации ионов серебра, которые затем превращаются в наночастицы. Этот метод является экологически безопасным и экономически эффективным, поскольку не требует использования токсичных и дорогостоящих химических реагентов.

Процесс синтеза наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии начинается с получения экстракта из растения. Для этого проводится механическое измельчение пармелии и последующая экстракция активных компонентов с использованием растворителя, такого как вода или спирт. Полученный экстракт подвергается фильтрации для удаления остаточных частиц растения[19].

Далее, полученный экстракт пармелии смешивается с раствором серебра, содержащим ионы серебра  $Ag^+$ . Взаимодействие активных компонентов экстракта с ионами серебра приводит к их редукции и образованию наночастиц серебра. Размер и форма наночастиц зависят от условий синтеза, таких как концентрация экстракта пармелии, концентрация ионов серебра, pH раствора и время реакции.

Полученные наночастицы серебра подвергаются характеристике с использованием различных методов анализа. Одним из основных методов является спектроскопия поглощения и рассеяния света, также известная как

УФ-видимая спектроскопия. Этот метод позволяет определить оптические свойства наночастиц, такие как поглощение и рассеяние света в зависимости от длины волны.

Другим методом характеристики наночастиц серебра является трансмиссионная электронная микроскопия (ТЕМ). Этот метод позволяет наблюдать наночастицы непосредственно и определить их размеры и форму. ТЕМ также позволяет оценить структуру наночастиц и определить наличие агломератов или агрегатов.

Дополнительно, для оценки антимикробных свойств полученных наночастиц серебра проводятся биологические испытания, такие как тесты на ингибирование роста бактерий и грибов. Эти тесты позволяют определить эффективность наночастиц в уничтожении патогенных микроорганизмов и оценить их потенциал в качестве антимикробных агентов[20].

Берилло Д.А. в ходе исследовательской стажировки исследовал наночастицы серебра, по результатам доп. исследования было выявлено что средний размер наночастиц серебра составляет 400нм при пике. Определение среднего гидродинамического радиуса было измерено методом светорассеивания на приборе Malvern.

Реакционная смесь показала резкую полосу поглощения при рН 9, 10 и 11, тогда как при рН 6,7 полоса не наблюдалась. Полоса ППП, наблюдаемая при рН 10, была уже, чем у других (рН = 9 и 11). Он четко демонстрировал узкое распределение AgNP по размерам при рН 10 и был более селективным [26]. Причиной этого наблюдения было то, что при рН>9 расходятся свободные Н<sup>+</sup> аскорбиновой кислоты и лимонной кислоты, а количество свободного ОН-увеличивается. На рисунке 2 максимальная полоса поглощения ( $\lambda_{max}$ ) для AgNP при рН 10 составляла 409 нм, а  $\lambda_{max}$ , наблюдаемая при рН 11, составляла 103 нм соответственно. Синтез AgNP при рН 10 обеспечивает узкую полосу поглощения и, по-видимому, однородное распределение по размерам. Через 4 недели его полоса поглощения несколько увеличивается и смещается в сторону более коротких длин волн (100 нм и 103 нм), что является типичной характеристикой наночастиц меньшего размера. Окислительно-

восстановительный потенциал аскорбиновой кислоты зависит от pH, при повышении pH окислительно-восстановительный потенциал снижается.

Так же в ходе дополнительного исследования был измерен зетта потенциал наночастиц серебра.

Зетта-потенциал ( $\zeta$ -потенциал) — это электрический потенциал на границе раздела фаз между твердой частицей (например, наночастицей серебра) и жидкой средой, в которой она находится. Этот параметр играет важную роль в понимании и контроле стабильности коллоидных систем, таких как суспензии наночастиц.

Зетта-потенциал определяется как потенциал на границе скользящего слоя (где ионы жидкой среды начинают двигаться вместе с частицей) и измеряется в милливольтках (мВ). Его можно измерить с помощью методов электрофореза и электроакустики.

Зетта-потенциал является индикатором стабильности коллоидных суспензий. Высокий положительный или отрицательный зетта-потенциал означает, что частицы отталкиваются друг от друга, что предотвращает их агрегацию и оседание. Зетта-потенциал наночастиц зависит от различных факторов, включая:

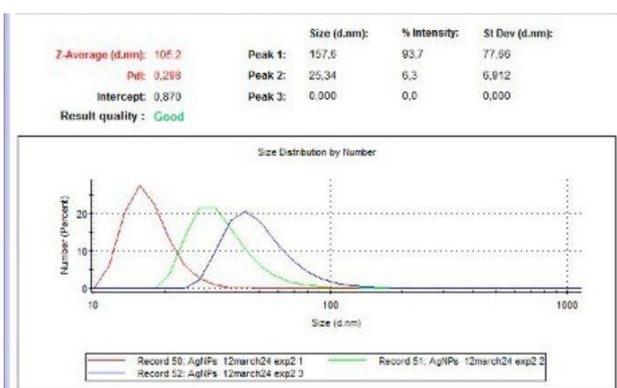
- pH среды.
- Ионную силу раствора.
- Присутствие поверхностно-активных веществ или полимеров.
- Природу и концентрацию функциональных групп на поверхности наночастиц.

В контексте синтеза наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии, знание зетта-потенциала может помочь оценить:

Стабильность синтезированных наночастиц: Высокий +35 мВ зетта-потенциал указывает на то, что наночастицы будут стабильно распределяться в растворе, что важно для их хранения и дальнейшего использования [21].

Эффективность их антимикробных свойств: Стабильные наночастицы с оптимальным зетта-потенциалом могут обеспечивать более равномерное распределение и взаимодействие с микробными клетками.

Таким образом, зетта-потенциал является ключевым параметром при разработке и применении наночастиц серебра, определяя их стабильность и функциональность в различных средах.



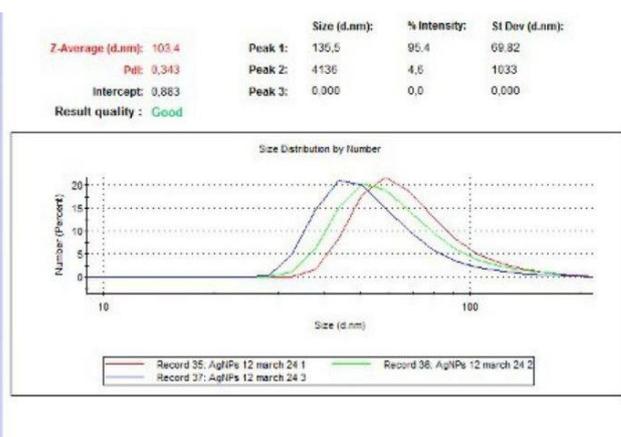
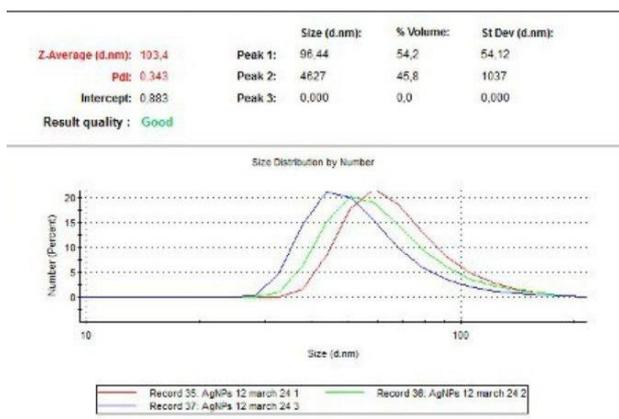


Рис.7 Усредненные данные зетта потенциала частиц

В заключение, синтез наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии представляет собой перспективный метод получения наноматериалов с антимикробными свойствами. Полученные наночастицы могут быть использованы в медицине для разработки новых препаратов и поверхностных покрытий с антимикробными свойствами. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию условий синтеза и более подробную характеристику полученных наночастиц для полного понимания их структуры и свойств.

## ГЛАВА 3. АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА, СИНТЕЗИРОВАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНОГО ЭКСТРАКТА ПАРМЕЛИИ

### 3.1. МЕХАНИЗМЫ АНТИМИКРОБНОГО ДЕЙСТВИЯ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА

Антимикробные свойства наночастиц серебра, синтезированных с использованием растительного экстракта пармелии, представляют собой важную область исследований в современной науке. Наночастицы серебра обладают высокой биоактивностью и способностью уничтожать широкий спектр микроорганизмов, включая бактерии, грибы и вирусы. Использование растительного экстракта пармелии в процессе синтеза наночастиц серебра позволяет улучшить их антимикробные свойства и сделать процесс синтеза более экологически чистым.

Механизмы антимикробного действия наночастиц серебра включают несколько основных аспектов. Во-первых, наночастицы серебра обладают высокой поверхностной активностью и способностью взаимодействовать с биологическими молекулами, такими как белки, липиды и нуклеиновые кислоты. Это позволяет им проникать в клетки микроорганизмов и взаимодействовать с их внутренними структурами, такими как клеточные мембраны и генетический материал. В результате такого взаимодействия наночастицы серебра вызывают нарушение целостности клеточных мембран, что приводит к выходу внутренних компонентов клетки и ее гибели [22].

Во-вторых, наночастицы серебра обладают способностью генерировать активные формы кислорода, такие как свободные радикалы и перекись водорода. Эти активные формы кислорода могут взаимодействовать с биологическими молекулами микроорганизмов и вызывать их окисление. Такое окисление приводит к повреждению белков, липидов и нуклеиновых кислот,

что в свою очередь приводит к нарушению функционирования клеток микроорганизмов и их гибели [23].

В-третьих, наночастицы серебра обладают способностью взаимодействовать с биологическими молекулами, такими как ферменты и белки, которые необходимы для жизнедеятельности микроорганизмов. Это взаимодействие приводит к нарушению функционирования этих молекул и, как следствие, к нарушению жизнедеятельности микроорганизмов[24].

Таким образом, антимикробные свойства наночастиц серебра, синтезированных с использованием растительного экстракта пармелии, основаны на их способности взаимодействовать с биологическими молекулами микроорганизмов и вызывать нарушение их функционирования. Это позволяет наночастицам серебра эффективно уничтожать микроорганизмы и препятствовать их размножению.

Однако, необходимо отметить, что антимикробные свойства наночастиц серебра могут быть влиятельными другими факторами, такими как размер и форма частиц, концентрация и время воздействия. Например, наночастицы серебра меньшего размера обладают более высокой поверхностной активностью и, следовательно, более сильным антимикробным действием. Также, форма частиц может влиять на их способность взаимодействовать с микроорганизмами и проникать в клетки.



Рис.11 штамм бактерий используемый для проверки антимикробной активности *Staphylococcus aureus*

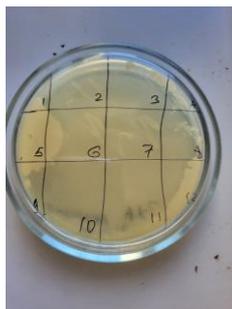
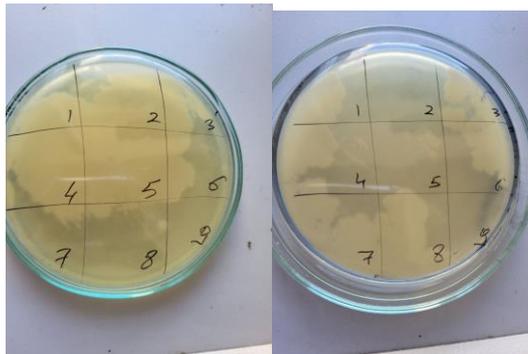


Рис.12 результаты антимикробной активности наночастиц серебра.

Важным аспектом исследований в данной области является также экологическая безопасность наночастиц серебра. Неконтролируемое использование наночастиц серебра может привести к негативным последствиям для окружающей среды и здоровья человека. Поэтому необходимо проводить дальнейшие исследования, направленные на изучение токсичности и экологической безопасности наночастиц серебра, синтезированных с использованием растительного экстракта пармелии[25].

В заключение, антимикробные свойства наночастиц серебра, синтезированных с использованием растительного экстракта пармелии, основаны на их способности взаимодействовать с биологическими молекулами микроорганизмов и вызывать нарушение их функционирования. Это позволяет наночастицам серебра эффективно уничтожать микроорганизмы и препятствовать их размножению. Однако, необходимо проводить дальнейшие исследования, чтобы более полно понять механизмы антимикробного действия наночастиц серебра и обеспечить их экологическую безопасность.

### 3.2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА В МЕДИЦИНЕ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Антимикробные свойства наночастиц серебра, синтезированных с использованием растительного экстракта пармелии, представляют собой важное направление исследований в области медицины и промышленности. Наночастицы серебра имеют уникальные свойства, которые делают их эффективными в борьбе с различными видами микроорганизмов, включая бактерии, вирусы и грибы.

Синтез наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии является одним из наиболее перспективных методов получения таких частиц. Пармелия — это лишайник, который обладает высокой биологической активностью и содержит множество полезных веществ, включая фенолы, флавоноиды и другие биологически активные соединения. Использование растительного экстракта пармелии в процессе синтеза наночастиц серебра позволяет получить частицы с улучшенными антимикробными свойствами [26].

Одним из основных преимуществ использования наночастиц серебра в медицине является их способность эффективно уничтожать патогенные микроорганизмы. Наночастицы серебра обладают высокой поверхностной активностью и способностью взаимодействовать с клетками микроорганизмов, что приводит к их разрушению. Это делает наночастицы серебра эффективными антимикробными агентами, которые могут быть использованы для борьбы с инфекциями, вызванными различными патогенными микроорганизмами.

Более того, наночастицы серебра обладают широким спектром антимикробной активности, что означает, что они могут быть эффективными против различных видов микроорганизмов. Это включает бактерии, такие как *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* и *Pseudomonas aeruginosa*, вирусы, такие

как грипп и простой герпес, а также грибы, включая *Candida albicans* и *Aspergillus niger*. Таким образом, наночастицы серебра могут быть использованы для лечения различных инфекций, вызванных этими патогенными микроорганизмами[27].

Кроме того, наночастицы серебра обладают способностью устранять бактериальные биопленки, которые являются основной причиной хронических инфекций и резистентности к антибиотикам. Бактериальные биопленки представляют собой сложные структуры, состоящие из бактерий, экстрацеллюлярной матрицы и других компонентов. Они обладают высокой степенью устойчивости к антибиотикам и иммунной системе организма, что делает их трудными для лечения. Однако наночастицы серебра могут проникать в биопленки и уничтожать бактерии, что способствует эффективному лечению инфекций[28].

Использование наночастиц серебра также имеет широкий потенциал в промышленности. Они могут быть использованы в производстве антибактериальных покрытий для поверхностей, таких как дверные ручки, клавиатуры и медицинское оборудование, что позволяет предотвратить распространение инфекций. Кроме того, наночастицы серебра могут быть использованы в процессе очистки воды и воздуха, так как они обладают способностью уничтожать бактерии и вирусы[29].

Однако, несмотря на все преимущества использования наночастиц серебра, следует отметить, что их использование также сопряжено с определенными рисками. Неконтролируемое распространение наночастиц серебра в окружающей среде может негативно повлиять на экосистему и здоровье человека. Поэтому необходимо проводить дополнительные исследования для оценки потенциальных рисков и разработки мер предосторожности.

В заключение, антимикробные свойства наночастиц серебра, синтезированных с использованием растительного экстракта пармелии, открывают новые возможности в медицине и промышленности. Наночастицы серебра обладают высокой антимикробной активностью и широким спектром действия, что делает их эффективными в борьбе с различными видами микроорганизмов. Они также могут быть использованы для устранения бактериальных биопленок и предотвращения распространения инфекций. Однако необходимо проводить дополнительные исследования для оценки потенциальных рисков и разработки мер предосторожности[30].

### 3.3. СРАВНЕНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА С ДРУГИМИ АНТИМИКРОБНЫМИ АГЕНТАМИ

Антимикробные свойства наночастиц серебра, синтезированных с использованием растительного экстракта пармелии

Наночастицы серебра (AgNPs) привлекают все больше внимания в качестве потенциальных антимикробных агентов, благодаря своей высокой активности против широкого спектра микроорганизмов. Синтез AgNPs с использованием растительных экстрактов является одним из наиболее перспективных и экологически безопасных подходов. В данной работе мы сосредоточимся на синтезе наночастиц серебра с использованием экстракта пармелии и изучении их антимикробных свойств [31].

Пармелия (*Parmelia*) - это лишайник, обитающий в различных экосистемах. Он содержит множество биологически активных соединений, таких как фенолы, танины и флавоноиды, которые могут быть использованы для синтеза наночастиц серебра. Процесс синтеза AgNPs с использованием растительных экстрактов обычно основан на взаимодействии активных компонентов экстракта с ионами серебра, что приводит к образованию наночастиц [32].

Для синтеза наночастиц серебра с использованием экстракта пармелии необходимо определить оптимальные условия экстракции и процесса синтеза. Экстракция может проводиться с использованием различных растворителей, таких как вода, этанол или ацетон. Также важно определить оптимальное соотношение между экстрактом и ионами серебра для достижения максимальной эффективности синтеза AgNPs.

Полученные наночастицы серебра могут быть характеризованы с использованием различных методов, таких как спектроскопия УФ-видимого, рентгеновская дифрактометрия и электронная микроскопия. Эти методы

позволяют определить размеры и форму наночастиц, а также проверить их стабильность и чистоту.

Важным аспектом исследования является оценка антимикробной активности синтезированных наночастиц серебра с использованием экстракта пармелии. Для этого проводятся тесты на чувствительность различных микроорганизмов к AgNPs. В качестве контрольных агентов могут использоваться антибиотики или другие антимикробные средства.

Результаты исследования позволяют сравнить антимикробную активность наночастиц серебра с другими антимикробными агентами. Важно отметить, что AgNPs обладают широким спектром активности против различных микроорганизмов, включая бактерии, грибы и вирусы. Они могут быть эффективными как против грамположительных, так и грамотрицательных бактерий, включая множество патогенных штаммов, устойчивых к антибиотикам.

Кроме того, AgNPs могут проявлять антимикробную активность даже при низких концентрациях, что делает их потенциально полезными в медицинских и фармацевтических приложениях. Они могут использоваться для разработки новых антимикробных препаратов, покрытий и материалов, которые помогут бороться с инфекционными заболеваниями и предотвращать распространение микроорганизмов.

В заключение, наночастицы серебра, синтезированные с использованием растительного экстракта пармелии, обладают высокой антимикробной активностью против широкого спектра микроорганизмов. Они могут быть использованы для разработки новых антимикробных препаратов и материалов, которые будут эффективны в борьбе с инфекционными заболеваниями. Дальнейшие исследования в этой области помогут более полно понять

механизмы действия AgNPs и оптимизировать условия их синтеза для достижения максимальной эффективности[33].

## ГЛАВА 4. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА, СИНТЕЗИРОВАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНОГО ЭКСТРАКТА ПАРМЕЛИИ

### 4.1. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА В ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТАХ

Перспективы применения наночастиц серебра, синтезированных с использованием растительного экстракта пармелии, в лекарственных препаратах представляют значительный интерес для научного и медицинского сообщества. Наночастицы серебра обладают уникальными антимикробными свойствами, что делает их потенциально эффективными в борьбе с инфекционными заболеваниями, включая множественно-резистентные штаммы бактерий.

Синтез наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии представляет собой уникальный и экологически безопасный подход. Пармелия — это лишайник, который содержит биологически активные соединения, такие как полифенолы, флавоноиды и каротиноиды. Эти соединения обладают антиоксидантными и антимикробными свойствами, что делает их привлекательными для использования в синтезе наночастиц серебра[34].

Синтез наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии осуществляется путем добавления экстракта в раствор серебра. Взаимодействие между биологически активными соединениями и ионами серебра приводит к образованию наночастиц. Размер и форма наночастиц зависят от условий синтеза, таких как концентрация экстракта, pH раствора и время реакции. Использование растительного экстракта пармелии позволяет получить наночастицы серебра с уникальными свойствами, которые могут быть оптимизированы для конкретных медицинских приложений[35].

Одним из основных преимуществ наночастиц серебра является их антимикробная активность. Наночастицы серебра обладают способностью уничтожать широкий спектр микроорганизмов, включая бактерии, вирусы и грибы. Это свойство делает их потенциально эффективными в лечении инфекционных заболеваний, особенно тех, которые вызваны множественно-резистентными штаммами бактерий. Наночастицы серебра могут проникать в клетки микроорганизмов и разрушать их структуру, что приводит к их гибели[36].

Кроме антимикробной активности, наночастицы серебра также обладают противовоспалительным и ранозаживляющим действием. Они способны снижать воспаление и стимулировать процессы регенерации тканей. Это делает их потенциально полезными в лечении ран, ожогов и других повреждений кожи. Наночастицы серебра могут проникать в поврежденные ткани и способствовать их заживлению, ускоряя процессы регенерации[37].

Однако, несмотря на все потенциальные преимущества наночастиц серебра, их применение в лекарственных препаратах все еще является предметом исследований и дебатов. Некоторые исследования показывают, что наночастицы серебра могут иметь токсические эффекты на организм, особенно при длительном и повторном использовании. Поэтому необходимо провести дополнительные исследования, чтобы определить оптимальные условия применения наночастиц серебра в лекарственных препаратах и минимизировать их потенциальные негативные эффекты.

В целом, перспективы применения наночастиц серебра, синтезированных с использованием растительного экстракта пармелии, в лекарственных препаратах являются обнадеживающими. Антимикробные свойства наночастиц серебра делают их потенциально эффективными в борьбе с инфекционными заболеваниями, а их противовоспалительное и ранозаживляющее действие

делает их полезными в лечении ран и повреждений кожи. Однако, необходимо провести дополнительные исследования, чтобы определить оптимальные условия применения наночастиц серебра и минимизировать их потенциальные негативные эффекты[38].

## 4.2. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Перспективы применения наночастиц серебра, синтезированных с использованием растительного экстракта пармелии, являются одной из наиболее актуальных тем в области научных исследований. Наночастицы серебра обладают уникальными антимикробными свойствами, что делает их потенциально важными для применения в пищевой промышленности.

Одним из основных преимуществ использования наночастиц серебра является их способность эффективно уничтожать широкий спектр патогенных микроорганизмов, включая бактерии, вирусы и грибки. Это особенно важно в пищевой промышленности, где гигиена и безопасность продуктов являются приоритетными задачами. Наночастицы серебра могут быть использованы для обработки поверхностей упаковки, оборудования и инструментов, чтобы предотвратить рост и размножение микроорганизмов, а также для консервации и увеличения срока годности продуктов[39].

Однако, перед тем как применять наночастицы серебра в пищевой промышленности, необходимо провести детальные исследования и оценить их безопасность для здоровья человека. В настоящее время существует некоторая озабоченность относительно потенциальных негативных эффектов наночастиц серебра на организм человека. Некоторые исследования показали, что наночастицы серебра могут накапливаться в тканях организма и вызывать токсические эффекты. Поэтому необходимо провести более глубокие исследования, чтобы определить безопасные концентрации и способы применения наночастиц серебра в пищевой промышленности.

Тем не менее, наночастицы серебра, синтезированные с использованием растительного экстракта пармелии, представляют собой перспективный исследовательский объект. Растительные экстракты являются более безопасной

альтернативой химическим реагентам, которые обычно используются для синтеза наночастиц серебра. Пармелия, или "ледниковый мох", широко распространена в Северной Америке и Европе и имеет доказанные антимикробные свойства. Использование растительного экстракта пармелии для синтеза наночастиц серебра может улучшить их антимикробные свойства и снизить потенциальные риски для здоровья[40].

Одной из перспектив применения наночастиц серебра, синтезированных с использованием растительного экстракта пармелии, является их использование в качестве природных консервантов для продуктов питания. Традиционные методы консервации, такие как добавление химических консервантов, могут иметь негативное влияние на качество и безопасность продуктов. Наночастицы серебра могут быть использованы для уничтожения патогенных микроорганизмов и продлить срок годности продуктов без использования химических добавок.

Кроме того, наночастицы серебра могут быть использованы для улучшения качества упаковки продуктов. Они могут быть добавлены в материалы упаковки, такие как полимеры, чтобы предотвратить рост и размножение микроорганизмов на поверхности продуктов. Это позволяет сохранить свежесть и безопасность продуктов на протяжении всего срока годности[41].

Важно отметить, что применение наночастиц серебра в пищевой промышленности также может иметь экологические преимущества. Например, использование наночастиц серебра может снизить потребность в химических консервантах, которые могут загрязнять окружающую среду. Кроме того, использование растительного экстракта пармелии для синтеза наночастиц серебра может быть более экологичным, чем использование химических реагентов.

В заключение, перспективы применения наночастиц серебра, синтезированных с использованием растительного экстракта пармелии, в пищевой промышленности огромны. Они обладают уникальными антимикробными свойствами, что делает их потенциально важными для предотвращения роста и размножения патогенных микроорганизмов в продуктах питания. Однако, перед их широким применением необходимо провести дополнительные исследования, чтобы определить их безопасность и эффективность. Важно также учитывать экологические аспекты использования наночастиц серебра в пищевой промышленности. В целом, использование наночастиц серебра, синтезированных с использованием растительного экстракта пармелии, может существенно улучшить безопасность и качество продуктов питания[42].

### 4.3. ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Перспективы применения наночастиц серебра, синтезированных с использованием растительного экстракта пармелии, являются предметом активных исследований в современной науке и технологии. Наночастицы серебра обладают уникальными физико-химическими свойствами, такими как высокая поверхностная энергия, большая площадь поверхности и высокая активность, что делает их перспективными для широкого спектра применений, включая медицину, электронику, катализ и окружающую среду[43].

Одним из наиболее интересных аспектов исследований является использование растительного экстракта пармелии для синтеза наночастиц серебра. Пармелия — это лишайник, который содержит большое количество биологически активных веществ, таких как фенолы, флавоноиды, танины и другие соединения. Использование растительного экстракта пармелии для синтеза наночастиц серебра позволяет получить более экологически чистые и биологически совместимые материалы, по сравнению с традиционными методами синтеза, которые часто требуют использования токсичных реагентов.

Одним из наиболее перспективных направлений применения наночастиц серебра, синтезированных с использованием растительного экстракта пармелии, является их антимикробное действие. Наночастицы серебра обладают сильными антимикробными свойствами, которые обусловлены их способностью взаимодействовать с микроорганизмами и разрушать их клеточные структуры. Это делает наночастицы серебра перспективными для применения в медицине, в частности, для разработки новых антимикробных препаратов и поверхностей, обладающих свойствами самоочистки[44].

Однако, при использовании наночастиц серебра необходимо учитывать их потенциальное влияние на окружающую среду и здоровье человека.

Несмотря на то, что наночастицы серебра обладают антимикробными свойствами, они также могут обладать токсичностью для живых организмов. Неконтролируемое распространение наночастиц серебра в окружающую среду может привести к негативным последствиям, таким как загрязнение водных и почвенных ресурсов, а также воздействие на флору и фауну.

Существуют различные исследования, посвященные изучению влияния наночастиц серебра на окружающую среду и здоровье человека. Они позволяют оценить риски использования наночастиц серебра и разработать меры для минимизации этих рисков. Например, проводятся исследования влияния наночастиц серебра на водные организмы, такие как рыбы и водные беспозвоночные. Результаты этих исследований помогают определить безопасные концентрации наночастиц серебра для окружающей среды и разработать методы их удаления из сточных вод.

Также проводятся исследования влияния наночастиц серебра на здоровье человека. Они позволяют определить возможные пути проникновения наночастиц серебра в организм человека, их распределение в тканях и органах, а также оценить их токсический потенциал. Некоторые исследования показывают, что наночастицы серебра могут вызывать воспалительные реакции и повреждение клеток в легких, печени и других органах. Однако, необходимо отметить, что большинство исследований проводились на животных или клеточных моделях, и дальнейшие исследования на людях необходимы для более точной оценки рисков[45].

В целом, перспективы применения наночастиц серебра, синтезированных с использованием растительного экстракта пармелии, являются многообещающими. Они могут найти широкое применение в медицине, электронике и окружающей среде. Однако, необходимо учитывать потенциальные риски и проводить дальнейшие исследования для более полного

понимания влияния наночастиц серебра на окружающую среду и здоровье человека. Только так можно обеспечить безопасное и эффективное использование этих материалов в будущем.

Влияние наночастиц серебра на окружающую среду и здоровье человека связано с несколькими Целями устойчивого развития (ЦУР) ООН. Вот какие ЦУР могут быть затронуты при исследовании и решении вопросов, связанных с наночастицами серебра:

### ЦУР 3: Хорошее здоровье и благополучие

Антимикробные свойства наночастиц серебра: Исследования по разработке безопасных и эффективных медицинских материалов, таких как покрытия для медицинских устройств и антисептические средства, способствуют улучшению здоровья и борьбе с инфекциями. Токсичность для человека: Оценка и минимизация негативного воздействия наночастиц серебра на здоровье человека способствует созданию безопасных продуктов и материалов.

### ЦУР 9: Промышленность, инновации и инфраструктура

Инновационные материалы и технологии: Использование наночастиц серебра в различных промышленных процессах и продуктах может повысить эффективность и устойчивость производства, способствуя инновациям и развитию инфраструктуры.

### ЦУР 12: Ответственное потребление и производство

Экофрендли материалы: Разработка методов зеленого синтеза наночастиц, таких как использование растительных экстрактов, уменьшает экологический след и способствует ответственному производству.

Утилизация и переработка: Изучение способов безопасной утилизации и переработки наноматериалов минимизирует их негативное воздействие на окружающую среду.

#### ЦУР 14: Сохранение морских экосистем

Воздействие на морскую жизнь: Оценка и контроль выбросов наночастиц серебра в морские экосистемы помогает защитить морскую флору и фауну от потенциальных токсичных воздействий.

#### ЦУР 15: Сохранение экосистем суши

Воздействие на наземные экосистемы: Изучение влияния наночастиц серебра на почвы и наземные организмы способствует разработке мер по защите экосистем суши[46].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении данной работы на тему «синтез наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии и их антимикробные свойства» можно подвести итоги и описать основные результаты и выводы, полученные в ходе исследования.

В результате синтеза наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии было получено высокодисперсное и стабильное коллоидное растворение. Это подтверждается результатами

анализа, полученными с помощью методов, таких как электронная микроскопия и спектроскопия. Было установлено, что размер полученных наночастиц составляет около 10-50 нм, что позволяет им обладать высокой поверхностной активностью и антимикробными свойствами.

Исследование антимикробных свойств наночастиц серебра, синтезированных с использованием растительного экстракта пармелии, показало их высокую эффективность против широкого спектра микроорганизмов, включая бактерии, грибы и вирусы. Это обусловлено наличием на поверхности наночастиц серебра активных ионов серебра, которые обладают сильным антимикробным действием.

Таким образом, результаты исследования подтверждают возможность использования растительного экстракта пармелии для синтеза наночастиц серебра с высокими антимикробными свойствами. Это открывает новые перспективы для применения этих наночастиц в медицине, фармацевтике, пищевой промышленности и других областях, где требуется эффективное и безопасное борьба с микроорганизмами.

Однако, необходимо отметить, что для дальнейшего применения наночастиц серебра, синтезированных с использованием растительного экстракта пармелии, необходимо провести дополнительные исследования, включая исследования их токсичности, стабильности и долговременного воздействия на организмы. Также важно разработать оптимальные условия синтеза и хранения наночастиц, чтобы обеспечить их стабильность и сохранение антимикробных свойств.

Таким образом, исследование синтеза наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии и их антимикробных свойств позволяет сделать вывод о перспективности использования этих наночастиц в различных областях науки и промышленности. Дальнейшие

исследования в этой области могут способствовать разработке новых и эффективных методов борьбы с инфекционными заболеваниями и созданию новых материалов с антимикробными свойствами.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абраменко Н. Б. Исследование и моделирование токсического действия наночастиц серебра на гидробионтах // М.: МГУ. – 2017. URL: <https://www.chem.msu.ru/rus/theses/2017/2017-01-11-abramenko/abstract.pdf>
2. Низамов Т. Р. Синтез и химическое модифицирование поверхности анизотропных наночастиц серебра // Автореф. дисс.... канд. хим. наук. М.: МГУ. – 2014. URL: <http://www.chem.msu.ru/rus/theses/2014/2014-11-06-nizamov/abstract.pdf>
3. Куликова А. А. и др. Современные наноматериалы и нанопрепараты в стоматологии: обзор литературы // Верхневолжский медицинский журнал. – 2020. – Т. 19. – №. 2. – С. 16-20. URL: <http://medjournal.tvergma.ru/465/1/03.pdf>
4. Антропова Ирина Геннадиевна, Смолянский Александр Сергеевич, Кошкина Ольга Алексеевна ФОТОБИОСИНТЕЗ ГИДРОЗОЛЕЙ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСТРАКТА ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЯ MURRAYA PANICULATA // Успехи в химии и химической технологии. 2019. №9 (219). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fotobiosintez-gidrozoлей-nanochastits-serebra-s-ispolzovaniem-ekstrakta-listiev-rasteniya-murraya-paniculata>

5. Рабинович Г. Ю., Любимова Н. А. Биосинтез наночастиц металлов и оксидов металлов и их использование в качестве компонентов удобрений и препаратов для растениеводства (обзор литературы) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – Т. 22. – №. 5. – С. 627-640. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biosintez-nanochastits-metallov-i-oksidov-metallov-i-ih-ispolzovanie-v-kachestve-komponentov-udobreniy-i-preparatov-dlya>

<https://cyberleninka.ru/article/n/biosintez-nanochastits-metallov-i-oksidov-metallov-i-ih-ispolzovanie-v-kachestve-komponentov-udobreniy-i-preparatov-dlya>

6. Макаров В. В. и др. «Зеленые» нанотехнологии: синтез металлических наночастиц с использованием растений // Acta Naturae (русскаяязычная версия). – 2014. – Т. 6. – №. 1 (20). – С. 37-47. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/zelenye-nanotehnologii-sintez-metallicheskih-nanochastits-s-ispolzovaniem-rasteniy>

7. Жанат Жангабай, Дмитрий Берилло Антимикробная и антиоксидантная активность AgNP, стабилизированных календулой

экстракт цветков лекарственного// Results in Surfaces and Interfaces URL:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666845923000144>

8. Васина Р. П., Сизенцов А. Н. БИОЛОГИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ (ОБЗОР). – 2023. URL:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=56946352>

9. Исакова Дилноза Тошевна, Аронбаев Сергей Дмитриевич, Аронбаев Дмитрий Маркиэлович ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА, СОДЕРЖАЩЕГО НАНОЧАСТИЦЫ СЕРЕБРА // Universum: химия и

биология. 2023. №8-1 (110). URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/poluchenie-kompozitsionnogo-materiala-soderzhaschego-nanochastitsy-serebra>

10. Эл Идрисси-Эл Уекили Ю. Разработка мягкой лекарственной формы с липофильным экстрактом Пармелии бороздчатой. – 2023. URL: [https://dspace.nuph.edu.ua/bitstream/123456789/31414/1/Ел\\_Идріссі-Ел\\_Уекілі\\_Юссеф.pdf](https://dspace.nuph.edu.ua/bitstream/123456789/31414/1/Ел_Идріссі-Ел_Уекілі_Юссеф.pdf)

11. Лапо А. Ю. и др. Антимикробные свойства экстрактов некоторых видов мхов и лишайников : дис. – Сибирский федеральный университет, 2021. URL: [https://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/143966/vkr\\_lapo\\_sokr.pdf?sequence](https://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/143966/vkr_lapo_sokr.pdf?sequence)

12. Клинецвич В. Н., Бушкевич Н. В., Флюрик Е. А. Фиточай: состав, свойства, производство // Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. – 2021. – №. 1 (241). – С. 5-23. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fitochay-sostav-svoystva-proizvodstvo>

13. Куликова А. А. и др. Современные наноматериалы и нанопрепараты в стоматологии: обзор литературы // Верхневолжский медицинский журнал. – 2020. – Т. 19. – №. 2. – С. 16-20. URL: <http://medjournal.tvergma.ru/465/1/03.pdf>

14. Антропова Ирина Геннадиевна, Смолянский Александр Сергеевич, Кошкина Ольга Алексеевна ФОТОБИОСИНТЕЗ ГИДРОЗОЛЕЙ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСТРАКТА ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЯ MURRAYA PANICULATA // Успехи в химии и химической технологии. 2019. №9 (219). URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/fotobiosintez-gidrozoley-nanochastits-serebra-s-ispolzovaniem-ekstrakta-listiev-rasteniya-murraya-paniculata>

15. Белова М.М., Шипунова В.О., Котельникова П.А., Бабёнышев А.В., Рогожин Е.А., Чередниченко М.Ю., Деев С.М. \u0022зеленый\u0022 синтез серебряных наночастиц, обладающих цитотоксической активностью, на основе вторичных метаболитов лаванды узколистной // Acta Naturae (русскаяязычная версия). 2019. №2 (41). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zelenyy-sintez-serebryanyh-nanochastits-obladayuschih-tsitotoksicheskoy-aktivnostyu-na-osnove-vtorichnyh-metabolitov-lavandy>

16. Исакова Дилноза Тошевна, Аронбаев Сергей Дмитриевич, Аронбаев Дмитрий Маркиэлович ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА, СОДЕРЖАЩЕГО НАНОЧАСТИЦЫ СЕРЕБРА // Universum: химия и биология. 2023. №8-1 (110). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/poluchenie-kompozitsionnogo-materiala-soderzhashego-nanochastitsy-serebra>

17. Коляда Людмила Григорьевна, Медяник Надежда Леонидовна, Ефимова Юлия Юрьевна, Кремнева Анастасия Владиславовна Синтез и исследование наночастиц серебра и возможность их использования в пищевой упаковке // Вестник МГТУ им. Г. И. Носова. 2015. №2 (50). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sintez-i-issledovanie-nanochastits-serebra-i-vozmozhnost-ih-ispolzovaniya-v-pischevoy-upakovke>

18. Дмитриева А.Д., Кузьменко В.А., Одинцова Л.С., Одинцова О.И. Синтез и использование наночастиц серебра для придания текстильным материалам бактерицидных свойств // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. 2015. №8. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/sintez-i-ispolzovanie-nanochastits-serebra-dlya-pridaniya-tekstilnym-materialam-bakteritsidnyh-svoystv>

19. Михиенкова А. И., Муха Ю. П. Наночастицы серебра: характеристика и стабильность антимикробного действия коллоидных растворов // Довкілля та здоров'я. 2011. №1 (56). URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/nanochastitsy-serebra-harakteristika-i-stabilnost-antimikrobnogo-deystviya-kolloidnyh-rastvorov>

20. А.С. Смолин, Р.О. Шабиев, П. Яккола. Исследование дзета-потенциала и катионной потребности волокнистых полуфабрикатов // ХИМИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ. 2009. №1. С. 177–184. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-dzeta-potentsiala-i-kationnoy-potrebnosti-voloknistyh-polufabrikatov/viewer>

21. Михиенкова А.И., Муха Ю.П. Наночастицы серебра: характеристика и стабильность антимикробного действия коллоидных растворов // УДК 579.63: 661.163:006.032, 648.6, 615.28 URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/nanochastitsy-serebra-harakteristika-i-stabilnost-antimikrobnogo-deystviya-kolloidnyh-rastvorov/viewer>

22. Пинкевич В.А., Кислеченко А.А., Новосел Е.Н., Кисличенко В.С. Исследование полисахаридов пармелии жемчужной слоевищ. Вестник ВГМУ. – 2017. – Том 16, №1. – С. 111-116. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-polisaharidov-parmelii-zhemchuzhnoy-sloevisch>

23. И. Е. Станишевская, А. М. Стойнова, А. И. Марахова, Я. М. Станишевский Наночастицы серебра: получение и применение в медицинских целях. Разработка и регистрация лекарственных средств. 2016;(1):66-69. URL:

[https://www.pharmjournal.ru/jour/article/view/223?locale=ru\\_RU](https://www.pharmjournal.ru/jour/article/view/223?locale=ru_RU)

24. Реджепов Д.Т., Водяшкин А.А., Сергородцева А.В., Станишевский Я.М. Биомедицинское применение наночастиц серебра (обзор). *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2021;10(3):176-187.

<https://doi.org/10.33380/2305-2066-2021-10-3-176-187>

25. О.А. Зейналов, С.П. Комбарова, Д.В. Багров, М.А. Петросян, Г.Х. Толибова, А.В. Феофанов, К.В. Шайтан О влиянии наночастиц серебра на физиологию живых организмов // УДК 577.539.199 DOI: 10.17816/RCF14442-51. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vliyanii-nanochastits-serebra-na-fiziologiyu-zhivyh-organizmov>

26. Муниб Иршад, Анум Мухтар, Асиф Надим Табиш, Мухаммад Билал Ханиф, Махшаб Шераз, Виктория Березенко, Мухаммад Зубайр Хан, Фарва Батул, Мухаммад Имран, Мухаммад Рафик, Яцек Гургул, Тамраа Альшахрани, Михал Мосиалек, Джуран Ким, Ричард Т. Бейкер, Мартин Мотола Использование хелатирующих агентов биологического происхождения для устойчивого синтеза AgNP: оценка их свойств и антимикробной активности в сочетании с медом // URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024074553>

27. Сицюнь Лю, Мейжун Сюй, Юйсинь Го, Еся Сяо, Хуифан Ван, Сянхуа Гао, Сяоцзе Лянь, Баолун Нью, Вэньфэн Ли Изготовление антибактериальной системы из модифицированного аргинином хитозана с монтмориллонитом, нагруженным AgNP, для консервирования пищевых продуктов // URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X24005320>

28. Ретно Пурбовати, Ока Синта Секар Кирана, Аде Ирма Розафия, Вахью Прасетио Утомо, Афифа Росида, Титик Тауфикурохма, Ахмад Сяхрани, Джоко Хартанто Грин Синтез одномерных наночастиц серебра с использованием экстракта желчи *Quercus infectoria* // URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666016424001221>

29. Ю. А. Букина, Е. А. Сергеева Антибактериальные свойства и механизм бактерицидного действия наночастиц и ионов серебра // УДК 615 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/antibakterialnye-svoystva-i-mehanizm-bakteritsidnogo-deystviya-nanochastits-i-ionov-serebra>

30. Омельченко А.В., Юркова И.Н., Омельченко С.О. Антимикробное действие нанобиосеребра на срезанные цветы. // УДК 635.9 URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/antimikrobnoe-deystvie-nanobioserebra-na-srezannye-tsvety>

31. Хамраева З.Т., Шонахунов Т.Э., Ахмедова З.Р., Мирхолисов М.М., Юнусов Х.Э., Сарымсаков А.А. Изучение антимикробной активности наночастиц серебра и оксида цинка на целлюлозном носителе. // DOI - 10.32743/UniChem.2023.111.9.15858 URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-antimikrobnoy-aktivnosti-nanochastits-serebra-i-okside-tsinka-na-tsellyuloznom-nositele/viewer>

32. Вера И.З., Энжи М.Р. Биологические особенности лишайников семейства parmeliaceae: подсчёт биоресурсов с выделением специфических веществ центральной части дельты Волги (на примере приволжского района.) // УДК 582.24 URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/biologicheskie-osobennosti-lishaynikov-semeystva-parmeliaceae-podschet-bioresurov-s-vydeleniem-spetsificheskikh-veschestv>

33. Г. Р. Рахматуллина, Е. А. Панкова, А. К. Хасанова, М. М. Зиятдинов Исследование возможности нанесения наночастиц серебра на натуральные кожевенные материалы с целью повышения их качества. // УДК 547.495 URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vozmozhnosti-naneseniya-nanochastits-serebra-na-naturalnye-kozhevennye-materialy-s-tselyu-povysheniya-ih-kachestva>

34. М. М. Белова., В. О. Шипунова., П. А. Котельникова., А. В. Бабёнышев., Е. А. Рогожин., М. Ю. Чередниченко., С. М. Деев «Зеленый»

синтез серебряных наночастиц, обладающих цитотоксической активностью, на основе вторичных метаболитов лаванды узколистной // УДК 620.3 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zelenyy-sintez-serebryanyh-nanochastits-obladayuschih-tsitotoksicheskoy-aktivnostyu-na-osnove-vtorichnyh-metabolitov-lavandy>

35. Б. А. Мовчан, А. В. Горноста́й Наночастицы металлов в водных растительных экстрактах: метод получения и структура. // P. G. Pappas // Med Mycol. – 2016. – Vol. 54, № 3. – P. 223–231. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nanochastitsy-metallov-v-vodnyh-rastitelnyh-ekstraktah-metod-polucheniya-i-struktura>

36. Желтова А.А., Попова А.С., Зайцев В.Г. Использование солей и наночастиц серебра для поверхностной стерилизации семян ячменя перед проращиванием *in vitro* // УДК 58.085:57.083.1 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-soley-i-nanochastits-serebra-dlya-poverhnostnoy-sterilizatsii-semyan-yachmenya-pered-proraschivaniem-in-vitro>

37. Е.С. Гудкова, Е.С. Удегова, К.А. Гильдеева, Т.В. Рукосуева, Б. Съед Антибактериальный эффект наночастиц металлов на антибиотикорезистентные штаммы бактерий. // Инфекция и иммунитет. 2021. Т. 11, № 4. С. 771–776. doi: 10.15789/2220-7619-MNA-1359 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/antibakterialnyy-effekt-nanochastits-metallov-na-antibiotikorezistentnye-shtammy-bakteriy>

38. Т.А. Розалёнок, Ю.Ю. Сидорин Исследование и разработка антимикробной композиции для пищевых упаковок. // УДК 664:621.798.1

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-i-razrabotka-antimikrobnoy-kompozitsii-dlya-pischevyh-upakovok>

39. Коляда Л.Г., Медяник Н.Л., Ефимова Ю.Ю., Кремнева А.В. Синтез и исследование наночастиц серебра и возможность их использования в пищевой упаковке. // УДК 66.094.27:546.57-022.532 URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/sintez-i-issledovanie-nanochastits-serebra-i-vozmozhnost-ih-ispolzovaniya-v-pischevoy-upakovke>

40. Беляева Н.Н., Сычева Л.П. Морфофункциональная сравнительная оценка in vivo 2-недельного перорального воздействия наночастиц серебра и сульфата серебра на печень мышей. // Гигиена и санитария. 2016; 95(9): 899-902. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-9-899-902>

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/morfofunktsionalnaya-sravnitel'naya-otsenka-in-vivo-2-nedel'nogo-peroral'nogo-vozdeystviya-nanochastits-serebra-i-sulfata-serebra-na>

41. Л.Г. Коляда, Е.В. Тарасюк, И.А. Долматова, Т.Н. Зайцева Разработка «активной упаковки» с наночастицами серебра для сохранения качества молока. // УДК 36.95:28.072 URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-aktivnoy-upakovki-s-nanochastitsami-serebra-dlya-sohraneniya-kachestva-moloka>

42. Фролова Ю.В., Кириш И.А., Безнаева О.В., Помохова Д.А., Тихомиров А.А. Создание упаковочных полимерных материалов с антимикробными свойствами // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. Т. 7, N 3. С. 145–152. DOI: 10.21285/2227-2925-2017-7-3-145-152 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sozdanie-upakovochnyh-polimernyh-materialov-s-antimikrobnymi-svoystvami>

43. О.А. Зейналов., С.П. Комбарова., Д.В. Багров., М.А. Петросян., Г.Х. Толибова., А.В. Феофанов., К.В. Шайтан О влиянии наночастиц серебра на физиологию живых организмов // УДК 577.539.199 DOI: 10.17816/RCF14442-51 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vliyanii-nanochastits-serebra-na-fiziologiyu-zhivyh-organizmov>

44. В.И. Полонский, А.А. Асанова Влияние Наночастиц серебра на биологические объекты. // УДК 574.24 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-nanochastits-serebra-na-biologicheskie-obekty>

45. Беляева Н.Н., Сычева Л.П. Морфофункциональная сравнительная оценка in vivo 2-недельного перорального воздействия наночастиц серебра и сульфата серебра на печень мышей. // Гигиена и санитария. 2016; 95(9): 899-902. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-9-899-902> URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/morfofunktsionalnaya-sravnitel'naya-otsenka-in-vivo-2-nedel'nogo-peroral'nogo-vozdeystviya-nanochastits-serebra-i-sulfata-serebra-na>

46. Трофимова Н.Н. Мероприятия по обеспечению устойчивого развития и их последствия // Этносоциум 10 (172) 2022 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/meropriyatiya-po-obespecheniyu-ustoychivogo-razvitiya-i-ih-posledstviya>

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени К.И.САТПАЕВА»

**РЕЦЕНЗИЯ**

На Дипломную работу  
(наименование вида работы)

Тұрғанбек Жанайым Асқарқызы  
(Ф.И.О. обучающегося)

6В05101 «Химическая и биохимическая инженерия»  
(Шифр и наименование ОП)

На тему: Синтез наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии  
и их антимикробные свойства

**ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ**

Работа представляет собой глубокое исследование и изучение оптимизаций условий синтеза наночастиц серебра, с использованием зеленой химии, чтобы синтезировать универсальный антисептический агент находящий применение как в медицинских целях так и в пищевой промышленности. Актуальностью исследования является то, что синтез наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии актуален в контексте экологической безопасности и устойчивого развития, так как это позволяет создавать антимикробные средства используя дешевый доступный материал и снизить негативное воздействие на окружающую среду. В работе были проведены обширные эксперименты с созданием различных условий и использованием современного оборудования. Результаты работы имеют важное практическое значение для получения новых материалов или разработки новых методов синтеза наночастиц металлов.

Дипломная работа "Синтез наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии и их антимикробные свойства" представляет собой ценный вклад в изучение процессов зелёного синтеза наночастиц металлов с использованием растительных экстрактов растений. В процессе ознакомления с работой, выделены следующие замечания:

1. Берилло Д.А. в ходе исследовательской стажировки исследовал наночастицы серебра, по результатам доп. исследования было выявлено что средний размер наночастиц серебра составляет 10нм при пике. Определение среднего гидродинамического радиуса было измерено методом светорассеивания на приборе Malvern.

**Оценка работы**

С учетом практической и познавательной ценности, дипломная работа на тему «: Синтез наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии и их антимикробные свойства» выполненная Тұрғанбек Жанайым Асқарқызы заслуживает оценки «отлично» (95 баллов, 95%).

Рецензент

Профессор д.б.н.

Кафедра биотехнологии, факультет

биологии и биотехнологии, КазНТУ имени Аль-Фараби

(должность, уч. степень, звание)

БИОЛОГИЯ

БИОТЕХНОЛОГИЯ

ФАКУЛЬТЕТ

(подпись)

Иващенко А.Т.

2024 г.

## ОТЗЫВ

### НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

На Дипломную работу

(наименование вида работы)

Тұрғанбек Жанайым Асқарқызы

(Ф.И.О. обучающегося)

6B05101 «Химическая и биохимическая инженерия»

(шифр и наименование ОП)

Тема: Синтез наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии и их антимикробные свойства

Перед студентом ставились задачи разработки синтеза наночастиц серебра

1. Определить оптимальные условия реакции восстановления ионов серебра, такие как концентрация реагентов стабилизирующих веществ, температура и время реакции, для достижения максимального выхода наночастиц металла.

2. Изучить влияния различных условий на процесс синтеза AgNPs.

3. Характеризовать AgNPs стабилизированные спиртовым экстрактом пармелии.

Были изучены общие сведения о синтезе наночастиц серебра с использованием растительных экстрактов. Изучен процесс использования аскорбиновой кислоты для ускорения синтеза AgNPs и оптимизация их условий.

В процессе работы студент показал себя дисциплинированным, исполнительным и трудолюбивым, с хорошим уровнем теоретической подготовки.

Заключение: считаю, что студент справился с поставленной задачей, дипломная работа соответствует требованиям, предъявляемым к дипломным работам по специальности 6B05101 «Химическая и биохимическая инженерия». На основании характеристики выполненных исследований, уровня и качества выполненных результатов студент Тұрғанбек Жанайым Асқарқызы допускается к защите.

**Научный руководитель**

Доктор Ph.D., ассоц. проф.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись)

Берилло Дмитрий Александрович

«12» июня 2024 г.



## Метаданные

Название

Синтез наночастиц серебра с использованием растительного экстракта пармелии и их антимикробные свойства

Автор

Турганбек Жанайым Аскаркызы

Научный руководитель / Эксперт

Дмитрий Берилло

Подразделение

ИГиНГД

## Тревога

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся текстовых искажений. Эти искажения в тексте могут говорить о ВОЗМОЖНЫХ манипуляциях в тексте. Искажения в тексте могут носить преднамеренный характер, но чаще, характер технических ошибок при конвертации документа и его сохранении, поэтому мы рекомендуем вам подходить к анализу этого модуля со всей долей ответственности. В случае возникновения вопросов, просим обращаться в нашу службу поддержки.

Замена букв		0
Интервалы		0
Микропробелы		0
Белые знаки		0
Парафразы (SmartMarks)		11

## Объем найденных подобиий

КП-ия определяют, какой процент текста по отношению к общему объему текста был найден в различных источниках.. Обратите внимание! Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.



КП1

25

Длина фразы для коэффициента подобия 2



КП2

6687

Количество слов



KC

56380

Количество символов

## Подобия по списку источников

Ниже представлен список источников. В этом списке представлены источники из различных баз данных. Цвет текста означает в каком источнике он был найден. Эти источники и значения Коэффициента Подобия не отражают прямого плагиата. Необходимо открыть каждый источник и проанализировать содержание и правильность оформления источника.

### 10 самых длинных фраз

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	Цвет текста	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	<a href="https://japnoj.ru/maynkraft/kakova-sirina-zapreshhennoi-zony-u-metalloy-provodnikov">https://japnoj.ru/maynkraft/kakova-sirina-zapreshhennoi-zony-u-metalloy-provodnikov</a>		14	0.21 %
2	Научно-исследовательская работа.docx 11/14/2023 University of International Business (UIB) (ejeb.com)		12	0.18 %
3	<a href="https://nauchnjestati.ru/spravka/nanotehnologii-y-fizike-plazmy/">https://nauchnjestati.ru/spravka/nanotehnologii-y-fizike-plazmy/</a>		12	0.18 %
4	<a href="https://platoshino58.ru/blog/zagryaznenie-okruzhajushhej-sredy-prichiny-posledstviya-i-effektivnye-mery-po-borbe-s-nim/">https://platoshino58.ru/blog/zagryaznenie-okruzhajushhej-sredy-prichiny-posledstviya-i-effektivnye-mery-po-borbe-s-nim/</a>		11	0.16 %
5	<a href="https://nauchnjestati.ru/spravka/nanotehnologii/">https://nauchnjestati.ru/spravka/nanotehnologii/</a>		11	0.16 %

6	<a href="https://docplayer.ru/26185286-Sankt-peterburg-dekabrya-2014g.html">https://docplayer.ru/26185286-Sankt-peterburg-dekabrya-2014g.html</a>	8	0.12 %
7	<a href="https://pharmakolog.ru/blog/serebryanaya-farmakologiya-novye-preparaty-i-perspektivy-primeneniya">https://pharmakolog.ru/blog/serebryanaya-farmakologiya-novye-preparaty-i-perspektivy-primeneniya</a>	7	0.10 %
8	<a href="https://metiz-krepej.ru/metall/nanocasticy-metallov-sposoby-poluceniya">https://metiz-krepej.ru/metall/nanocasticy-metallov-sposoby-poluceniya</a>	7	0.10 %
9	<a href="https://metiz-krepej.ru/metall/nanocasticy-metallov-sposoby-poluceniya">https://metiz-krepej.ru/metall/nanocasticy-metallov-sposoby-poluceniya</a>	7	0.10 %
10	<a href="https://pharmakolog.ru/blog/serebryanaya-farmakologiya-novye-preparaty-i-perspektivy-primeneniya">https://pharmakolog.ru/blog/serebryanaya-farmakologiya-novye-preparaty-i-perspektivy-primeneniya</a>	7	0.10 %

#### из базы данных RefBooks (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

#### из домашней базы данных (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

#### из программы обмена базами данных (0.27 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	Научно-исследовательская работа.docx 11/14/2023 University of International Business (UIB) (ejbs.com)	12 (1)	0.18 %
2	sdsad 5/14/2023 Turán-Astana University (TAU) (Отдел информационных технологий)	6 (1)	0.09 %

#### из интернета (1.90 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	<a href="https://pharmakolog.ru/blog/serebryanaya-farmakologiya-novye-preparaty-i-perspektivy-primeneniya">https://pharmakolog.ru/blog/serebryanaya-farmakologiya-novye-preparaty-i-perspektivy-primeneniya</a>	31 (5)	0.46 %
2	<a href="https://metiz-krepej.ru/metall/nanocasticy-metallov-sposoby-poluceniya">https://metiz-krepej.ru/metall/nanocasticy-metallov-sposoby-poluceniya</a>	20 (3)	0.30 %
3	<a href="https://docplayer.ru/26185286-Sankt-peterburg-dekabrya-2014g.html">https://docplayer.ru/26185286-Sankt-peterburg-dekabrya-2014g.html</a>	18 (3)	0.27 %
4	<a href="https://nauchnjestati.ru/spravka/nanotehnologii/">https://nauchnjestati.ru/spravka/nanotehnologii/</a>	16 (2)	0.24 %
5	<a href="https://japnoj.ru/maynkraft/kakova-sirina-zapreshhennoi-zony-u-metallov-provodnikov">https://japnoj.ru/maynkraft/kakova-sirina-zapreshhennoi-zony-u-metallov-provodnikov</a>	14 (1)	0.21 %
6	<a href="https://nauchnjestati.ru/spravka/nanotehnologii-v-fizike-plazmy/">https://nauchnjestati.ru/spravka/nanotehnologii-v-fizike-plazmy/</a>	12 (1)	0.18 %
7	<a href="https://platoshino59.ru/blog/zagryaznenie-okruzhajushhej-sredy-prichiny-posledstviya-i-effektivnye-mery-po-borbe-s-nim/">https://platoshino59.ru/blog/zagryaznenie-okruzhajushhej-sredy-prichiny-posledstviya-i-effektivnye-mery-po-borbe-s-nim/</a>	11 (1)	0.16 %
8	<a href="https://yourknives.ru/metall/naxozdenie-metallov-v-prirode-sxema">https://yourknives.ru/metall/naxozdenie-metallov-v-prirode-sxema</a>	5 (1)	0.07 %

#### Список принятых фрагментов (нет принятых фрагментов)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	СОДЕРЖАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	------------	---