

ГАУ ДО «Детский технопарк «Кванториум»

Тема:
«Бактерицидные свойства наносеребра»

Выполнила:

Горовая Дарья Дмитриевна

Руководители:

Антоненко Юлия Александровна

Карпиков Евгений Геннадиевич

Г. Брянск 2022

Содержание

Введение.....	3
1.Теоретическая часть.....	6
1.1 Классификация дезинфицирующих средств.....	6
1.2 Механизм действия дезинфицирующих средств на основе различных химических компонентов. Достоинства и недостатки.....	8
1.3 Бактерицидные свойства наносеребра. Механизм действия.....	11
1.4 Виды медицинских масок и их состав	13
1.5 Способы получения наночастиц серебра... ..	14
2.Практическая часть	16
Заключение	22
Список использованных источников	23
Приложения	25

Введение

Целью работы является получение коллоидных растворов наночастиц серебра, а также исследование их бактерицидных свойств.

В качестве основных задач работы выделены следующие направления:

1. Получение и стабилизация коллоидных растворов наночастиц серебра.
2. Определение размеров частиц полученных коллоидных растворов наносеребра.
3. Исследование бактерицидных свойств наночастиц серебра.

Гипотеза: наночастицы серебра обладают бактерицидными свойствами.

Для получения наночастиц серебра использовался цитратный метод Туркевича, при котором восстановителем и стабилизатором служил цитрат-анион, в результате чего происходит образование кластеров металлического серебра. Кластеры взаимодействуют с цитрат-анионом, после чего происходит их агрегация в более крупные частицы. Наночастицы серебра возникающие вследствие протекания химического процесса имеют сферическую форму и устойчивы к агрегации.

Размеры частиц полученных растворов наносеребра определяли при помощи спектрофотометрического метода.

Поглощение света, испускаемого спектрофотометром, веществом рассчитывается по закону Ламберта-Бера:

$$\ln \frac{I_0}{I} = \varepsilon C d$$

—
где I_0 и I - интенсивности света до и после прохождения через слой толщины d (см) раствора вещества с концентрацией C (моль/л);

I_0/I - погашение или экстинкция;

ε - молярным коэффициентом экстинкции

Оценивали размер частиц при помощи формулы

$$C_{ext} = \frac{24\pi R \varepsilon_m^{\frac{1}{2}}}{\lambda \varepsilon}$$

где R - радиус наночастицы;

ε_m - диэлектрическая проницаемость среды;

ε - диэлектрическая проницаемость частиц;

λ -длина волны падающего света;

C_{ext} - коэффициент экстинкции.

Также для получения наночастиц серебра использовался цитрат-сульфатный метод и получение наночастиц серебра восстановлением глюкозой через хлорид серебра.

Актуальность: в качестве исследуемых образцов были взяты тканевые медицинские маски, ведь в разгар пандемии это тема очень актуальна, так как при дыхании, кашле, чихании, и разговоре в окружающую подпадают капельки слюны, которые играют ключевую роль в распространении различных заболеваний. Тканевые маски предназначены для задерживания капель, содержащих вирусы и бактерий, что особенно актуально для людей, которые хорошо себя чувствуют, но не знают, что инфицированы и заразны для окружающих. По оценкам исследователей, доля заражений вирусом от бессимптомных носителей составляет примерно 50%. Еще одно преимущество ношения тканевых масок заключается в том, что они могут ограничивать прикосновение рук ко рту и лицу (что особенно актуально для детей), тем самым также способствуя предупреждению распространения

различный вирусных и бактериальных заболеваний.

Как известно, то различные различные дезинфицирующие средства являются очень токсичными и мало эффективны по отношению ко многим штаммам микроорганизмов. Однако, приспособление микроорганизмов к наночастицам серебра ещё не было выявлено, также они не обладают такой токсичностью. В данном исследовании предстоит узнать, насколько эффективно и быстро наночастицы серебра в различных концентрациях справляются с микроорганизмами на тканевых масках.

Теоретическая часть

1.1 Классификация дезинфицирующих средств

Дезинфицирующие средства подразделяются на: галоидосодержащие, кислородосодержащие, альдегидсодержащие, поверхностно-активные вещества, гуанидинсодержащие, спиртосодержащие, фенолсодержащие.

1. Галоидосодержащие дезинфицирующие средства имеют в своем составе такие активно-действующие вещества как бром, йод, хлор. Эти средства широко применяются для антибактериальной защиты, однако раздражают слизистую оболочку глаз и дыхательные пути, а так же имеют стойкий запах.

2. В кислородосодержащих дезинфицирующих средствах основными действующими веществами выступают кислород, озон, дезоксон, пероксид водорода, пербораты и т.д. Эта группа дезинфицирующих средств имеет широкий диапазон антибактериального действия, без запаха, однако вызывает коррозию.

3. Альдегидсодержащие дезинфицирующие средства имеют в своем составе такие вещества, как: глиоксаль, глутаровый альдегид альдегид янтарной кислоты, формальдегид, ортофтолевый альдегид. Обладают широким диапазоном антибактериального действия, однако раздражают дыхательные пути.

4. К поверхностно-активным компонентам дезинфицирующих средств относятся амины, амфолитные ПАВ, четвертично-аммониевые соединения. Имеют узкий спектр антибактериального действия, не подвергают коррозии металлы, оказывают моющее действие и не имеют запаха.

5. Гуанидинсодержащие дезинфицирующие средства содержат в своем составе: хлоргексидина биглюконат, полигексаметиленгуанидин фосфата и др. Эти дезинфицирующие средства способствуют образованию на обработанных поверхностях пленок, имеющих длительное остаточное антибактериальное действие. Обладают узким спектром применения.

6. Спиртосодержащие дезинфицирующие средства характеризуются содержанием в своем составе различных спиртов: пропанол, этанол и др.

7. К фенолсодержащим дезинфицирующим средствам относятся композиции на основе 2-бифенола. Не эффективны против спиртовых форм бактерий и вирусов [1].

1.2 Механизм действия дезинфицирующих средств на основе различных химических компонентов. Достоинства и недостатки

Существуют несколько взаимодействия между дезинфицирующим веществом и бактериальной клеткой, а также с окружающей ее средой: органическими и неорганическими веществами;

1. Диффузия средства через оболочку внутрь клетки;
2. Реакция дезинфицирующего средства с основными частями клетки.

1. Галогеносодержащие вещества

1) Хлор содержащие препараты: хлорная известь, гипохлор, гипохлорит натрия, гипохлорит калия, хлорамин, электроактивированные растворы натрия хлорида. Они подавляют важнейшие ферментные реакции в бактериальной клетке, а также вызывают денатурацию белков и нуклеиновых кислот.

Йод содержащие препараты: йод кристаллический, йодофоры. Они реагирует с жирными кислотами, аминокислотами, разрушая клеточные их структуры (включая мембрану). Взаимодействие йода с ароматическими радикалами ДНК-оснований приводит к распаду двойной спирали ДНК на отдельные волокна.

Преимущества:

Обладают широким спектром антимикробного действия: бактерицидные, туберкулоцидные, вирулецидные, спороцидные свойства; многоцелевое назначение; хорошая растворимость в воде быстрое действие; относительно низкая стоимость

Недостатки:

Очень токсичны: резкий запах, раздражающее действие на слизистые оболочки органов дыхания и глаз. Вызывают обесцвечивающее действие на ткани, образуют экологически опасные соединения.

2.Перекиси: пероксид водорода, надмуравьиная, надуксусная кислоты, перборат натрия. Они проявляют высокую окислительную активность. При активации происходит формирование свободных гидроксильных радикалов, которые уничтожают: мембраны, липиды, ДНК и другие основные компоненты клеток. Атомарный кислород, образующийся при разложении H_2O_2 , окисляет сульфгидрильные и гидроксильные группы белков и липидов, вызывает гибель бактерий.

Преимущества:

Экологическая безопасность

Недостатки:

Низкая устойчивость, ограничивает срок годности препаратов; высокая раздражающее действие концентрированных растворов на слизистые оболочки дыхательной системы.

3.Поверхностно-активные вещества: алкилдиметилбензиламмоний хлорид, дидецилдиметиламмоний хлорид, А,А[^]-дидецил-А-метилполи(оксиэтилил)-аммоний пропионат. Разрушают клеточные мембраны, происходит денатурация белков и инактивируют ферменты бактериальной клетки.

Преимущества:

Малотоксичны: отсутствует резкий запах; высокое качество моющих свойств

Недостатки:

Узкий спектр действия; отсутствие спороцидных эффекта при обычных температурах окружающей среды; не эффективен для РНК-содержащих гидрофильных вирусов, которые не имеют липидной оболочки например: вирусы полиомиелита; выработка устойчивости у микроорганизмов при длительном применении.

4.Катионные ПАВ (полигуанидины (ПАГи): хлоргексидина биглюконат, полимерные гуанидины — полигексаметиленгуанидин гидрохлорид и фосфат,

алкилпропилендиамингуанидин ацетат) очень активны. Блокируют дыхание, питание, транспорт метаболитов через клеточную стенку; вызывают необратимые структурные повреждения цитоплазматической мембраны, нуклеотида, цитоплазмы и связываются с кислотными фосфолипидами, белками цитоплазматической мембраны, что приводит к ее разрыву; блокировка гликолитических ферментов дыхательной системы вызывает потерю патогенных свойств и гибель бактериальной клетки.

Преимущества: Малотоксичны

Недостатки: Слабое действие на микобактерии туберкулеза, вирусы, грибы; не действуют на споры

Спиртосодержащие препараты: этиловый, пропиловый (пропанол-1), изопропиловый (пропанол-2), бензиловый, бутиловый спирты. Они вызывают денатурацию бактериальных белков.

Преимущества:

Широкий спектр бактериального действия; экологическая безопасность; отсутствие остаточного химического эффекта (не оставляет пятен), отсутствие осадка после испарения

Недостатки:

Легко воспламеняемы; разбухание и повышение твердости пластика, резины, и их порча при длительном контакте; быстрое испарение.

5. Фенолы: карболовая кислота, резорцин, гидрохинон, оксифенил- фенол (о-фенилфенол), бифенилол. Они вызывают денатурацию белков и нарушение структуры клеточной стенки бактериальной клетки.

Преимущества:

Сильное фунгицидное, вируленицидное, бактерицидное действие

Недостатки:

Отсутствует воздействие на споры; плохо растворимы в воде.

[2].

1.3 Бактерицидные свойства наносеребра. Механизм действия.

Наночастицы серебра это один из перспективных дезсредств, они позволяют бороться не только с заболеваниями такими как: СПИД, легионеллёз, птичий грипп, но сальмонеллёз, кишечные и стафилококковые инфекции. Приспособление микроорганизмов к действию любого антибиотика, обычно, происходит за 7-10 лет, но обнаружено ни одного случая, когда микроорганизмы приспособились к действию наночастиц серебра, так как они атакуют микроорганизмы сразу по нескольким направлениям. Наночастицы не убивают бактерии, а способствуют медленному отмиранию бактерий, и снижая их возможность к репродукции, создаёт среду, которая делает невозможным выживание и размножение болезнетворных микроорганизмов. При этом, выполняя свои функции, серебро не истощается.

Активность коллоидного наносеребра проявляется в отношении:

Бактерий: уничтожает, в силу своего специфического механизма действия, около 650 видов бактерий. Обычные антибиотики обладают действием не более чем против 6-10 видов.

1.Вирусов: уничтожает вирусы гриппа, адено- и энтеровирусы, ВИЧ.

3.Грибков: уничтожает и подавляет рост дрожжеподобных и плесневелых грибков.

4.Водорослей: подавляет развитие водорослей в водоемах и на влажных поверхностях.

Механизм действия наночастиц серебра на бактерии, грибы, водоросли включает в себя:

1)Связывание с клеточной стенкой микроорганизма, повреждая клеточную мембрану, что приводит к гибели микроорганизма;

2)Взаимодействие с дыхательными ферментами микроорганизма, что приводит к утрате их биологической активности ферментов и, впоследствии, гибели микроорганизма;

3) Взаимодействие с ДНК микроорганизма, что приводит к нарушению механизма деления клетки и репликации ДНК.

Одновременно серебро не убивает живую клетку, что особенно важно при серьезных хронических инфекциях (хламидиоз, внутриклеточные инфекции, уроплазмоз и др.).

Механизм действия наночастиц серебра на вирусы включает в себя: 1.

Блокирование наночастицей серебра процесса прикрепления вируса к клетке и проникновения в нее;

2. блокирование ДНК вируса, что приводит к невозможности репликации вируса.

[3].

1.4 Виды медицинских масок и их состав.

Маски можно разделить на две группы: медицинские (хирургические) маски – одноразового применения и немедицинские маски – как правило, многоразового применения.

Современная медицинская маска одноразового применения состоит из фильтрующего слоя, который располагается между двумя внешними слоями (трёхслойные маски), а также гибкой алюминиевой вставки (носового зажима) для обеспечения более плотного прилегания маски. Маска закрепляется на лице с помощью эластичных ушных петель (завязок, резинок). Медицинские маски изготовлены из синтетического нетканого материала, их средний слой выполняет фильтрующую функцию.

Немедицинские маски (защитные маски, повязки и др.) чаще всего изготовлены из ткани. Такие маски могут быть промышленного производства или изготавливаться самостоятельно, и, как правило, в отличие от медицинских масок на них отсутствуют стандарты производства.

Вне зависимости от типа маска помогает снизить риск распространения вирусов в окружающей среде и снизить вероятность заражения других людей. Медицинские и немедицинские маски различаются по степени фильтрации. Если медицинские маски улавливают около 95-98% вдыхаемых частиц, то эффективность фильтрации немедицинских масок и повязок гораздо ниже (до 50%), зависит от количества слоев и плотности материала [12].

1.5 Способы получения наночастиц серебра

Методы получения наночастиц серебра, а так же других металлических наночастиц подразделяются разделить на две группы по способу их синтеза: диспергационные методы, основанные на диспергировании металлов, 2. конденсационные методы, в которых образование наночастиц металла происходит при помощи восстановления ионов солей.

Первый метод основан на способе разрушения током высокого напряжения металлического серебра. Между двумя серебряными электродами, в результате пропускания через жидкость электрического тока, возникает дуга, из которой образуются частицы диспергированного серебра. Использование постоянного тока способствует образованию неоднородных зольей по величине. Введение щелочей при применении переменного тока высокой частоты позволяет улучшить качество гидрозоля серебра.

Второй метод основывается на получении наночастиц серебра из растворимых солей в присутствии химических восстановителей. Так же могут быть применены методы облучения ультрафиолетом, лазерным излучением, ультразвуком, а также комбинации этих воздействий [4, 5].

К дополнительным способам получения наносеребра можно отнести двухфазный или микроэмульсионный метод, основанный на переводе из водной фазы в органическую реагентов, содержащие ионы серебра, после чего к полученному органическому раствору добавляют поверхностно активные вещества совместно с восстановителем [6]. Литературный анализ, выполненный на тему коллоидного серебра, синтезированного путём химического восстановления, показал, что большинство таких зольей обладают невысокой стабильностью, а также широким разбросом по размерам частиц [7]. Физические методы, основанные на использовании лазерного фотолиза, ультразвука, ИК излучения, ультрафиолета, электрохимических воздействий, а также ионизирующих излучений на практике применяются гораздо реже, чем

химические [8, 9]. К достоинствам этих методов можно отнести отсутствие в золях остатков химических реагентов [10].

Новым направлением синтеза коллоидного серебра является нанобиотехнологические методы, основанные на использовании клеток растений, микроорганизмов и даже человека [11].

Практическая часть

Для получения наночастиц серебра использовалось 3 метода, рассмотрим каждый из них и сделаем выводы на основе полученных результатов.

1. Для получения наночастиц серебра использовался цитратный метод Туркевича. Брали 25 мл 1×10^{-3} моль/л приготовленного на дистиллированной воде AgNO_3 (нитрата серебра) и нагревали в химическом стакане объемом в 200 мл на магнитной мешалке до кипения. Далее готовили 100 мл 1×10^{-3} моль/л раствора $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ (цитрата натрия) в другом стакане и, при непрерывном размешивании, по каплям добавляли в кипящий раствор AgNO_3 (нитрата серебра). Наблюдали изменение цвета раствора от бесцветного к желтому, что свидетельствовало о восстановлении ионов серебра, после чего охлаждали раствор до комнатной температуры.

Размеры частиц полученного коллоидного раствора определяли спектрофотометрическим методом. Для этого использовали, предварительно вымытые водой и спиртом, две кварцевые кюветы с толщиной оптического слоя 1 см. Одну кювету наполняли на $\frac{3}{4}$ её высоты до уровня боковой риски дистиллированной водой с концентрацией раствора $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ (цитрата натрия) аналогичной содержанию необходимому для восстановления частиц серебра, которая выполняла роль буферного раствора.

Во вторую кювету вносили полученный раствор наночастиц серебра. Убедившись, что в обеих кюветах отсутствуют пузырьки воздуха, и, тщательно протерев боковые грани и доньшко кювет фильтровальной бумагой, помещали кюветы в кювет держатель спектрофотометра.

Строго соблюдая инструкцию работы на спектрофотометре, снимали спектр исследуемого раствора.

Размер частиц полученного коллоидного раствора серебра рассчитывали при помощи формулы:

$$C_{ext} = \frac{24\pi R \epsilon_m^{\frac{1}{2}}}{\lambda \epsilon} \quad (2)$$

где R - радиус наночастицы;

ϵ_m - диэлектрическая проницаемость среды;

ϵ - диэлектрическая проницаемость частиц;

λ -длина волны падающего света;

C_{ext} - коэффициент экстинкции.

В оптическом спектре коллоидного серебра наблюдается четко выраженная олоса поглощения наночастиц при длине волны 410 нм (рисунок 1,2).

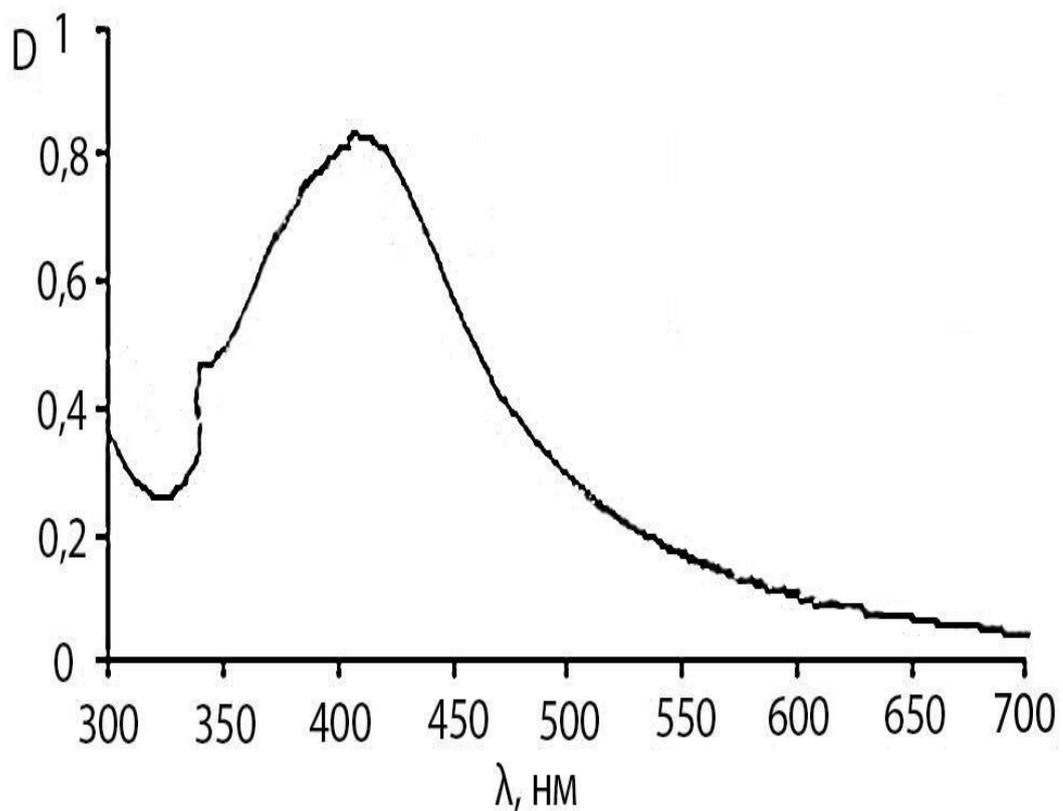


Рисунок 1 – График зависимости оптической плотности коллоидного раствора наночастиц серебра от длины волны пропускаемого спектра

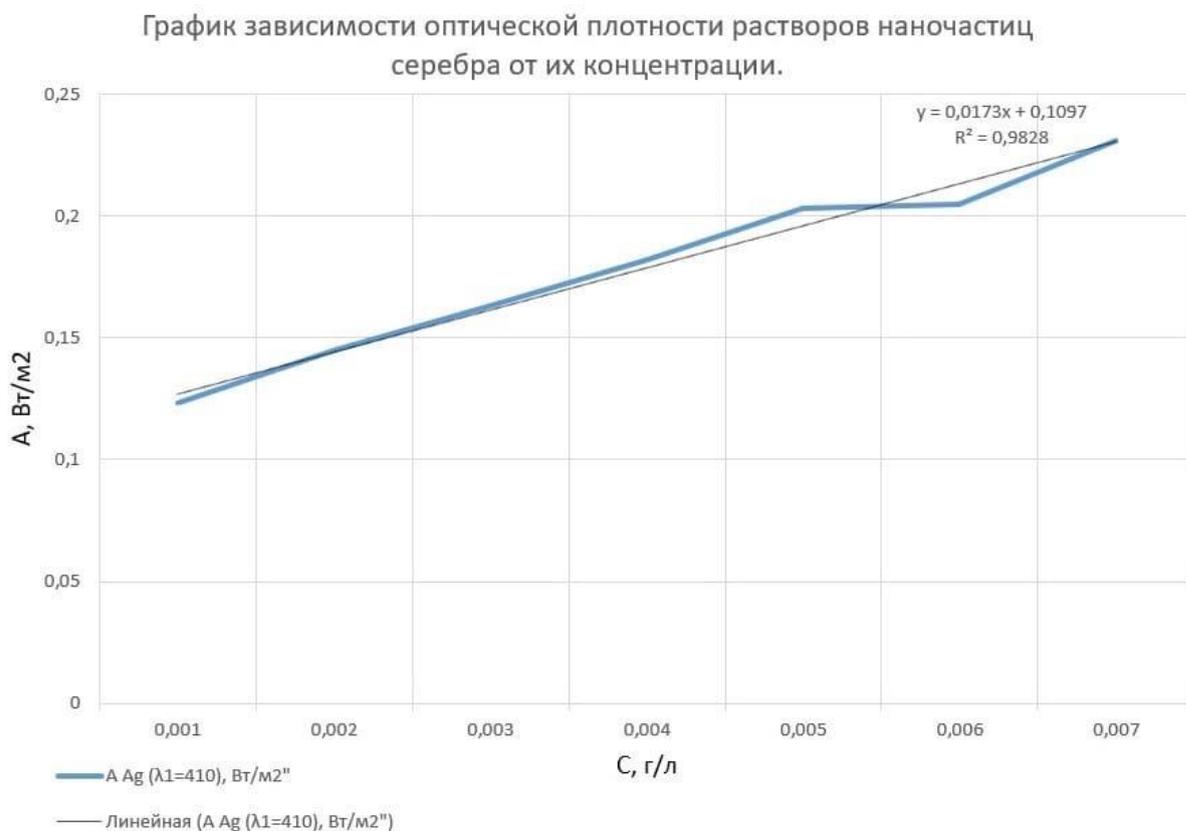


Рисунок 2 – График зависимости оптической плотности коллоидного раствора наночастиц серебра от длины волны пропускаемого спектра

Расчёт размеров частиц полученного коллоидного раствора серебра:

$$R = \frac{C \cdot \epsilon \cdot t \cdot \lambda \cdot \epsilon}{24 \pi \epsilon_m^2} \quad (3)$$

$$\frac{0,02 \cdot 410 \cdot 9}{24 \cdot 3,14 \cdot 0,0015} = 25 \text{ нм} \quad (4)$$

Образуются частицы сферической формы со среднем размером 25 нм.

2. Цитрат-сульфатный метод

Взяли 20 мг AgNO_3 (нитрата серебра) и растворили навеску в 100 мл дистиллированной воды. Далее взвесили 300 мг $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Железо (II) сернокислое 7-вод.) и растворили навеску в 50 мл воды. В стакане на 50 мл смешали при интенсивном перемешивании 10 мл, 5 мл и 1 мл раствора цитрата

натрия и 10 мл раствора $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Железо (II) сернокислое 7-вод.). Приготовленную смесь быстро добавить к раствору AgNO_3 (нитрата серебра) при интенсивном перемешивании с помощью стеклянной палочки до изменения цвета раствора, и разбавили полученный раствор в 100 раз.

Получение наночастиц серебра восстановлением глюкозой через хлорид серебра.

Брали 100 мл 1×10^{-3} моль/л приготовленного на дистиллированной воде и добавляли 1М раствор KCl (хлорид калия) до выпадения осадка. После этого, при нагревании, по каплям был добавлен 1М раствор NaOH (гидроксид натрия) до изменения цвета раствора на чёрный. Далее взяли 1М раствор глюкозы и по каплям добавляли к исходному раствору до приобретения коричневого цвета.

Была приготовлена питательная среда МПА. Взяли 1см*1см медицинскую маску, после ношения около 2х дней, залили питательную среду в соответствии с методикой заливки питательной среды в чашки Петри, поместили исследуемые образцы в чашку Петри, и залили 1мл полученных растворов. Поместили в термостат, и выращивали до первых результатов.

В результате проведения исследований бактерицидных свойств наносеребра обнаружено, что частицы наносеребра влияют на скорость роста микроорганизмов в питательных средах, а также препятствуют их развитию.

Питательные среды с процентным содержанием частиц наносеребра 0,017% и 8 мл цитрата натрия (полученные цитратным методом Туркевича), 0,2% (полученные восстановлением глюкозой через хлорид серебра) показали

хорошие результаты, в сравнении с контрольным вариантом, который полностью был усеян микроорганизмами - коками и другими болезнетворными микроорганизмами. (Фото1-2)

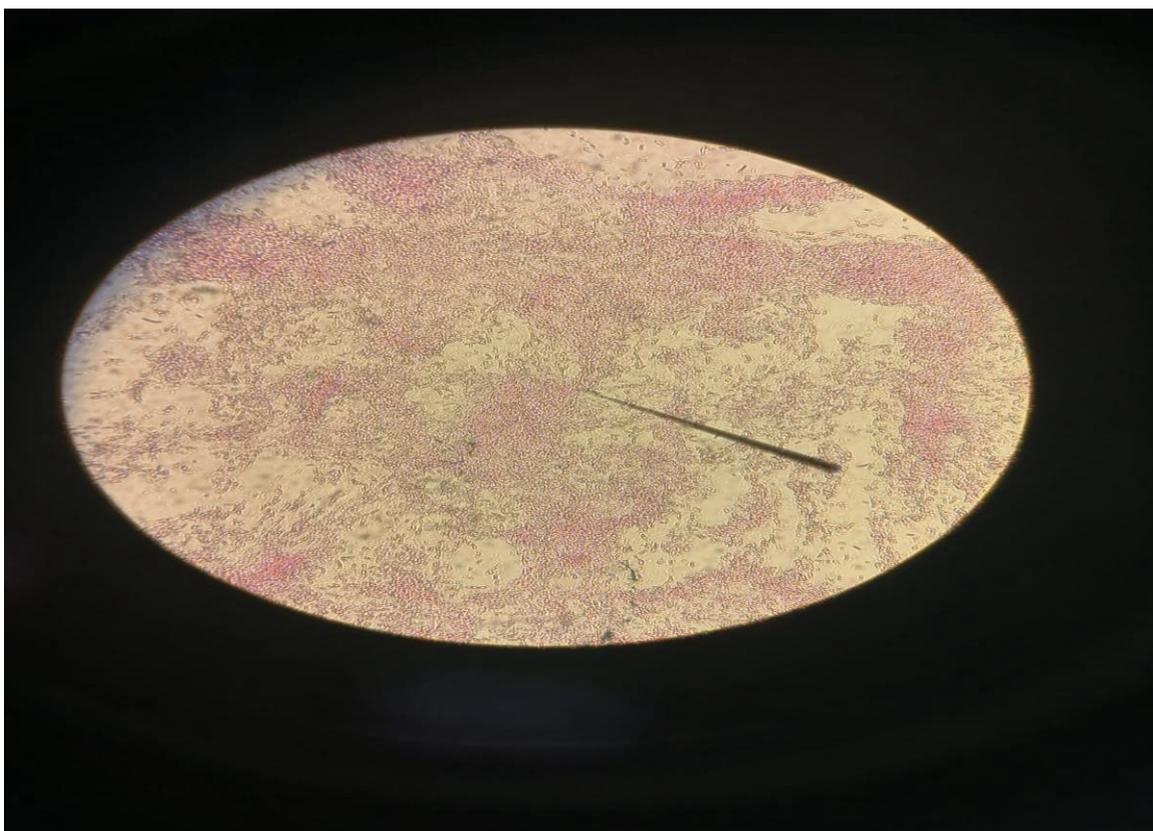
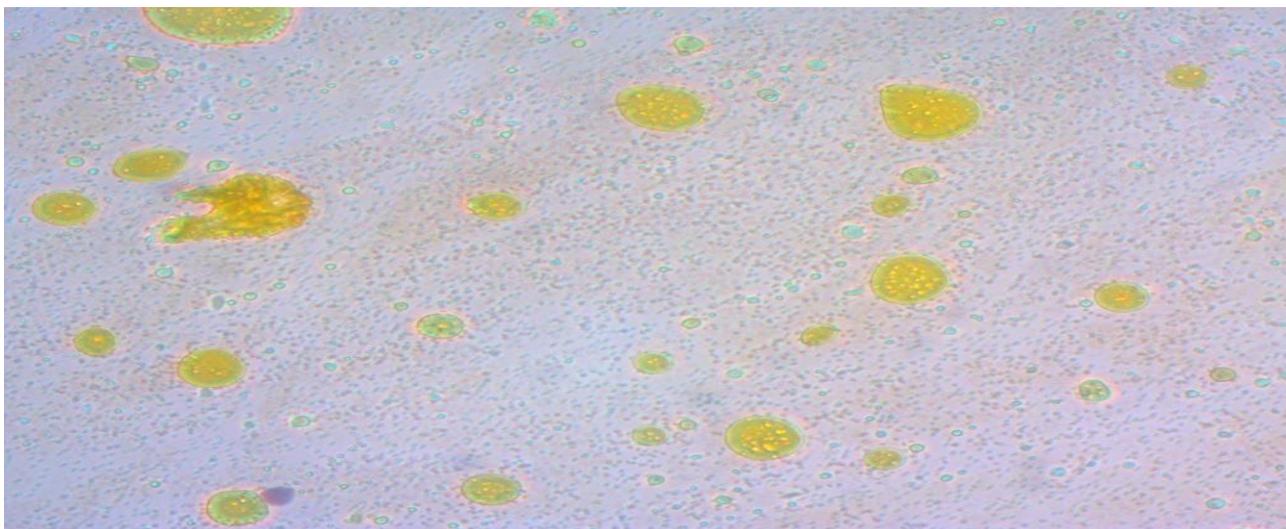


Фото 1-2 - Контрольный вариант микропрепарата под микроскопом с микроорганизмами.

Таблица 1. Процентное содержание микроорганизмов на поверхности чашек Петри.

	0,017% Ag 8 мл цитрата натрия	0,024% Ag 14 м л цитрата натрия	0,01% Ag 5,5 м л цитрата натрия	0,2% Ag + 1М раствор С ₆ H ₁₂ О ₆	0,02% Ag 1 мл цитрата натрия	0,02% Ag 5 мл цитрата натрия	0,02% Ag 10 м л цитрата натрия	Контроль
% содержание микроорга низмов	15%	89%	94%	7%	81%	78%	63%	100%

По результатам исследования образец 0,017% Ag 8 мл цитрата натрия в 6,6 раз менее усеян микроорганизмами по сравнению с контрольным вариантом, а 0,2% Ag + 1М раствор С₆H₁₂О₆ в 14,29 раз, что говорит о их бактерицидных свойствах.

Заключение

В ходе работы проведен литературный анализ, устанавливающий, что наносеребро является очень эффективным дезинфицирующим средством, который не убивает бактерии, а повреждает основные компоненты клетки, и препятствует редупликации ДНК.

Получены качественные коллоидные растворы наночастиц серебра со средним размером частиц размером 25 нм.

Было установлено, что бактерицидные свойства серебра влияют на скорость роста и распространение микроорганизмов в среде.

В результате исследования бактерицидных свойств серебра установлено, что образцы 0,017% Ag 8 мл цитрата натрия (полученные цитратным методом Туркевича), 0,2% Ag + 1М раствор $C_6H_{12}O_6$ (полученные восстановлением глюкозой через хлорид серебра) наилучшие результаты по сравнению с остальными исследуемыми образцами. Различия в исследуемых пробах могут быть связаны с количеством объёма восстановителя добавленного в раствор, и % концентрации наносеребра в питательной среде.

В ходе дальнейших исследований планируется создание поверхностно-активного антисептического средства на основе полученных данных, а также будет изменена концентрация вводимого раствора для получения более наглядного и достоверного результата.

Список использованных источников литературы

1. Харкевич Д.А. Фармакология: Учебник. 9-е изд., перераб., доп. и испр. М.: ГЭОТАРМедиа, 2006. 736 с.
2. Механизм действия дезинфицирующих средств на основе различных химических компонентов [Электронный ресурс] https://studref.com/362046/agropromyshlennost/mehanizm_deystviya_himicheskikh_komponentov [Электронный ресурс] https://studref.com/362046/agropromyshlennost/mehanizm_deystviya_himicheskikh_komponentov
3. Бицидные свойства наночастиц серебра [Электронный ресурс] <https://referat.co/ref/740174/read?p=11>
4. Кузьмина Л.Н. Получение наночастиц серебра методом химического восстановления // Журнал Российского химического общества им. Д.И. Менделеева. 2007. Т. XXX, № 8. С. 7–12.
5. Крутиков Ю.А., Кудринский А.А., Олейник А.Ю., Лисичкин Г.В. Синтез и свойства наночастиц серебра: достижения и перспективы // Успехи химии. 2008. Т. 77. № 3. С. 242–269.
6. Wanzhong Z. Synthesis of silver nanoparticles – Effects of concerned parameters in water/oil microemulsion // State Key Laboratory of Material Processing and Die & Mould Technology. 2007. P. 17–21.
7. Mulvaney P., Linnert Th., Henglein A. Surface Chemistry of Colloidal Silver in Aqueous Solution: Observations on Chemisorption and Reactivity // The Journal of Physical Chemistry. 1991. V. 95. № 20. P. 36–36.
8. Mekarun H. Formation of metal nanostructures by high-temperature imprinting // Microsystem Technologies. 2014. P. 1103–1109.
9. Рыбалкина М. Нанотехнологии для всех. Большое в малом. М.: Nanotechnology News Network, 2005. 444 с.

10. Зубков Ю.Н. и [др.] Введение в нанотехнологии. Модуль физика: уч. пособ. для учащихся 10-11 классов средних общеобразовательных учреждений. СПб: Образовательный центр «Участие», 2012. 160 с.

11. Воейкова Т. [др.] Биосинтез наночастиц сульфида серебра микроскопическими грибами // Актуальная биотехнология. 2015. № 3(14). С. 51–51.

12. Виды и состава медицинских масок <http://modkb.by/zdorovyj-obraz-zhizni/informatsionnye-materialy/627-kakie-byvayut-maski-i-v-chem-ikh-razlichie>

Приложения

