

УДК 66-963

## Преимущества использования коллоидного серебра в зубной пасте

**Борисенко Екатерина Александровна**

*Главный специалист лаборатории по разработке  
и внедрению средств по уходу за полостью рта, контролю и сертификации  
АО «Свобода»*

*Адрес: 127015, Москва, ул. Вятская, д. 47, стр.8*

*E-mail: katerinaborisenko2012@mail.ru*

**Бутова Светлана Николаевна**

*доктор биологических наук, профессор  
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»*

*Адрес: 125080, город Москва, Волоколамское шоссе, д. 11*

*E-mail: vbutov@bk.ru*

Благодаря уникальным свойствам серебра в настоящее время во всем мире возрос интерес к разработкам и применению серебросодержащих препаратов. При переходе серебра в наноформу его специфические свойства значительно усиливаются. Наночастицы серебра оказываются в несколько раз более активными, чем другие его формы и известные антибиотические и биоцидные препараты. В данной статье представлены экспериментальные данные по изучению влияния препарата коллоидного серебра на микроорганизмы. Испытуемый препарат серебра охарактеризован с помощью метода просвечивающей электронной микроскопии. На основе разработанной рецептуры с применением коллоидного серебра, были проведены клинические испытания зубной пасты.

**Ключевые слова:** зубная паста, коллоидное серебро, наночастицы серебра, грамположительные и грамотрицательные микроорганизмы, противомикробные препараты

Бурное развитие нанотехнологий способствует прогрессу в промышленности, науке, технике, медицине, защите окружающей среды, сельском хозяйстве и других отраслях.

В последнее время наметилась тенденция устойчивого роста исследований, разработок и внедрения различных наночастиц наноматериалов в основном благодаря быстро растущему интересу к ним со стороны медицины, косметической и электронной промышленности (Таранов, 2002).

Среди более чем 800 наименований потребительских нанотоваров наибольшим спросом пользуется продукция, в состав которой входят наночастицы серебра (235 наименований), на втором месте – фуллерены (71), далее список продолжают нанопорошки оксида титана (38), оксида цинка (29) и др.

Серебро с давних времен находит применение во

многих отраслях. Его используют в электрических контактах и проводящих пастах в электронике. Бактерицидные, фунгицидные и вирулицидные свойства серебра сделали его особенно удобным и эффективным для использования в медицине в качестве естественной альтернативы антибиотикам; в косметологии – в качестве лечебно-профилактических добавок к косметическим средствам; в космической индустрии – для обеззараживания воды, воздуха и выращивания растений; в клининговой технологии – для антибактериальной очистки жилых домов, офисов, автомобилей, бассейнов, саун и т.п.; в экологии – для обеззараживания и очистки воздуха, воды и других загрязнений (Хамидулина, 2011, с. 53).

В настоящее время во всем мире возрос интерес к разработкам и применению серебросодержащих препаратов в медицине, ветеринарии, косметологии. Это обусловлено чрезвычайно ценным комплексом терапевтических свойств,

присущих серебру: широким спектром противомикробного, противовоспалительного, антисептического и бактерицидного действий серебра, отсутствием устойчивости к нему у большинства патогенных микроорганизмов, низкой токсичностью, а также отсутствием данных об аллергенных свойствах. Препараты серебра уже находят применение для профилактики и лечения различных инфекционно-воспалительных и опухолевых заболеваний (Афони́на, 2010, с. 11-13).

Предполагается, что при переходе серебра в наноформу его уникальных свойства значительно усиливаются. Так, наночастицы серебра становятся не только хорошими катализаторами химических реакций, но и непосредственно участвуют в них. Усиление антимикробного и вирулицидного действия серебра в виде наночастиц объясняют их повышенной реакционной способностью. В диапазоне 1-100 нм они оказываются в десятки и сотни раз более активными, чем другие известные биоцидные и антибиотические препараты.

Ионы серебра и его коллоидные растворы (суспензии мелкодисперсных наночастиц серебра) обладают бактерицидным, бактериостатическим, противовирусным, противогрибковым и антисептическим действием в отношении более чем 500 патогенных микроорганизмов, вирусов и дрожжевых грибов. Их антимикробный эффект несколько сильнее, чем у пенициллина, биомицина и других антибиотиков за счет ингибирующего действия на антибиотикоустойчивые штаммы бактерий. Эффект уничтожения бактерий препаратами серебра в 1500 раз выше, чем фенолом в такой же концентрации, и в 3 раза выше, чем у сулемы. На многие патогенные микроорганизмы – золотистый стафилококк, стрептококк, вульгарный протей, синегнойную и кишечную палочки ионы  $Ag^+$  оказывают противомикробное действие: от бактериостатического (способности ингибировать размножение микробов) до бактерицидного (способности уничтожать микробы) (Артемова, 2002).

Информационной базой для написания данной статьи послужила научная литература по выбранной теме исследования, учебники и учебные пособия, а также статьи в журналах, которые в системном порядке излагают основные проблемные и актуальные вопросы по созданию рецептур зубных паст, вводу активных добавок в состав и изучению их функциональных свойств, придающих лечебно-профилактическую направленность для готового изделия, в частности, зубной пасте (Боровский, 2001; Бобровский, 1984;

Бурмистров, 2014; Грудянов, 2007; Журавлев, 1999; Иванов, 1989; Каспаров, 1989; Курякина, 2000; Курякина, 2003; Лукиных, 2016; Лукиных, 2015; Мартынов, 2009; Пилат, 2012; Улитовский, 2009; Улитовский, 2011; Улитовский, 2012; Урьев, 2005; Фридрихсберг, 1974; Шварц, 1993).

**Целью** данной работы является исследование размера частиц препарата коллоидного серебра, изучение его действия на патогенную микрофлору, подбор рабочей концентрации в составе зубной пасты и подведение результатов расширенной клинической эффективности данной пасты.

## Исследование

Известно, что коллоидное нульвалентное серебро применяется в медицине в качестве вяжущего, антисептического средства на протяжении около 100 лет. Учеными косметического инкубатора было разработано и освоено производство нового вида водной коллоидной дисперсии нульвалентных частиц серебра по уникальной патентованной технологии, не имеющей аналогов в мире. Коллоидная дисперсия нульвалентных частиц серебра отличается от предшествующих препаратов тем, что:

- практически не содержит примесей серебра в виде катионов, и, следовательно, у нее полностью отсутствуют такие вредные свойства, как обжигающая, раздражающая и аллергенная способность, окрашивающее действие, токсичность;
- бактерицидные и антивирусные свойства дисперсии нульвалентного серебра практически равны соответствующим свойствам нитрата серебра и в разы превышают соответствующие свойства препаратов коллоидного серебра предыдущих поколений (протаргол, колларгол, повиаргол), а так же препаратов на основе солей серебра, при практически полном отсутствии присущих этим препаратам недостатков;
- препарат способен сохранять антибактериальные свойства в течении очень длительного времени (Брызгунов, 1964, с. 121-122).

Серебро в виде коллоидных частиц обладает не только сильным антибактериальным действием, но и, в соответствии с накопленным за последние годы экспериментальными данными, значительно усиливает синтез коллагена, обеспечивает

проникновение активных веществ в более глубокие слои кожи, обладает ранозаживляющими и обезболивающими свойствами.

Новый способ синтеза и высокая степень очистки обеспечивает хорошую совместимость его с компонентами косметических композиций и другими продуктами, повышенную стабильность, термо- и светоустойчивость, отсутствие окрашивающих и дубящих свойств, а также экологическую чистоту.

Коллоидное серебро нового поколения обладает уникальной антимикробной активностью в отношении широкого спектра микроорганизмов, что сочетается с безопасностью и отсутствием побочных эффектов (Брызгунов, 1964, с. 121-122).

Проведенные разработчиками препарата исследования на антибактериальное действие серебра показали, что образцы проявляют выраженную активность в отношении *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*, сравнимую с активностью хлоргексидина и повидаргола. Также проводились испытания серебросодержащего соединения на проявление активности в отношении более широкого спектра грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов, наиболее часто встречающихся в клиниках у пациентов с проблемами десен. Результаты представлены в Таблице 1.

Испытуемое серебросодержащее соединение проявляет выраженную активность в отношении *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli*,

*Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* и специфическую более слабую активность в отношении *Enterococcus faecalis* и *Salmonella cholera-suis*.

Таблица 1  
Определение МПК (минимальной подавляющей концентрации) серебросодержащего препарата в отношении грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов

Бактериальные штаммы (АТСС)	МПК (мкг/мл) испытуемого образца*
<b>Грамположительные</b>	
<i>Staphylococcus aureus</i>	1,0
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	0,5
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	0,5
<i>Enterococcus faecalis</i>	8,0
<b>Грамотрицательные</b>	
<i>Escherichia coli</i>	0,5
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	2,0
<i>Salmonella cholera-suis</i>	4,0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1,0

\* По данным микробиологических испытаний ФГБУ «НИИНА» РАМН, 2013 г.

Таким образом, образцы коллоидного серебра проявляют выраженную специфическую активность в отношении грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов. Данная выраженная специфическая активность серебросодержащих соединений имеет большое значение, т.к. это позволяет использовать их в качестве терапевтических средств при лечении многих бактериальных инфекций (Мосин, 2008).

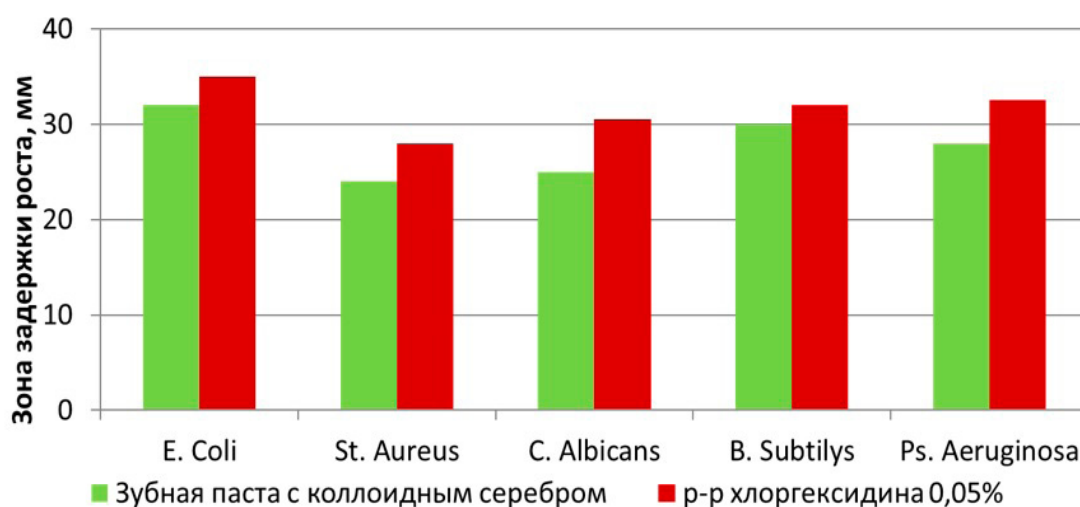


Рисунок 1. Антимикробная активность зубной пасты с коллоидным серебром\*\*.

\*\*По данным микробиологических испытаний ЦНИИС и ЧЛХ, 2014 г.

На объединении «Свобода» на основе данного препарата серебра была разработана зубная паста серии «Пародонтол» prof – Пародонтол prof максимальная свежесть. Для подбора необходимой концентрации серебросодержащего соединения в зубную пасту взяли две рецептуры с вводом серебросодержащего соединения 0,15% и 0,3%. Результаты показали, что, для достижения антимикробной активности, достаточно в рецептуру зубной пасты вводить 0,15% раствора серебра. Результаты микробиологических испытаний представлены на Рисунке 1.

В зубной пасте использована новая очищающая система с усилителем очищающей способности компании PQ Corporation, позволяющая добиваться высокой степени гладкости эмали, что затрудняет прикрепление к ней микроорганизмов и позволяет ощущать приятную гладкость эмали после чистки (Рисунок 2). Антикариесное действие зубной пасты обеспечивается включением в ее состав активного фтор в рабочей дозировке.

Определение размера (диаметра) наночастиц. Размер (диаметр) наночастиц серебра определяют методами просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ). Данный метод дает наиболее надежные значения размера и формы наночастиц,

измерения проводятся в соответствии с утвержденными методиками для каждого прибора (например, просвечивающий электронный микроскоп JEM-100CX или JEM 200 CX фирмы «Jeol», Япония, при ускоряющем напряжении 80-200 кВ) (Рошин, 1984, с. 25-28).

Пример измерения образца «КНД-С-К», партия №7545, концентрация серебра 1000 ppm (0,10%).

Условия проведения испытаний:

Температура окружающей среды	(20±5)°C
Атмосферное давление	101±5 кПа
Относительная влажность воздуха окружающей среды	60±15%
Частота переменного тока	(50±1) Гц
Напряжение в электросети	(380±22) В
Напряжение на катоде	(100–200) кВ
Температура держателя образца в камере просвечивающего электронного микроскопа	(20±5) °C
Рабочее давление в камере просвечивающего электронного микроскопа	(10-6±10-8)

Приготовленные образцы анализируют на предмет содержания в них электронноплотных частиц с чётко оформленной границей, что характерно для наночастиц серебра (Рисунок 3) (Рошин, 1984, с. 25-28).

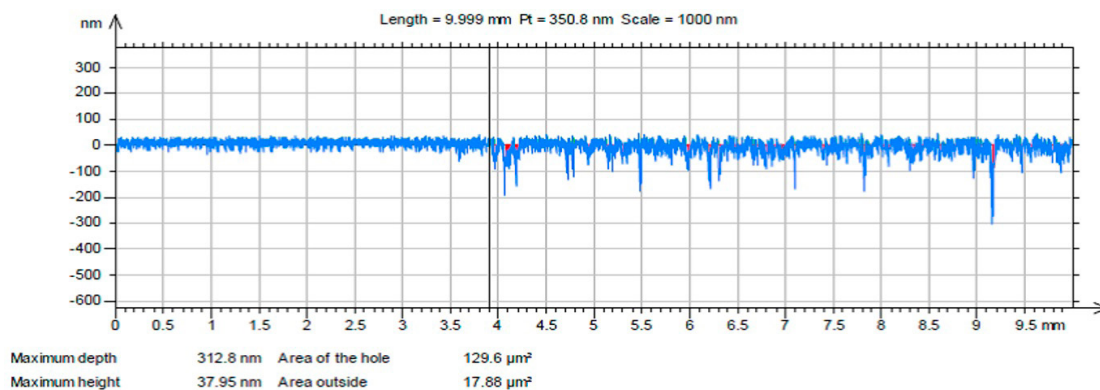


Рисунок 2. Действие усилителя очищающей способности последнего поколения на поверхность эмали зубов \*\*\*

\*\*\*По данным компании PQ Corporation, 2013 г.

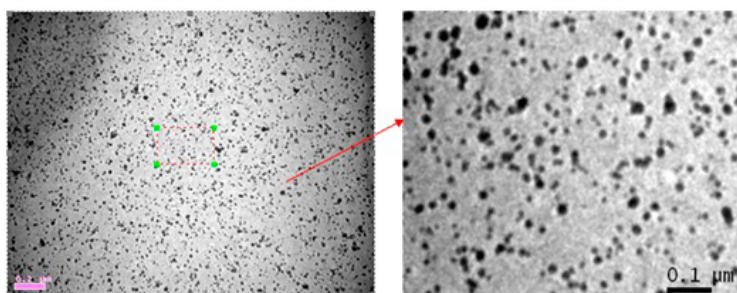


Рисунок 3. Характерное изображение наночастиц, полученное ПЭМ.

Для совокупности наночастиц, визуализированных на трех-четырех полях производится анализ микроскопических изображений и получаются гистограммы распределения частиц по диаметру и гистограммы степени эллиптичности. Определяется среднее значение диаметра частиц и стандартное отклонение (по всей выборке объектов).

Получено (выборка – 206 объектов): среднее значение диаметра частиц – 11,6 нм, стандартное отклонение – 3,6 нм, среднее значение степени эллиптичности – 1.30, стандартное отклонение – 0.2.

Минимальный диаметр частиц в коллоидном растворе серебра составляет 4,5-5,5 нм, максимальный - порядка 20 нм (Рисунок 4).

## Результаты и обсуждение

В декабре 2017 г. были получены результаты расширенных клинических испытаний зубной пасты на базе стационара ФГБУ «Центрального научно-исследовательского института стоматологии и челюстно-лицевой хирургии». В испытаниях принимали участие 22 человека, которые чистили зубы испытуемой зубной пастой 2 раза в день на протяжении 8 недель.

Испытания показали, что зубная паста с коллоидным серебром обладает противовоспалительными свойствами. Применение пасты способствует снижению индекса кровоточивости и укреплению зубной эмали (Рисунки 5, 6, 7).

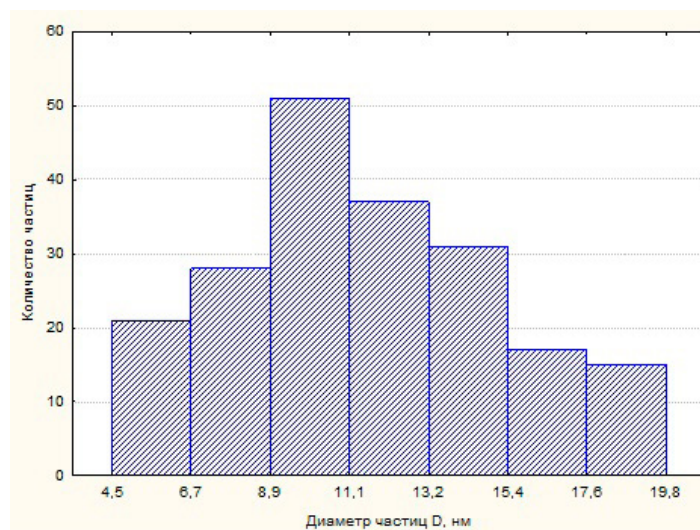


Рисунок 4. Гистограмма распределения частиц по диаметру.



Рисунок 5. Динамика изменения показателей индекса Силнесса - Лоэ\*\*\*\*



Рисунок 6. Динамика показателей индекса кровоточивости Мюлеманна\*\*\*\*.

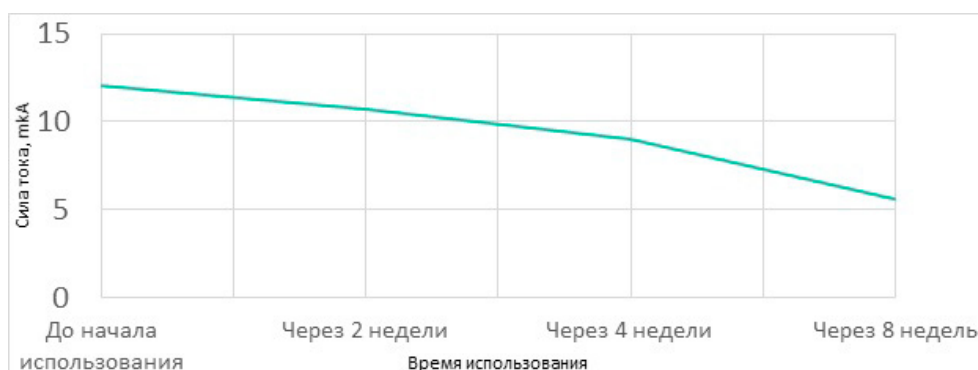


Рисунок 7. Динамика реминерализирующего действия \*\*\*\*.

\*\*\*\* По данным клинических испытаний ЦНИИС и ЧЛХ, 2017 г.

Таким образом, полученные в ходе исследования результаты дают возможность подтвердить, что применение зубной пасты на основе коллоидного серебра – «Пародонтол» prof максимальная свежесть способствует достоверному улучшению гигиенического состояния полости рта на 50%, отмечены хорошие противовоспалительные свойства, индекс кровоточивости уменьшился на 44% по сравнению с исходным уровнем. Согласно электрометрическим показателям, применение зубной пасты позволило повысить кариесрезистентность зубной эмали на 53%.

было доказано, что применение коллоидного серебра в составе зубной пасты позволяет оценить возможность использования его в рецептурах для выраженного антибактериального действия на патогенную микрофлору полости рта. Установленная клиническая эффективность зубной пасты «Пародонтол» prof максимальная свежесть позволяет рекомендовать ее использование для регулярного применения для профилактики воспалений в тканях пародонта и кариеса, т.к. она обладает выраженным противовоспалительным и реминерализирующим действием.

## Заключение

Препараты на основе мелкодисперсных наночастиц серебра обладают широким спектром бактерицидного, бактериостатического и антисептического действия. Они находят применение в различных отраслях медицины для лечения и профилактики различных инфекционных заболеваний, в санации и обработке питьевой воды, в косметологии – для создания стимулирующих кремов, производства мыла и зубных паст. В результате проведенных испытаний

## Литература

- Артемова А.В. Серебро исцеляет и омолаживает. М.; Спб.: Издат. Дия, 2002. 142 с.
- Афонина И.А., Краева Л.А., Ценева Г.Я. Бактерицидная активность коллоидного серебра в отношении представителей грамположительных и грамотрицательных бактерий // Антибиотики и химиотерапия. 2010. № 9-10. С. 11-13.
- Боровский Е.В, Леонтьев В.К. Биология полости рта. Н. Новгород: НГМА, 2001. 304 с.

- Бобровский Е.В. Гигиенические средства для ухода за полостью рта. М.: Медицина, 1984. 96 с.
- Бурмистров В.А., Бурмистров А.В. Биосеребро – здоровью добро. Новосибирск: б.и., 2014. 140 с.
- Брызгунов В.С., Липин В.Н., Матросова В.Р. Сравнительная оценка бактерицидных свойств серебряной воды и антибиотиков на чистых культурах микробов // Научные труды. Казань: Казанск. мед. ин-т, 1964. Т. 14. С. 121-122.
- Грудянов А.И., Овчинникова В.В. Профилактика воспалительных заболеваний пародонта. М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2007. 80 с.
- Журавлев А.М. Косметическое производство. М.: Пищевая промышленность, 1999. 231 с.
- Иванов В.С. Заболевания пародонта. М.: Медицина, 1989. 277 с.
- Каспаров Г.Н. Парфюмерно-косметическое производство. М.: Агропромиздат, 1989. 252 с.
- Концентрат коллоидного серебра ТУ 9154-001-77342998-14
- Курякина Н.В., Кутепова Т.Ф. Заболевания пародонта. Н. Новгород: Медицинская книга, НГМА, 2000. 98 с.
- Курякина Н.В., Савельева Н.А. Стоматология профилактическая. Н. Новгород: Издательство НГМА, 2003. 288 с.
- Лукиных Л.М. Заболевания слизистой оболочки рта. Н. Новгород: Издательство НГМА, 2016. 367 с.
- Лукиных Л.М. Кариес зубов. Н. Новгород: Издательство НГМА, 2015. 186 с.
- Мартынов С.И. Взаимодействие в суспензиях. Казань: КМО, 2009. 135 с.
- Мосин О.В. Физиологическое воздействие серебра на организм // NanoWeek. 2008. № 3. С. 34–37.
- Пилат Т.Л., Иванов А.А. Биологически активные добавки к пище, теория, производство, применение. М.: Аваллон, 2012. 710 с.
- Рошин А.В., Орджоникидзе Э.К. Серебро – некоторые аспекты его токсикинетики // Гигиена труда и проф. заболеваний. 1984. № 10. С. 25-28.
- Таранов Л.И., Филиппова И.А. Серебряная вода. М.; СПб.: Издат. Диля, 2002. 157 с.
- Улитовский С.Б. Абразивные свойства зубных паст и их роль в гигиене полости рта. М.: ДентИнформ, 2009. 61 с.
- Улитовский С.Б. Зубные пасты. СПб.: Человек, 2011. 272 с.
- Улитовский С.Б. Средства индивидуальной гигиены полости рта: порошки, пасты, гели. СПб.: Человек, 2012. 296 с.
- Урьев Н.Б. Физико-химическая основа технологии дисперсных систем и материалов. М.: Химия, 2005. 256 с.
- Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. Л.: Химия. Ленинградское отделение, 1974. 351 с.
- Хамидулина Х.Х., Давыдова Ю.О. Международные подходы к оценке токсичности и опасности наночастиц и наноматериалов // Токсикологический вестник. 2011. № 6. С. 53.
- Шварц А., Фьюсон Р. Поверхностно активные вещества. М.: Изд. иностранной литературы, 1993. 544 с.

# Advantages of Using Colloidal Silver in Toothpaste

**Ekaterina A. Borisenko**

JSC «SVOBODA»

47 s.8, Vyatskaya, Moscow, 127015, Russian Federation

E-mail: katerinaborisenko2012@mail.ru

**Svetlana N. Butova**

Moscow State University of Food Production

11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russian Federation

E-mail: vbutov@bk.ru

The production and properties of silver-containing products currently attract increasing attention due to the unique properties of silver. Specific properties of silver are considerably amplified when it is dispersed to the form of nanosized particles. Silver nanoparticles are several times more active than its other forms and many antibiotic and biocidal products. This article presents experimental data on the effect of colloidal silver on microorganisms. The tested silver preparation was characterized by transmission electron microscopy. On the basis of the developed formulation with the use of colloidal silver, clinical trials of toothpaste were conducted.

**Keywords:** toothpaste, colloidal silver, silver nanoparticles, grampositive and gramnegative microorganisms, antimicrobial drugs

## References

- Artemova A.V. Serebro iscelyaet i omolazhivaet [Silver heals and rejuvenates]. M.; Spb.: Izdat. Dilya, 2002. 142 s.
- Afonina I.A., Kraeva L.A., Geneva G.Ya. Baktericidnaya aktivnost' kolloidnogo serebra v otnoshenii predstavitelej grampolozhitel'nyh i gramotricatel'nyh bakterij [Bactericidal activity of colloidal silver against representatives of gram-positive and gram-negative bacteria] // Antibiotiki i himioterapiya [Antibiotics and Chemotherapy]. 2010. №9-10. S.11-13.
- Borovskiy, Ye.V., Leontyev V.K. Biologiya polosti rta [Oral biology]. N. Novgorod: NGMA, 2001. 304 s.
- Bobrovskiy Ye.V. Gigiyenicheskiye sredstva dlya ukhoda za polost'yu rta [Hygiene products for oral care]. M.: Meditsina, 1984. 96 s.
- Burmistrov V.A., Burmistrov A.V. Bioserebro – zdorov'yu dobro [Bio silver - health good]. Novosibirsk: b. i., 2014. 140 s.
- Bryzgunov V.S., Lipin V.N., Matrosova V.R. Sravnitel'naya ocenka baktericidnyh svojstv serebryanoj vody i antibiotikov na chistyh kul'turah mikrobov [Comparative evaluation of the bactericidal properties of silver water and antibiotics on pure cultures of microbes] // Nauchnye Trudy [Scientific Works]. Kazan': Kazansk. med. in-t, 1964. T. 14. S. 121-122.
- Grudyanov A.I., Ovchinnikova V.V. Profilaktika vospalitel'nykh zabolevaniy parodonta [Prevention of inflammatory periodontal diseases]. M.: OOO «Meditsinskoye informatsionnoye agentstvo», 2007. 80 s.
- Zhuravlev A.M. Kosmeticheskoye proizvodstvo [Cosmetic manufacture]. M.: Pishchevaya promyshlennost', 1999. 231 s.
- Ivanov V.S. Zabolevaniya parodonta [Periodontal disease]. M.: Meditsina, 1989. 277 s.
- Kasparov G.N. Parfyumerno-kosmeticheskoye proizvodstvo [Perfume and cosmetic production]. M.: Agropromizdat, 1989. 252 s.
- Koncentrat kolloidnogo serebra [Colloidal Silver Concentrate] TU 9154-001-77342998-14
- Kuryakina N.V., Kutepova T.F. Zabolevaniya parodonta [Periodontal disease]. N. Novgorod: Meditsinskaya kniga, NGMA, 2000. 98 s.
- Kuryakina N.V., Savelyeva N.A. Stomatologiya profilakticheskaya [Preventive dentistry]. N. Novgorod: Izdatel'stvo NGMA, 2003. 288 s.
- Lukinykh L.M. Zabolevaniya slizistoy obolochki rta [Diseases of the oral mucosa]. N. Novgorod: Izdatel'stvo NGMA, 2016. 367 s.
- Lukinykh L.M. Kariyes zubov [Dental caries]. N. Novgorod: Izdatel'stvo NGMA, 2015. 186 s.
- Martynov S.I. Vzaimodeystviye v suspenziyakh [Interaction in suspensions]. Kazan: KMO, 2009. 135 s.
- Mosin O.V. Fiziologicheskoe vozdejstvie serebra na organism [Physiological effects of silver on the



- body] // NanoWeek. 2008. № 3. S. 34–37.
- Pilat T.L., Ivanov A.A. Biologicheski aktivnyye dobavki k pishche, teoriya, proizvodstvo, primeneniye [Biologically active food supplements, theory, production, use]. M.: Avallon, 2012. 710 s.
- Roshchin A.V., Ordzhonikidze E.H.K. Srebro – nekotorye aspekty ego toksikinetiki [Silver – some aspects of his toxicinics] // Gigiena truda i prof. zabolevanij [Occupational health and prof. diseases]. 1984. №10. S. 25-28.
- Taranov L.I., Filippova I.A. Serebryanaya voda [Silver water]. M.; Spb.: Izdat. Dilya, 2002. 157 s.
- Ulitskiy S.B. Abrazivnyye svoystva zubnykh past i ikh rol' v gigiyene polosti rta [Abrasive properties of toothpastes and their role in oral hygiene]. M.: DentInform, 2009. 61 s.
- Ulitskiy S.B. Zubnyye pasty [Toothpastes]. SPb.: Chelovek, 2011. 272 s.
- Ulitskiy S.B. Sredstva individual'noy gigiyeny polosti rta: poroshki, pasty, geli [Personal hygiene products for the oral cavity: powders, pastes, gels]. SPb.: Chelovek, 2012. 296 s.
- Ur'yev N.B. Fiziko-khimicheskaya osnova tekhnologii dispersnykh sistem i materialov [Physico-chemical basis of the technology of dispersed systems and materials]. M.: Khimiya, 2005. 256 s.
- Fridrikhsberg D.A. Kurs kolloidnoy khimii [Course of colloid chemistry]. L.: Khimiya. Leningradskoye otdeleniye, 1974. 351 s.
- Hamidulina H.H., Davydova Yu.O. Mezhdunarodnye podhody k ocenke toksichnosti i opasnosti nanochastich i nanomaterialov [International approaches to the assessment of the toxicity and hazard of nanoparticles and nanomaterials] // Toksikologicheskij vestnik [Toxicological Herald]. 2011. № 6. S. 53.
- Shvarts A., Fyuson R. Poverkhnostno aktivnyye veshchestva [Surface active substances]. M.: Izd. inostrannoy literatury, 1993. 544 s.