

СТАБИЛИЗАЦИЯ ТАУРИНОМ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА В МАТРИЦЕ ПВС

Дюдюн Ольга Анатольевна

канд. хим. наук, доцент, Ставропольский государственный медицинский университет, РФ, г. Ставрополь

Комарова Анастасия Андреевна

студент, Ставропольский государственный медицинский университет, РФ, г. Ставрополь

TAURINE STABILIZATION OF SILVER NANOPARTICLES IN A PVA MATRIX

Olga Djudjun

Candidate of chemical sciences, associate professor, Stavropol State Medical University, Russia, Stavropol

Anastasia Komarova

Student of the Faculty of Humanities and Biomedical Education, Stavropol State Medical University, Russia, Stavropol

Аннотация. Разработка и применение серебросодержащих препаратов в медицинских целях во всем мире постоянно растет. Это обусловлено чрезвычайно ценным комплексом терапевтических свойств, присущих препаратам серебра: широкий антибактериальный спектр в отношении патогенной флоры; хорошо выраженное ранозаживляющее действие; относительно низкая стоимость препаратов. В статье проводится научно-обоснованный анализ способа стабилизации таурином серебросодержащей гидрогелевой композиции на основе поливинилового спирта.

Abstract. The development and use of silver-containing preparations for medical purposes is constantly growing all over the world. This is due to the extremely valuable complex of therapeutic properties inherent in silver preparations: a wide antibacterial spectrum against pathogenic flora; well-pronounced wound healing effect; relatively low cost of drugs. The article provides a scientifically grounded analysis of the method for stabilizing a silver-containing hydrogel composition based on polyvinyl alcohol with taurine.

Ключевые слова: наночастицы серебра; стабилизация наночастиц; таурин; ПВС; гидрогели; полимерные композиции; антибактериальные и антисептические свойства.

Keywords: silver nanoparticles; stabilization of nanoparticles; taurine; PVA; hydrogels; polymer compositions; antibacterial and antiseptic properties.

Литературный обзор показал большой интерес исследователей к изучению способов получения плёнок на основе поливинилового спирта (ПВС) с наноструктурированным серебром.

Актуальным на наш взгляд является анализ влияния вводимых в гидрогелевую композицию биодобавок на ее свойства, а также совмещение с ПВС и формирование полимерных композитов с антисептическими свойствами.

Интерес к разработкам и применению серебросодержащих препаратов в медицинских целях во всем мире постоянно растет. Это обусловлено чрезвычайно ценным комплексом терапевтических свойств, присущих препаратам серебра: широкий антибактериальный спектр в отношении патогенной флоры; хорошо выраженное ранозаживляющее действие; относительно низкая стоимость препаратов [1, с. 66].

Цель работы заключалась в научно-обоснованном анализе способа стабилизации таурином серебросодержащей гидрогелевой композиции на основе поливинилового спирта.

ПВС в современной медицине находит широкое применение благодаря своим свойствам. Он используется во многих направлениях медицины: хирургии, терапии, офтальмологии, педиатрии, санитарии, дерматологии. ПВС является основой или стабилизатором для суспензий, мазей, пластырей, эмульсий и пр. [2, с. 25].

Таурин – сульфокислота, которую часто называют серосодержащей аминокислотой, при этом в молекуле отсутствует карбоксильная группа. Мази, которые разработаны для восстановления после травм, растяжений также содержат таурин. Он присутствует в ранозаживляющих препаратах, которые назначаются при порезах, ожогах, для лечения ран после огнестрельных ранений.

Молекула таурина содержит кислую сульфогруппу SO_3H ($\text{pH} = 1,5$) и основную аминогруппу NH_2 ($\text{pH} = 8,74$), изоэлектрическая точка в водных растворах составляет 5,12. В физиологических условиях ($\text{pH} = 7,35$) степень ионизации сульфогруппы составляет 100%, аминогруппы - 96,3%, то есть таурин в таких условиях практически полностью существует в виде цвиттер-иона, который в ходе мицеллообразования способствует дополнительной стабилизации НЧ серебра [3, с.141]. Факт образования таких супрамолекулярных структур подтверждают результаты ранее проведенного нами физико-химического анализа (оптического и электрохимического) [4, с.224].

На основе 4%- ного раствора ПВС готовили композиции: 1- ПВС + нитрат серебра, 2- ПВС + нитрат серебра + таурин, в различных процентных соотношениях.

Спектроскопическое исследование (UNICO 2100, кюветы с длиной оптического пути 1 см, в диапазоне длин волн 330-450 нм) полученных образцов гидрогеля показало, что образцы №1 имеют в УФ спектрах поглощения слабовыраженный максимум (390 нм), а для образцов №2 появляется ещё максимум около 340 нм, отвечающий плазмонному резонансу наночастиц серебра. Это свидетельствует в пользу стабилизирующего действия добавленного таурина.

Отмечено, что биовосстановление ионов Ag^+ сопровождалось изменением цвета гидрогеля от прозрачного до серого без таурина и до коричневого в присутствии таурина. Образцы с таурином оптически более прозрачны и седиментационно устойчивы при более высоких концентрациях AgNO_3 , что было нами обнаружено в [4, с.225]. При этом, в результате формирования нанокластеров в растворе таурин способствует мицеллообразованию с солюбилизированными НЧ серебра.

Интересен тот факт, что ПВС сам по себе уже является восстановителем серебра из ионной формы прекурсора (AgNO_3), о чём свидетельствует потемнение образцов первой серии. Это связано с остаточным содержанием ацетальдегида в гранулах ПВС, так как основным сырьем для получения ПВС служит поливинилацетат (ПВА). Ацетальдегид и виниловый спирт представляют собой кето-енольную таутомерную форму одного и того же соединения, из которых кето-форма (ацетальдегид) является намного более устойчивой [5, с. 157].

Удельную электропроводность контролировали измерением омического сопротивления с помощью платинированных электродов ЭПВ-1 (объем электрохимической ячейки 2 мл) и цифрового мультиметра М890С+ Master Professional с последующим расчетом через константу электрохимической ячейки. Было обнаружено, что НЧ серебра стабилизированные таурином в полимерной матрице демонстрируют высокую седиментационную и электрохимическую устойчивость (70 ± 5 мкСм/см).

Известно, что механизм антимикробной активности различен для ионов и наночастиц серебра. Эффективная концентрация НЧ серебра меньше концентрации ионов серебра. Когда ионы серебра взаимодействуют с поверхностью микроба, они восстанавливаются, при этом эффективная концентрация ионов и антимикробная активность препарата снижаются. НЧ выступают в качестве резервуара для пролонгированного выделения кластерного и ионного серебра [6, с. 45]. Очевидно, что анализ антибактериальных и антисептических свойств полученных нами гидрогелей в последующих исследованиях покажет более чем удовлетворительные результаты по двум сериям образцов.

Таким образом, использование металлов в нульвалентной нанодисперсной форме в полимерной матрице позволяет разрабатывать препараты и материалы медицинского назначения. Образование наночастиц серебра, стабилизированных таурином, в матрице поливинилового спирта в ходе эксперимента приводит к существенному изменению свойств гидрогелей. Оптические и биологические свойства полимерных композитов с НЧ Ag в значительной степени зависят от концентрации НЧ в полимерной матрице и их морфологии, включающей в себя размер, форму и пространственную организацию, что непосредственно связано с выбором стабилизаторов НЧ, восстановителей и структуры полимера.

Список литературы:

1. Станишевская И. Е. Наночастицы серебра: получение и применение в медицинских целях / И. Е. Станишевская, А. М. Стойнова, А. И. Марахова, Я. М. Станишевский / Фармацевтическая технология и нанотехнологии. Разработка и регистрация лекарственных средств. – 2016. – №1 (14).
2. Потапов А. Л. Морфология серебряных наночастиц, сформированных в поливинилспиртовой плёнке / А. Л. Потапов, Н. А. Иванова, В. Е. Агабеков // Полимерные материалы и технологии. – 2016. – Т.2. – №3.
3. Дьякова Н. А. Разработка лекарственных форм с таурином / Н. А. Дьякова, И. Н. Пузырева, М. А. Огай, А. И. Сливкин, А. С. Беленова // Вестник ВГУ, Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2016. – № 1.
4. Дюдюн О. А. Роль таурина в повышении стабильности наночастиц серебра, полученных биосинтезом / О. А. Дюдюн, А. А. Комарова, А. М. Нарыкина // Биотехнология: взгляд в будущее: Материалы VI междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь: Изд-во СтГМУ, 2020.
5. Основы физики и химии полимеров. Под ред. В.Н. Кулезнева. Учеб.пособие для вузов. М., «Высшая школа», 1977.
6. Щербаков А. Б. Препараты серебра: вчера, сегодня, завтра / А. Б. Щербаков [и др.] // Фармацевтический журнал. – 2006. – № 5.