**Гибридные системы желатин/ наночастицы серебра /экстракт цветков календулы (диоксидин): синтез с использованием криогенных и зеленых нанотехнологий**

**и их физико-химические свойства**

***Макеева А.А.1, Рыжкова А.С.2, Верная О.И.1,2, Семёнов А.М.1, Шабатина Т.И.1,2***

*Студент, 5 курс специалитета*

*1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

*2Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, Москва, Россия*

*E-mail: alinka.mak04@yandex.ru*

Наночастицы (НЧ) серебра являются эффективными компонентами антибактериальных лекарственных систем и перспективным решением проблемы резистентных микроорганизмов. Предполагается, что в отличие от антибактериальных препаратов наночастицы серебра действуют на бактериальную клетку по нескольким механизмам. Поэтому они обладают широким спектром бактерицидного действия и активны в отношении патогенных штаммов микроорганизмов, устойчивых к антибиотикам [1].

В настоящей работе с помощью криохимических технологий проведено формирование систем контролируемого высвобождения на основе биополимера желатина, содержащего наночастицы серебра, водный экстракт цветков календулы и антибактериальный препарат диоксидин. Включенные в состав биополимерных систем наночастицы серебра получены экологичным методом зеленого синтеза с использованием в качестве восстановителя и стабилизатора водного экстракта цветков календулы. Для данного синтеза подобраны оптимальные условия: температура и концентрации растворов предшественников. Состав и размер НЧ серебра охарактеризованы методами ПЭМ, УФ-спектроскопии, динамического светорассеяния. Методами ИК- и УФ-спектроскопии показано, что за восстановление серебра ответственны соединения класса флавоноидов, входящие в состав экстракта. Компоненты растительного экстракта, включаемого в матрицу, также проявляют антиоксидантную и противовоспалительную активность. Полученные образцы представляют собой матрицы пористого биополимерного покрытия, содержащие различные активные компоненты. Синтетический антибиотик диоксидин использовали в ряде экспериментов как тестовый антибактериальный препарат вследствие широкого спектра его бактерицидного действия, а также легкости спектрофотометрического отслеживания. Кроме того, для диоксидина и НЧ серебра возможно проявление эффекта синергического возрастания антибактериальной активности при одновременном использовании [2].

Состав и морфология полученных систем охарактеризованы методами ИК, УФ-спектроскопии, СЭМ. В работе показано, что зависимости от условий криоформирования систем: концентрации полимера в растворе-предшественнике и параметров криогенной сушки менялась структура и морфология полученных систем, а также время полного высвобождения лекарственного вещества из матрицы. Антибактериальная активность полученных систем в отношении бактериальных штаммов *E. coli* и *M. cyaneum* определена стандартным диско-диффузионным методом в сравнении с индивидуальными компонентами.

**Литература**

1. Shabatina T.I., Vernaya O.I., Melnikov M.Y. Hybrid nanosystems of antibiotics with metal nanoparticles—novel antibacterial agents // *Molecules*. 2023. Vol. 28 (4). P. 1603.

2. Shabatina, T.I., Vernaya, O.I., Nuzhdina, A.V. *et al.* Hybrid Nanosystems Based on an Antibacterial Preparation of Dioxydine and Metal Nanoparticles (Ag and Cu) Included in Biopolymer Cryostructures // Nanotechnol Russia. 2018. Vol. 13. P. 182–188.