

3. Вольфсон, С.И., Основные тенденции развития мирового и российского рынков нанотехнологий и нанокompозитных материалов / С.И. Вольфсон, Н.А. Охотина А.И. Нигматуллина// Вестник Казанского технологического университета. – 2013. Т. – 16. – № 4. – С. 144-146.

УДК 547.995.1:677.469

**Прокопчук Н.Р., Прищепенко Д.В.**

(Белорусский государственный технологический университет)

### **НАНОВОЛОКОННЫЕ ПОКРЫТИЯ ИЗ ХИТОЗАНА, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ СОЛЯМИ СЕРЕБРА И ЦЕРИЯ**

Одним из перспективных направлений в области нанотехнологий является электроформование, которое позволяет получать материалы отличающиеся, сверхразвитой структурой и пористостью. Благодаря этим свойствам они используются для создания перевязочных средств при лечении обширных ожоговых поверхностей, незаживающих ран и трофических язв различного происхождения.

Рост устойчивости патогенных штаммов микроорганизмов к современным антибактериальным препаратам диктует необходимость поиска и оценки эффективности различных химических элементов и соединений, а также их композиций в лечении хирургической инфекции. Особый интерес в данном направлении в последние годы представляет медицинское применение наноматериалов, в том числе изучение влияния наночастиц на патогенные микроорганизмы. Известно, что при переходе на нанометровый уровень (диапазон от 1 до 100 нм) у материалов изменяются физико-химические свойства, которые невозможно предсказать [1].

В качестве антимикробного и ранозаживляющего вещества использование перспективно использование нановолокон природного полимера хитозана, обладающего антимикробными и ранозаживляющими свойствами.

Хитозан обладает некоторой антибактериальной активностью, однако, применение раневых покрытий на основе хитозана без нанесения дополнительных антибактериальных средств представляется недостаточно эффективным. Антибактериальные свойства нановолокон обычно усиливают путем включения антибактериальных агентов в полимер. Биодegradуемые материалы, к которым относится биополимер хитозан, постепенно разрушаясь, способны высвободить наночастицы, поэтому образцы модификаций нановолокон хитозана частицами серебра, церия

и их комплексом потенциально могут стать новым средством для создания высокоэффективных раневых покрытий.

В качестве антибактериальных агентов использовали нитрат церия (III) и нитрат серебра. Серебро в виде наночастиц может прикрепиться к клеточной стенке микроорганизмов и выделять ионы, когда находится во взвешенном состоянии в растворе.

Модификацию проводили на стадии приготовления раствора путем ввода нитрата церия (III) и/или нитрата серебра вместе с остальными компонентами. Формовочный раствор готовили на основе грибного хитозана. Образцы получали на установке NS LAB 500S. Использовали грибной хитозан марки «Kionutrimе-Cs» производства KitoZyme (Бельгия) молекулярной массой 50000. Для улучшения формуемости раствора в качестве технологической добавки использовали полиэтиленоксид производства Sigma Aldrich (США) молекулярной массой 400000. Составы формовочных растворов: хитозан 7% мас., церия нитрат (III) 0,3% мас., полиэтиленоксид 0,3% мас.; хитозан 7% мас., серебра нитрат 0,3% мас., полиэтиленоксид 0,3% мас.; хитозан 7% мас., серебра нитрат 0,15% мас., мас., церия нитрат (III) 0,15% мас., полиэтиленоксид 0,3% мас. Образцы получали при напряжении 70 кВ, межэлектродное расстояние 125 мм. Поверхностная плотность нанесения полученных образцов находится в пределах 10-12 г/м<sup>2</sup>.

Результаты испытаний антимикробных свойств в Белорусском государственном медицинском университете методами диффузии в агар и количественно суспензионным методом [2] показали, что нановолокна хитозана, модифицированные ионами серебра, проявили высокие показатели антимикробной активности в отношении специально отобранных госпитальных штаммов *P. aeruginosa*, *A. baumannii*, *K. pneumoniae*, *E. coli*, *St. aureus*. Образцы нановолокон хитозана с ионами церия проявили умеренную антимикробную активность в отношении госпитальных штаммов бактерий.

Антимикробная активность образцов нановолокон хитозана, модифицированных комплексом ионов серебра и церия, заметно ниже таковой у образцов, модифицированных только серебром или только церием, что, по-видимому, связано с более низкой концентрацией металлов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ржеусский, С. Э. Наночастицы серебра в медицине / С. Э. Ржеусский // Вестник Витебского государственного медицинского университета. – 2022. – Т. 21, № 2. – С. 15-24. – DOI 10.22263/2312-4156.2022.2.15. – EDN GYXFVT.

2. Нановолокна хитозана, модифицированные церием и серебром, как перспективный антимикробный агент / В. В. Машель, Г. Г. Кондратенко, П. С. Неверов [и др.] // Хирургия. Восточная Европа. – 2023. – Т. 12, № 2. – С. 194-203. – DOI 10.34883/PI.2023.12.2.022. – EDN ZIMEFB.