

УДК 615.468.72, 615.281.9

## ПОЛУЧЕНИЕ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОПЛЕНОК И ИЗУЧЕНИЕ ИХ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ

© Мерц В.А., Шаликина Е.А., Языкова М.Ю.

Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация

e-mail: merts.wai@yandex.ru

Бактериальная наноцеллюлоза является натуральным продуктом с высоким потенциалом биомедицинского применения, однако для использования ее в качестве раневого покрытия целлюлоза нуждается в соответствующей модификации для придания ей антибактериальной активности.

БНЦ нашла широкое применение в пищевой промышленности [1], производстве биомедицинских материалов [2], биокompозитов [3], тканевой инженерии [4].

Согласно некоторым теориям, наночастицы металлов могут способствовать ингибированию ферментов дыхательной цепи, тем самым разобщая процессы окисления и окислительного фосфорилирования; взаимодействовать с нуклеотидами, нарушая стабильность ДНК; взаимодействовать с пептидогликанами клеточной стенки, блокируя способность передавать кислород; или выступать в роли катализатора, способствуя окислению протоплазмы растворенным в воде кислородом [5].

Целью данного исследования являлось проведение физической модификации бактериальной целлюлозы методом магнетронного распыления металлов для создания антибактериального покрытия и изучение антибактериальных свойств композитов БНЦ/Ag и БНЦ/Ag/Cu в отношении *E. coli* и *S. aureus*.

Пленка БНЦ была получена в статической культуральной среде с помощью *Gluconacetobacter sucrofermentans* В-1126.

Для получения композитов тонкие пленки серебра и меди толщиной от 10 до 20 нм наносились на поверхность образцов бактериальной целлюлозы методом магнетронного распыления. Осаждение проводилось на установке Etna 100-MT unit (LLC «NT-MDT») без предварительной очистки и нагрева образцов в вакууме. Контроль толщины проводился с использованием кварцевого измерителя толщины INFICON SQC-310.

Для изучения антибактериальных свойств полученного продукта использовали штаммы микроорганизмов *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 и *Escherichia coli* ATCC 25922. Изучение антибактериальных свойств проводили методом диффузии с диска в агар. На поверхность засеянной среды раскладывали стерильные диски (d = 10 мм) полученных в ходе эксперимента композитов. Антибактериальную активность определяли с помощью измерения зоны ингибирования роста культуры вокруг опытных образцов по истечении 24 часов и инкубации при 37°C. Зоны подавления роста микроорганизмов фиксировали измерением их диаметра в миллиметрах.

В результате исследования было установлено, что полученные композиты демонстрируют высокую антибактериальную активность по отношению как к грамположительным микроорганизмам (*S. aureus*), так и грамотрицательным (*E. coli*).

Диаметр зон задержки роста составил для БНЦ/Ag – 23,42±0,38 мм и БНЦ/Ag/Cu – 15 ± 0,25 мм по отношению к *S. aureus*. В отношении *E. coli* диаметр зон задержки роста составил для БНЦ/Ag – 14,67 ± 0,48 мм и БНЦ/Ag/Cu – 15 ± 0,32 мм.

Таким образом, данные композиты могут быть использованы как раневые покрытия с высоким антибактериальным потенциалом.

### Библиографический список

1. Pawar H.A., Kamat S.R., Choudhary P.D. An Overview of Natural Polysaccharides as Biological Macromolecules: Their Chemical Modifications and Pharmaceutical Applications // *Biology and medicine*. 2014. P. 1–9.
2. Moniri M. Production and Status of Bacterial Cellulose in Biomedical Engineering / M. Moniri, A. Boroumand Moghaddam, S. Azizi et al. // *Nanomaterials*. 2017. 257 p.
3. Kumar D., Pandey J., Raj V., Kumar P. A Review on the Modification of Polysaccharide Through Graft Copolymerization for Various Potential Applications // *The open medicinal chemistry journal*. 2017. P. 109–125.
4. Lee K.Y., Buldum G., Mantalaris A., Bismarck A. More than meets the eye in bacterial cellulose: biosynthesis, bioprocessing, and applications in advanced fiber composites // *Macromolecular bioscience*. 2014. P. 10–32.
5. Ahmad S.A. Bactericidal activity of silver nanoparticles: A mechanistic review / S.A. Ahmad, S.S. Das, A. Khatoon, M.T. Ansari et al // *Materials Science for Energy Technologies*. 2020. P. 756–769.