

DOI: 10.25205/978-5-4437-1691-6-83

ПРИМЕНЕНИЕ КЛЕТОК БАКТЕРИЙ КАК ПОРООБРАЗУЮЩЕГО АГЕНТА  
ДЛЯ СОЗДАНИЯ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ  
СИЛАНОВЫХ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И ОКТЕНИДИНА ДИГИДРОХЛОРИДА \*

THE USE OF BACTERIAL CELLS AS A PORE-FORMING AGENT FOR THE CREATION  
OF ANTIBACTERIAL MATERIALS BASED ON SILANE PRECURSORS  
AND OCTENIDINE DIHYDROCHLORIDE

Е. А. Ланцова

*Тульский государственный университет*

E. A. Lantsova

*Tula State University*

✉ e.a.lantsova@tsu.tula.ru

**Аннотация**

Одной из мировых проблем является рост резистентности бактерий. Перспективной стратегией борьбы является использование материалов с высвобождающимся антибактериальным веществом. Сформированы материалы с использованием клеток *Paracoccus yeei* ВКМ В-3302 для создания пор, для формирования матрицы использованы тетраэтоксисилан и метилтриэтоксисилан в соотношении 50/50, в качестве антибактериального агента использован октенидин дигидрохлорид.

**Abstract**

One of the world's problems is the increase in bacterial resistance. A promising control strategy is the use of materials with a released antibacterial substance. Materials were formed using *Paracoccus yeei* ВКМ В-3302 cells to create pores, tetraethoxysilane and methyltriethoxysilane in a 50/50 ratio were used to form the matrix, and octenidine dihydrochloride was used as an antibacterial agent.

Одной из мировых проблем является рост резистентности микроорганизмов к антибактериальным средствам [1]. Бактерии становятся причинами возникновения инфекций, вызывают потери в экономике. При недостаточном действии антибактериальных средств выживают бактерии, которые передают гены резистентности. Для увеличения эффективности обработки используют большие объемы антисептиков, что приводит к попаданию биоцида в окружающую среду и ее загрязнению [2].

Решением этих проблем может стать создание гибридного антибактериального материала, состоящего из материала-основы и биоцида. При использовании силановых прекурсоров возможно получать мезопористые матрицы, в которые может быть иммобилизован эффективный антисептик. Для получения материала с настраиваемым размером пор применяют метод темплатов [3] с использованием молекул поверхностно-активных веществ. Также возможно применять клетки микроорганизмов благодаря разнообразию форм, экономической выгоде, повторяемости морфологии и их экологичности [4]. Несмотря на то что применение клеток в качестве темплатов описано в литературе, микроорганизмы в качестве порообразующих шаблонов не использовались для получения антисептических материалов.

Сформированы образцы антисептических материалов: в первом виде в качестве порообразующего агента были применены бактерии *Paracoccus yeei* ВКМ В-3302, во втором порообразующие агенты не применялись. Для формирования материала использованы тетраэтоксисилан и метилтриэтоксисилан 50 к 50 об. %, поскольку такое соотношение позволяет сформироваться кремниевой оболочке вокруг микроорганизмов [5]. Клетки удаляли отжигом при различных температурах. Десорбция октенидина (ОКТ) определена методом УФ-спектроскопии, получены кинетические кривые высвобождения для двух видов матриц (рис. 1 и 2).

Наибольшее высвобождение октенидина из первого вида матриц наблюдается при температуре отжига 800 °С, что может быть связано с увеличением площади поверхности из-за удаления клеток микроорганизмов. Заметно наличие двух стадий: резкого выброса и равномерной замедленной десорбции. Применение температур

\* Исследование выполнено при поддержке гранта Правительства Тульской области в области науки и технологий 2023 г. по договору ДС/111/БАСИБ1/23/ТО от 27.09.2023

© Е. А. Ланцова, 2024

менее 800 °С приводит к меньшей десорбции ОКТ из матриц, также использование более высоких температур является неэффективным, вероятно из-за спекания материала.

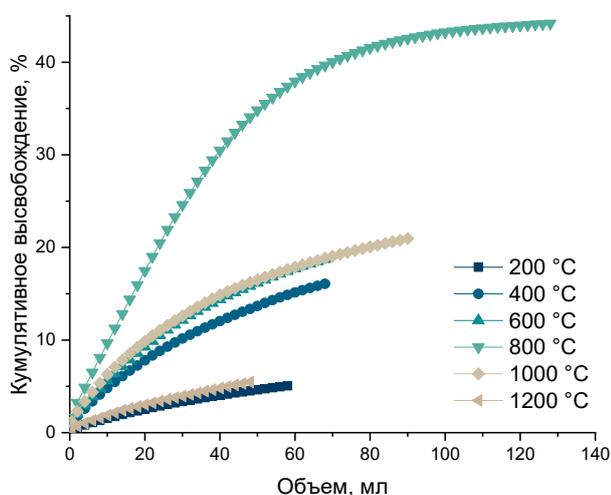


Рис. 1. Высвобождение ОКТ из образцов гибридных антисептических материалов с использованием клеток

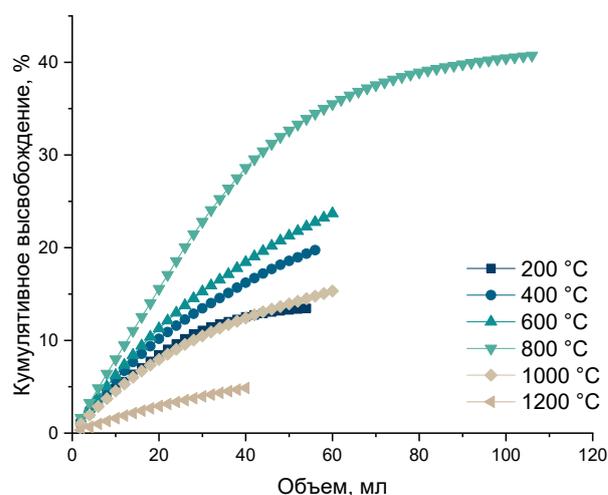


Рис. 2. Высвобождение ОКТ из образцов гибридных антисептических материалов без использования клеток

Для второго вида материалов, сформированных без использования клеток, также наиболее оптимальной является температура отжига 800 °С. Образцы, термически обработанные при других температурах, характеризуются сходным между собой профилем высвобождения.

Наиболее перспективным материалом для дальнейшего изучения является матрица первого вида, полученная при использовании клеток бактерий с последующим отжигом при 800 °С, поскольку характеризуется большей сорбционной способностью (0,7516 мг ОКТ на 1 мг матрицы) и достаточно эффективным высвобождением (45,5 %). Это позволяет выбрать образец материала для проведения дальнейшего исследования антисептических свойств по отношению к бактериям-фитопатогенам *Rhodococcus fascians* ВКМ Ас-1462.

### Литература

1. Serwecińska L. Antimicrobials and Antibiotic-Resistant Bacteria: A Risk to the Environment and to Public Health // Water. 2020. Vol. 12, No. 12. P. 3313
2. Ammonium Disinfectants and Antiseptics: Tolerance, Resistance and Potential Impact on Antibiotic Resistance // Antimicrob. Resist. Infect. Control. 2023. Vol. 12, № 1. P. 1–14.
3. Pezzoni M., Catalano P.N., Pizarro R.A. et al. Antibiofilm Effect of Supramolecularly Templated Mesoporous Silica Coatings // Mater. Sci. Eng. C. 2017. Vol. 77. P. 1044–1049.
4. Ebrahimezhad A., Najafpour S., Kouhpayeh A. et al. Facile Fabrication of Uniform Hollow Silica Microspheres Using a Novel Biological Template // Colloids Surf. B Biointerfaces. 2014. Vol. 118. P. 249–253.
5. Ланцова Е. А. Влияние ультрафиолетового облучения на дыхательную активность иммобилизованных в золь-гель матрицы бактерий PARACOCUS YEEI // Материалы Междунар. науч. форума обучающихся «Молодежь в науке и творчестве». 2021. С. 156.