**КОМПОЗИТНЫЕ НАНОСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ДЕКОРИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА И ЗОЛОТА КРЕМНИЕВЫХ НАНОНИТЕЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ БАКТЕРИЙ**

***Ерохина А.А. 1, Назаровская Д.А.1, Гюппенен О.Д. 1, Домнин П.А.1, Циняйкин И.И.1, Ермолаева С.А.2, Гончар К.А.1***

*1 МГУ им. М.В. Ломоносова, физический факультет, Москва, Россия*

*2 Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии им. Н. Ф. Гамалеи, Москва, Россия*

*e-mail: erokhina.aa19@physics.msu.ru, тел.: +7 (916) 2811300*

Бактериальные инфекции представляют собой одну из самых распространенных проблем в сфере медицины по всему миру и способны вызывать широкий спектр заболеваний, вплоть до смертельных. Важными факторами успешного и эффективного лечения являются простота и скорость обнаружения возбудителя инфекции. Существует множество методов диагностики бактерий, но многие из них оказываются неэффективными, затратными, требующими много времени или недостаточно точными. [1].

Одним из наиболее перспективных материалов для создания сенсоров для быстрой диагностики бактерий, являются композитные наноструктуры кремния, декорированные наночастицами благородных металлов [2-4]. В данном случае, диагностика проводится при помощи неразрушающего и неинвазивного оптического метода, известного как гигантское комбинационное рассеяние (ГКР). Наноструктуры кремния обладают уникальными оптическими свойствами, позволяющими эффективно адсорбировать бактерии [4]. В свою очередь, метод ГКР позволяет анализировать молекулярные характеристики образцов, включая бактерии, и определять их химический состав [5].

Данное исследование направлено на создание инновационных функциональных сенсорных систем на основе массивов нанонитей кремния, декорированных наночастицами золота и серебра (AuAg@КНН), для быстрой идентификации бактерий с использованием метода ГКР. В качестве объекта для изучения взяты внутриклеточные бактерии рода Listeria Innocua. Листериоз (инфекционное заболевание, вызываемое Listeria monocytogenes) трудно поддаётся лечению и приводит к смертельному исходу примерно у 20% инфицированных, причем большинство смертей обусловлено длительной диагностикой и несвоевременным лечением.

В результате были получены композитные материалы на основе КНН и наночастиц AuAg, исследована морфология полученных образцов и адсорбция бактерий на их поверхность методами сканирующей электронной микроскопии. Продемонстрирована возможность детектирования бактерий L. Innocua, адсорбированных на AuAg@КНН методом ГКР, вплоть до концентраций 6.4\*106 кое/мл. Такие биосенсоры имеют ряд преимуществ по сравнению с другими методами идентификации бактерий, а именно быстрый (время снятия отклика составляет 2 с) и точный результат, возможность использования в реальном времени, отсутствие необходимости в окрашивании и применении специальных маркеров.

Полученные результаты представляют перспективу для разработки новых высокочувствительных экспресс-методик идентификации микроорганизмов.



**Рис. 1.** Микрофотография СЭМ бактерий *L. innocua,* адсорбированных на поверхность подложки, вид сбоку

****

**Рис. 2.** ГКР-спектр PBS и бактерий *L. innocua* при разных концентрациях

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 22-72-10062, <https://rscf.ru/project/22-72-10062/>.

Выражаю благодарность своему научному руководителю к.ф.-м.н. Осминкиной Л.А.

**Литература**

1. Дудчик Н. В. и др. Сравнительный анализ результатов культурального и молекулярно-генетического метода при выявлении и идентификации бактерий Listeria monocytogenes в смывах в модельном эксперименте //Здоровье и окружающая среда. – 2018. – №. 28. – С. 24-27.
2. Agafilushkina S. N. et al. Raman signal enhancement tunable by gold-covered porous silicon films with different morphology //Sensors. – 2020. – Т. 20. – №. 19. – С. 5634.
3. Kartashova A. D. et al. Surface-enhanced Raman scattering-active gold-decorated silicon nanowire substrates for label-free detection of bilirubin //ACS Biomaterials Science & Engineering. – 2021. – Т. 8. – №. 10. – С. 4175-4184.
4. Gongalsky M. B. et al. Double etched porous silicon films for improved optical sensing of bacteria //Journal of The Electrochemical Society. – 2017. – Т. 164. – №. 12. – С. B581.
5. Gonchar K. A. et al. Optical Express Monitoring of Internalin B Protein of Listeria Monocytogenes Pathogenic Bacteria Using SERS-Active Silver-Decorated Silicon Nanowires //Optics and Spectroscopy. – 2022. – Т. 130. – №. 9. – С. 521-526.