

Наноструктурированный микрофлюидный биосенсор на основе пептидов для импедиметрического обнаружения лактоферрина

Научный руководитель – Ситков Никита Олегович

Марценюк Елизавета Николаевна

Студент (магистр)

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им.

В.И. Ульянова (Ленина), Факультет электроники (ФЭЛ), Кафедра микро- и наноэлектроники (МНЭ), Санкт-Петербург, Россия

E-mail: enmartsenyuk@stud.etu.ru

Разработка биосенсора для детекции лактоферрина имеет важное значение для ранней диагностики воспалительных заболеваний. Одним из подходов является использование наноструктурированных материалов, таких как оксид цинка (ZnO). В данном исследовании представлен сенсор на основе наностержней ZnO, выращенных методом низкотемпературного гидротермального синтеза, на поверхности которых иммобилизованы пептидные аптамеры для селективного связывания лактоферрина. Импедансная спектроскопия позволила оценить электрофизические свойства устройства при различных концентрациях аналита.

Изготовление сенсора осуществлялось посредством нанесения никрома на предметное стекло методом магнетронного распыления, формирования встречно-штыревых электродов фотолитографическим методом и выращивания наностержней ZnO на полученных структурах. Для функционализации использовали APTMS, а для иммобилизации пептидных аптамеров – глутаровый альдегид. В качестве модели выбран лактоферрин. Ранее была определена пептидная последовательность EEVAPQAQAKIAELENQVHRLE методом визуализации сопряжённых ионно-водородных связей, пептид иммобилизован посредством полигистидиновой метки, соединённой через три серина.

После функционализации сенсор инкубировали в натрий-фосфатном буферном растворе, затем измеряли импеданс при амплитуде 20 мВ в диапазоне частот от 10 Гц до 500 кГц. Диаграммы Найквиста и частотные зависимости реактивного сопротивления показали, что при концентрациях лактоферрина 0,25–0,5 нг/мл эквивалентная схема представляется комбинацией параллельно включённых емкости и сопротивления, а также элемента Варбурга, отражающего диффузионные процессы в буфере. При концентрациях до 5 нг/мл наблюдаются изменения формы диаграммы, обусловленные уменьшением емкости вследствие модификации двойного электрического слоя на поверхности ZnO.

Анализ полного импеданса выявил его увеличение при концентрациях лактоферрина от 5 до 5000 нг/мл, однако при значениях свыше 50 нг/мл изменения становятся незначительными, что, вероятно, связано с ограниченным доступом аналита к затравочному слою ZnO. Таким образом, сенсор демонстрирует два режима работы: при концентрациях менее 5 нг/мл влияние оказывает наноструктурированное покрытие между электродами, а при концентрациях до 5 мкг/мл – изменение емкости поверхностного слоя электродов.

Полученные результаты подтверждают потенциал разработанного биосенсора для диагностики воспалительных маркеров и развития персонализированной медицины.

Источники и литература

- 1) Sitkov N. et al. Hybrid Impedimetric Biosensors for Express Protein Markers Detection //Micromachines. – 2024. – Т. 15. – №. 2. – С. 181.