

МОДИФИКАЦИЯ ТРЕКОВЫХ МЕМБРАН ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НЕСПЕЦИФИЧНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БЕЛКОВЫХ СТРУКТУР ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КАЧЕСТВЕ БИОСЕНСОРОВ

Капцов Т. Б.^{1,2}, Фадейкина И. Н.^{1,2}

¹Государственный университет Дубна, Дубна, Россия

²Объединённый институт ядерных исследований, Дубна, Россия

Трековые мембраны (ТМ) представляют собой инновационный материал, открывающий новые возможности для создания сенсоров. ТМ производятся из тонких полимерных пленок, в которых создаются каналы за счёт облучения тяжёлыми ионами и вытравливания деструктурированных областей [1]. За счёт уникальной технологии получения ТМ, по сравнению с другими мембранами, у них появляются особые характеристики. ТМ обладают узким распределением диаметров пор и воспроизводимостью характеристик при производстве [1]. ТМ имеют перспективу использования для фильтрации, разделения и концентрирования аналита в сенсорах в качестве подложек. Всё выше перечисленное позволяет создавать большое количество сенсоров на основе ТМ: электрохимические сенсоры на ионы тяжёлых металлов [2], сенсоры, работающие на эффекте гигантского комбинационного рассеяния света для определения органических молекул и сложных биологических объектов [3], трековые мембраны можно использовать в иммунохроматографическом анализе для создания тест-систем.

Одна из основных задач, возникающих при разработке биосенсоров, заключается в предупреждении неспецифических взаимодействий на поверхности рабочей мембраны. Для этого используют модификацию мембраны путем обработки инертным белком или поверхностно-активным веществом (ПАВ).

В работе изучали адсорбцию модельного белка бычьего сывороточного альбумина (БСА) на поверхности трековой мембраны из полиэтилентерефталата с помощью флуоресцентной спектроскопии; получали конъюгаты БСА с наночастицами золота для визуализации; для предотвращения неспецифической сорбции конъюгатов использовали неионогенный ПАВ ТВИН-20.

БСА проявляет флуоресцентные свойства (рис. 1.А) благодаря наличию в его структуре остатков ароматических аминокислот, главным образом триптофана (поглощение 280 нм, эмиссия 340-350 нм) и тирозина (поглощение 275 нм, эмиссия 300-310 нм).

Адсорбцию БСА проводили из водных растворов при pH 6.8. Изотерма адсорбции (рис. 1.Б) показывает, что адсорбция достигла насыщения, то есть все доступные активные центры на поверхности ТМ заняты молекулами БСА. Также можно заключить, что ТМ обладает достаточно большим сродством к БСА.

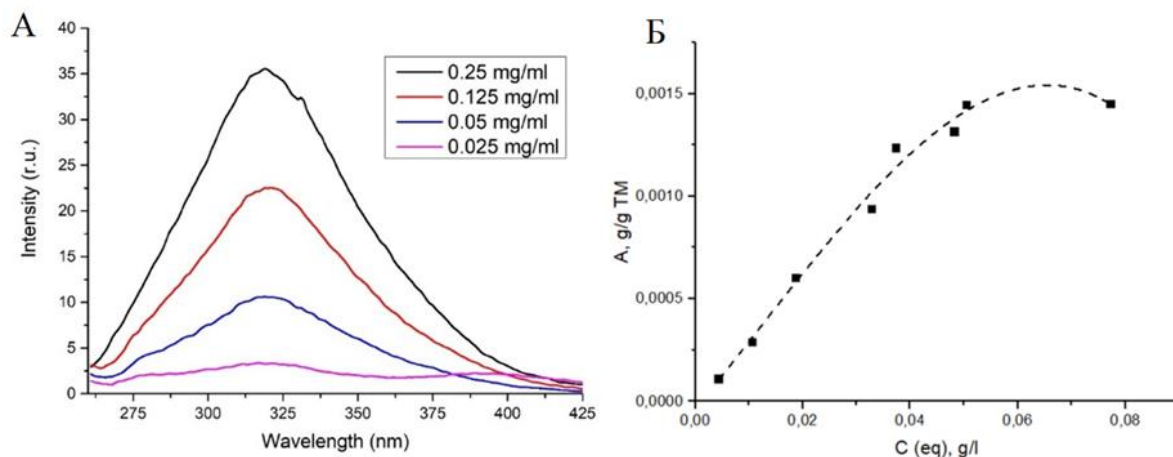


Рисунок 1 – Спектры флуоресценции водных растворов БСА (А);
изотерма адсорбции БСА на ТМ (Б)

Конъюгаты БСА с наночастицами золота (AuNPs) получали, смешивая водный раствор БСА и водный раствор очищенных AuNPs в определённых соотношениях, инкубируя 30 минут на шейкере и центрифугируя при 6000 об/мин 10 минут, и наносили микродозатором на немодифицированную ТМ и ТМ, обработанную 0.1% раствором ТВИН-20. На рисунке 2 представлены микрофотографии поверхности ТМ, сделанные с помощью растровой-электронной микроскопии (РЭМ).

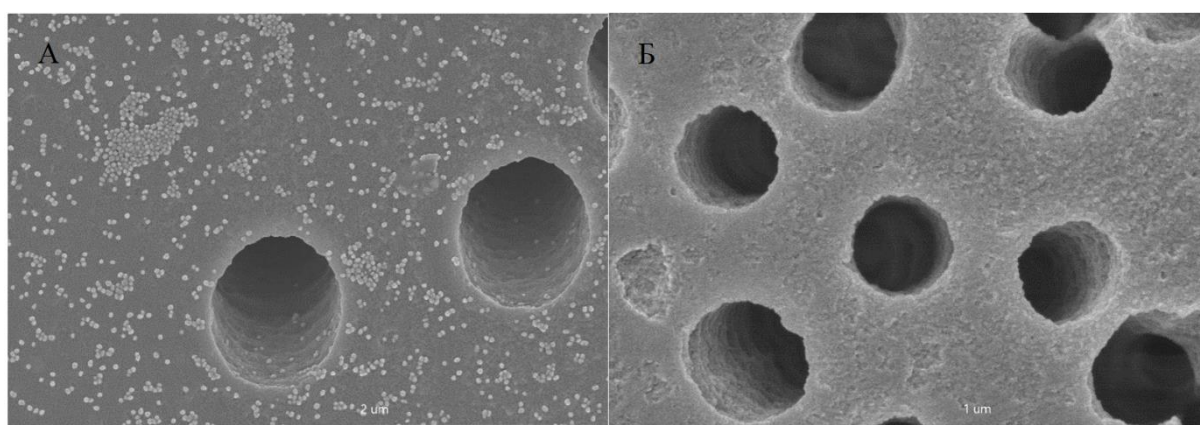


Рисунок 2 – Микрофотографии трековой мембраны
с осажденными конъюгатами AuNPs - БСА
А) немодифицированной
Б) модифицированной ТВИН-20, полученные методом РЭМ

На микрофотографиях видно, что на поверхности немодифицированной ТМ присутствуют золотые наночастицы, конъюгированные с БСА, а обработка мембраны ТВИН-20 позволяет избежать неспецифической сорбции белковых структур.

Список использованных источников

1. Apel, P. Track etching technique in membrane technology / P. Apel. – Direct text // Radiation Measurements. – 2001. – Vol. 34, Iss. 1-6. – P. 559-566. – ISSN 1350-4487. – DOI : 10.1016/S1350-4487(01)00228-1.
2. Electrochemical detection of lead and cadmium ions in water by sensors based on modified track-etched membranes / N. Zhumanazar, Y. K. Youn, G. B. Guseinova, J. G. Lee. – Direct text // Sensors and Actuators A : Physical. – 2023. – Vol. 354. – Art. 114094. – ISSN 0924-4247. – DOI : 10.1016/j.sna.2023.114094.
3. Comparison of SERS Effect on Composite Track-Etched Membranes with Silver Nanostructures Obtained by Vacuum Deposition and Chemical Synthesis / E. V. Andreev, I. N. Fadeikina, A. K. Mutali, V. I. Kukushkin. – Direct text // Eurasian Journal of Chemistry. – 2025. – Vol. 30, No. 3 (119). – P. 143-154. – ISSN 2959-0663.

Научный руководитель: Фадейкина И. Н., к. т. н., доцент