

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ В СОСТАВЕ ПРОВОДЯЩИХ ГИБРИДОВ ДЛЯ ИММОБИЛИЗАЦИИ ФЕРМЕНТА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ БИОСЕНСОРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛЮКОЗЫ

В.А. Арляпов, Л.С. Кузнецова

ФГБОУ ВО Тульский государственный университет, Лаборатория биологически активных соединений и биокомпозитов, Тула, Россия.

Проводящие полимеры являются интересным и перспективным материалом для модификации поверхности электродов в составе биосенсоров. [1] В сочетании с углеродными материалами они дают возможность получать гибридные материалы с улучшенным переносом электронов в биосенсорах. Для создания высокоэффективных амперометрических безреагентных биосенсоров для определения глюкозы использовали электрополимеризованные медиаторы (нейтральный красный, тионин и анилин) и углеродные материалы (терморасширенный графит и углеродные нанотрубки). На их основе получали гибридные проводящие полимеры, которыми модифицировалась поверхность графитового печатного электрода. Подтверждение структуры образовавшихся полимеров проведено методами инфракрасной спектроскопии и сканирующей электронной микроскопии.

Электрохимические характеристики матриц изучали методами циклической вольтамперометрии. Анализ зависимостей предельных токов от скорости сканирования позволил определить лимитирующие стадии процессов: прыжковый механизм или поверхностная реакция на электроде. В соответствии с лимитирующими процессами провели расчет константы скорости гетерогенного переноса электронов и константы взаимодействия с ферментом глюкозооксидазой.

Методом импедансной спектроскопии определили сопротивление в матрицах на разных стадиях модификации электрода. В результате электрохимического исследования показано, что гибридные проводящие матрицы, содержащие в составе углеродные материалы, характеризуются лучшей электропроводностью по сравнению с матрицами на основе только электрополимеризованных медиаторов. Среди трех выбранных медиаторов в составе проводящих полимеров лучшие характеристики матрицам обеспечивал нейтральный красный.

Оценка работоспособности матриц проводилась методом амперометрии с построением градуировочных зависимостей и анализом реальных образцов.

В рамках исследования биосенсор на основе гибридного проводящего полимера на основе нейтрального красного и терморасширенного графита выбран как наиболее перспективный. Он характеризуется диапазоном определяемых концентраций $0,006-0,5 \text{ нА} \cdot \text{дм}^3/\text{ммоль}$, высокой чувствительностью ($1000 \pm 200 \text{ нА} \cdot \text{дм}^3/\text{ммоль}$), нижней границей определяемых концентраций $0,006 \text{ ммоль/л}$. Созданный на основе данного гибридного полимера глюкозный биосенсор характеризовался высокой корреляцией ($R^2 = 0.9828$) с результатами определения содержания глюкозы в крови человека стандартным методом.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания по теме "Синтез таргетных биологически активных ионных соединений и новых биокомпозитных материалов" (FEWG-2021-0011).

Литература

1. Rehman A., Zeng X. Interfacial composition, structure, and properties of ionic liquids and conductive polymers for the construction of chemical sensors and biosensors: a perspective // Curr. Opin. Electrochem. 2020. Т. 23. № April. С. 47–56.