

ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ АМИНОКИСЛОТ НА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОДАХ

И.С. Терёхина

Научный руководитель – д.х.н., профессор С.С. Ермаков

Санкт-Петербургский государственный университет

199034, Россия, г. Санкт-Петербург, Университетская набережная 7–9, sly.irika@gmail.com

Серосодержащие аминокислоты, такие как цистеин и глутатион, играют важную роль в человеческом организме. Отклонение содержания этих тиолов от нормы может свидетельствовать о таких тяжёлых заболеваниях, как лейкемия, различные виды рака, болезнь Альцгеймера, синдром Паркинсона и многие другие [1, 2].

Большинство предложенных методик определения данных тиолов основано на электрофоретическом и хроматографическом разделении с различными видами детектирования [3]. Несмотря на достоинства таких методик, применение хроматографических методов требует дорогостоящего оборудования и должной квалификации химика. Более перспективным является применение сенсорных систем – электрохимические сенсоры характеризуются простотой устройства, низкой стоимостью и возможностью их миниатюризации.

Научная новизна настоящего исследования заключается в новом подходе к достижению селективности при вольтамперометрическом определении органических соединений, содержащих несколько функциональных групп на основе направленного синтеза наноструктурированных модификаторов методом послойной химической сборки. Этот подход основан на использовании токов окисления переходного металла или токов окисления-восстановления их оксидов в качестве аналитического сигнала электрохимического сенсора. Величина измеряемых токов связана с химическими процессами, происходящими на поверхности электрода в присутствии серосодержащих аминокислот. С одной стороны возможно комплексообразование с аминогруппами, с другой – образование малорастворимых соединений с тиольной группой.

Целью данного исследования является разработка нового подхода к селективному электрохимическому определению цистеина и глутатиона с помощью сенсоров на основе наноконструктивных электродов.

Электрохимические исследования проводились с использованием потенциостата-гальва-

ностата Р-301 (ООО «Элинс», г. Черноголовка) с трёхэлектродной ячейкой. В качестве рабочих использовались следующие электроды: индий-олово оксидный (ИТО) электрод, модифицированный наноконструктивом $\text{Ag}_x^0\text{-AgMnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, и золотой электрод, модифицированный наноконструктивом оксида меди (II) и графена, синтезированные методом слой-за-слоем согласно [4, 5]. Электродом сравнения и вспомогательным электродом были хлоридсеребряный и платиновый соответственно.

Вольтамперометрические измерения проводились в 0,1 М растворе сульфата натрия в диапазоне потенциалов от –650 до 650 мВ. Отклик электродов исследовался последовательным увеличением концентрации серосодержащей аминокислоты методом добавок.

На сегодняшний день было исследовано поведение цистеина на указанных выше электродах. В случае электродов, модифицированных наноконструктивом $\text{Ag}_x^0\text{-AgMnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, на вольтамперограммах наблюдались два пика: анодный при +190 мВ и катодный при –180 мВ, что соответствует окислению металлического серебра и восстановлению соединения серебра с цистеином. Линейный диапазон зависимости тока пиков от концентрации аналита лежит в интервале $1 \cdot 10^{-10}$ – $2 \cdot 10^{-9}$ и $2 \cdot 10^{-9}$ – $1 \cdot 10^{-8}$ М.

Для электродов, модифицированных наноконструктивом CuO и графена, на вольтамперограммах также присутствовали два пика: анодный при –10 мВ и катодный при –410 мВ, что соответствует окислению меди и восстановлению комплекса меди с цистеином. Линейность зависимости тока пиков от концентрации цистеина наблюдается в интервалах $1 \cdot 10^{-10}$ – $2 \cdot 10^{-9}$ и $5 \cdot 10^{-9}$ – $1 \cdot 10^{-6}$ М.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что модификаторы, содержащие серебро и медь, способствуют высокочувствительному определению цистеина за счёт комплексообразования и образования малорастворимых соединений данных металлов с аналитом.

Исследования проводились с использовани-

ем оборудования ресурсного образовательного центра по направлению химия научного парка СПбГУ.

Список литературы

1. Lee P.T., Compton R.G. // *Analytical Sciences*, 2015.– 31.– 7.– 685–691.
2. White P.C., Lawrence N.S., Davis J., Compton R.G. // *Electroanalysis*, 2002.– 14.– 2.– 89–98.
3. Isokawa M., Kanamori T., Funatsu T., Tsunoda M. // *Journal of Chromatography B.*, 2014.– 964. 103–115.
4. Kodintsev I., Tolstoy V., Lobinsky A. // *Materials Letters*, 2017.– 196.– 54–56.
5. Kodintsev I., Reshanova K., Tolstoy V. // *AIP Conference Proceedings*, 2016.– 1748.– 040005.

ЭКСПРЕССНОЕ КОЛОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНОВ МЕТАЛЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СМАРТФОНА

Э.В. Уразов

Научный руководитель – д.х.н. профессор М.А. Гавриленко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, urazov@mail.ru

Ионы тяжелых металлов (ИТМ) являются одним из опасных загрязнителей и представляют собой растущую экологическую проблему, которая затрагивает различные объекты окружающей среды. Основные источники ИТМ – бытовые изделия, промышленные стоки, горные работы и сжигание твердых отходов. Обнаружение ИТМ является важной задачей из-за негативного воздействия на здоровье человека. Более того, значительная проблема, связанная с экологической химией, заключается в том, что бактерии, живущие в окружающей среде, превращают ионы металлов в биоорганические токсины, которые концентрируются через пищевую цепь в тканях рыб и растений

Колориметрические оптоды для тест-методов анализа произвели революцию в области исследований и обнаружения токсичных или, наоборот, полезных веществ и витаминов вследствие простоты применения, мобильности и миниатюризации [1–4]. Для определения концентраций тяжелых металлов в структуру оптода необходимо иммобилизовать комплексобразующий реагент. Методика иммобилизации различных сложных реагентов описана в [1].

Однако разработка и изготовление функциональных устройств для интерпретации их аналитического сигнала остаются сложными и дорогостоящими. Системы распознавания изображений на основе смартфонов с использованием прозрачных и непрозрачных оптодов при экспресс-тестировании потенциально могут

стать решением данной проблемы.

Разработано мобильное приложение распознавания оптических моделей цветообразования на основе смартфонов для колориметрического анализа с использованием прозрачных полиметакрилатных оптодов. Распознавание происходит с использованием алгоритма, основанного на разности яркости между областью референции и областью обнаружения изображения оптода с использованием приложения обработки изображений для Android.

Изображение оптода получено на смартфонах Samsung Galaxy различных модификаций и проанализировано разработанным приложением для обработки изображений. Полученное изображение показано на экране для кадрирования изображения и выбора участка для последующей обработки. Затем изображение интерпретируют как набор количественных показателей цветиметрии и анализируют с помощью алгоритма вычисления суммарного показателя цвета RGB и опорного канала RGB. Наконец, результирующий показатель RGB определяют вычитанием усредненных значений RGB канала относительно эталонного изображения, что позволяет реализовать цветодиффузионную модель.

Характеристика корреляции между цветом оптода и RGB изображения достигается путем оценки значений RGB каждого канала на графике относительно их суммы, что характеризует общий цвет колориметрического оптода. Базовая линия от изображения белой подложки