

Использование смартфонов дает возможность измерять параметры цветности в месте хранения, реализации и использования строительных смесей, выявить грубые фальсификации строительной продукции, контролировать устойчивость цвета к различным внешним факторам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рудаков, О.Б. Цветометрическое определение минеральных примесей в цементах с использованием мобильных устройств / Рудаков О.Б., Черноусова О.В., Черепяхина Р.Г. и др. // Аналитика и контроль. – 2020. – Т. 24, № 2. – С. 114-123.

2. Рудаков, О.Б. Контроль содержания пигментов в цветных цементах с помощью мобильных устройств / О.Б. Рудаков, О.В. Черноусова, С.А. Садыков // Строительные материалы. – 2020. – №9. – С. 21–26.

3. Рудаков, О.Б. Контроль параметров цветности цемента, содержащих минеральные добавки и пигменты / О.Б. Рудаков, А.М. Хорохордин, Я.О. Рудаков, О.В. Черноусова // Техника и технология силикатов. – 2021. – Т. 28, № 4. – С. 195-200.

УДК 543.552.054.1

А.Ф. Мухаметьярова, Р.А. Зильберг
Уфимский университет науки и технологий
(г. Уфа, Россия)

ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ СЕНСОР НА ОСНОВЕ ПАСТОВОГО ЭЛЕКТРОДА МОДИФИЦИРОВАННОГО КОМПЛЕКСНЫМ СОЕДИНЕНИЕМ НИКЕЛЯ (II) С ОПТИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ЛИГАНДАМИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И РАСПОЗНАВАНИЯ ЭНАНТИОМЕРОВ АТЕНОЛОЛА

Доступный, стабильный энантиоселективный вольтамперометрический сенсор (ЭВС) с достаточной энантиоселективностью является главным компонентом вольтамперометрических методов анализа оптически активных действующих веществ в модельных растворах, в присутствии широкого спектра вспомогательных веществ или в биологических жидкостях [1]. Качественный ЭВС способен обеспечить одновременно доступность и экспрессность таких видов анализа лекарственных препаратов как установление подлинности и срока годности, энантиочистоты, классификации по производителю, что не представляется возможными с помощью других аналитических мето-

дов. В отличие от широко применяемых методов (хроматография, капиллярный электрофорез и др.), обычно предполагающих предварительное разделение и концентрирование определяемых компонентов, ЭВС могут применяться в полевых условиях после незначительной (или даже отсутствия) пробоподготовки.

Повышение доступности, надежности распознавания энантиомеров, чувствительности и других характеристик в первую очередь обеспечивается хиральными селекторами, используемыми для построения таких сенсоров. Спектр соединений, используемых в качестве хиральных селекторов весьма разнообразен, однако лишь небольшая их часть обеспечивает требуемое сочетание характеристик – надежность распознавания энантиомеров, воспроизводимость, чувствительность, стабильность, доступность, и самое главное простоту изготовления ЭВС. В последнем случае перспективными представляются использование комплексов переходных металлов с органическими хиральными лигандами [2-5]. Структура хирального лиганда с координационным числом металла комплексообразователя имеет решающее значение на селективность и прочие характеристики ЭВС. При этом себестоимость таких комплексов значительно ниже, чем у модифицированных циклодекстринов или хиральных нанотрубок. Благодаря успехам синтетической органической химии открываются широкие возможности регулирования свойств образующихся комплексов за счет формирования лигандов заданной структуры, геометрии и необходимого хирального окружения, что позволит целенаправленно проектировать высокоселективные, устойчивые и стабильные во времени ЭВС. Таким образом, исследование свойств хиральных комплексов переходных металлов в качестве энантиоселекторов в ЭВС является актуальной задачей и имеет большие перспективы.

Данная работа посвящена разработке вольтамперометрического сенсора на основе пастового электрода из графитированной термической сажи Carboblack C (ГПЭ), модифицированной комплексным соединением никеля (II) с оптически активными лигандами, для определения и распознавания энантиомеров атенолола и оценке его аналитических возможностей.

Изучены характеристики модифицированного электрода. По результатам сканирующей электронной микроскопии установлено, что модификатор равномерно распределён на поверхности ГПЭ. Рассчитана среднеквадратичная шероховатость ($S_q=33\text{мкм}$) сенсора ГПЭ/(S)-ВРВ-Gly-Ni(II)-4. По результатам ЦВ и СЭИ с использованием стандартной редокс-системы на основе ферроцианидов калия установлен затрудненный перенос электрона для модифицированного сенсора.

Эффективная площадь поверхности ГПЭ/(S)-BPB-Gly-Ni(II)-4 составила $7.51 \pm 0.53 \text{ мм}^2$.

Изучены аналитические характеристики предложенного сенсора: линейный диапазон определяемых концентраций от $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3} \text{ М}$, предел обнаружения $4.51 \cdot 10^{-6}$ для R-Atn и $2.76 \cdot 10^{-6}$ для S-Atn. Наибольшую чувствительность (11.72 мкА/мМ) сенсор проявляет к S-Atn. Относительное стандартное отклонение не превышает 0.7 %. Предложенный сенсор успешно апробирован для определения и распознавания энантиомеров атенолола в присутствии мешающих компонентов таблетированных форм ($Sr = 0.6\text{--}3.4 \%$), в смесях энантиомеров, в биологических жидкостях (Sr мочи $1.3\text{--}3.5 \%$, Sr плазмы крови $1.1\text{--}4.1 \%$).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, грант № 23-23-00340

ЛИТЕРАТУРА

1. Майстренко, В. Н. Энантиоселективные вольтамперометрические сенсоры на основе хиральных материалов / В. Н. Майстренко, Р. А. Зильберг // Журнал аналитической химии. – 2020. – Т. 75. – № 12. – С. 1080-1096. – DOI 10.31857/S0044450220120105. – EDN ZJLBKT.
2. Энантиоселективные вольтамперометрические сенсоры на основе аминокислотных комплексов Cu(II), Co(III), Zn(II) / Р. А. Зильберг, Л. Р. Загитова, И. В. Вакулин [и др.] // Журнал аналитической химии. – 2021. – Т. 76. – № 12. – С. 1111-1122. – DOI 10.31857/S004445022112015X. – EDN KHIJYY.
3. Chiral selectors in voltammetric sensors based on mixed phenylalanine/alanine Cu(II) and Zn(II) complexes / R. A. Zilberg, T. V. Berestova, R. R. Gizatov [et al.] // Inorganics. – 2022. – Vol. 10. – No 8. – P. 117. – EDN CLFIKF.
4. Вольтамперометрический сенсор на основе аминокислотного комплекса меди (II) для определения энантиомеров триптофана / Р. А. Зильберг, Ю. Б. Терес, Л. Р. Загитова [и др.] // Аналитика и контроль. – 2021. – Т. 25. – № 3. – С. 193-204. – DOI 10.15826/analitika.2021.25.3.006. – EDN YRSOSI.
5. Вольтамперометрическое определение энантиомеров тирозина в фармацевтических и биологических образцах / Р. А. Зильберг, Г. Р. Каримова, А. С. Терентьева [и др.] // Вестник Башкирского университета. – 2021. – Т. 26. – № 1. – С. 84-92. – DOI 10.33184/bulletin-bsu-2021.1.14. – EDN UHMZSC.