

УДК 543.552.054.1

ЭНАНТИОСЕЛЕКТИВНЫЕ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ
НА ОСНОВЕ ХЕЛАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЦИНКА

А. А. ВОЛКОВА

Научный руководитель Р. А. ЗИЛЬБЕРГ, канд. хим. наук, доц.

Уфимский университет науки и технологий

Уфа, Россия

Определение энантиомеров биологически активных веществ продолжает оставаться важной задачей для фармацевтической отрасли. Это объясняется тем, что даже при одинаковом химическом составе зеркальные формы одного соединения могут оказывать на организм совершенно разное воздействие. Обычные электрохимические сенсоры не способны распознавать, а следовательно, и определять энантиомеры в силу того, что не обладают энантиоселективным откликом. Данная проблема может быть успешно решена благодаря современным достижениям в области аналитической химии. Ключевым подходом является модификация электродов с помощью хиральных селекторов [1–3]. Процесс модификации осуществляется двумя основными способами: путем закрепления селекторов непосредственно на поверхности электрода или их внедрения в объем электродного материала. Особую значимость в области хиральных селекторов приобретают соединения, образованные переходными металлами в комплексе с органическими хиральными лигандами. Их привлекательность обусловлена двумя ключевыми факторами: относительной простотой процесса синтеза и широким спектром получаемых химических соединений [4–10].

Данное исследование направлено на создание и оценку аналитических возможностей новых энантиоселективных вольтамперометрических сенсоров, применяющих в качестве хиральных селекторов комплексы $[\text{Zn}(\text{L-arg})_2(\text{H}_2\text{O})]$ и $[[\text{Zn}(\text{L-arg})_2(\text{H}_2\text{O})](\text{SO}_4)]^{2-}$. Чувствительность разработанных сенсоров к энантиомерам рассматривалась на примере тирозина (Tyr), триптофана (Trp) и напроксена (Nap). Вольтамперометрические измерения проводили в дифференциально-импульсном режиме (ДИВ), в качестве фона использовался фосфатный буферный раствор с pH 6,86, скорость развертки потенциала 0,2 В/с. В ходе исследования вольтамперометрических характеристик энантиомеров провели сравнительный анализ двух ключевых параметров: разность потенциалов окисления ΔE_p энантиомеров на предложенных сенсорах и коэффициенты энантиоселективности i_i/i_j . Самая значительная разница между потенциалами окисления $\Delta E_p = 49$ мВ и значениями максимальных токов пиков $i_i/i_j = 1,50$ наблюдается для энантиомеров Tyr на сенсоре СУЭ/ПЭК-транс- $[\text{Zn}(\text{L-arg})_2(\text{H}_2\text{O})]$, что, вероятно,

обусловлено особенностями координации полученных комплексов с молекулами аналита и строением образующихся на их основе интермедиатов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Maistrenko, V. N.** Enantioselective Voltammetric Sensors on the Basis of Chiral Materials / V. N. Maistrenko, R. A. Zil'berg // *Journal of Analytical Chemistry*. – 2020. – Vol. 75, № 12. – P. 1514–1526.
2. **Майстренко, В. Н.** Энантиоселективные вольтамперометрические сенсоры / В. Н. Майстренко, Г. А. Евтюгин, Р. А. Зильберг. – Уфа: Башкир. гос. ун-т, 2018. – 189 с.
3. Rational design of highly enantioselective composite voltammetric sensors using a computationally predicted chiral modifier / R. A. Zilberg, I. V. Vakulin, Yu. B. Teres [et al.] // *Chirality*. – 2022. – Vol. 34, № 11. – P. 1472–1488.
4. Chiral octahedral cobalt(III) complex immobilized on Carboblack C as a novel robust and readily available enantioselective voltammetric sensor for the recognition of tryptophan enantiomers in real samples / R. A. Zilberg, Ju. B. Teres, E. O. Bulysheva [et al.] // *Electrochimica Acta*. – 2024. – Vol. 492. – P. 144334.
5. 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, № 8. – P. 117.
6. Voltammetric sensor for naproxen enantiomers based on a paste electrode modified with a Chiral nickel(II) complex / R. A. Zilberg, Y. B. Teres, I. V. Vakulin [et al.] // *Chirality*. – 2025. – Vol. 37, № 2. – P. e70025.
7. Synthesis and Application of Chelate Complexes $[\text{Zn}(\text{L-arg})_2(\text{H}_2\text{O})]$ and $[[\text{Zn}(\text{L-arg})_2(\text{H}_2\text{O})](\text{SO}_4)]^{2-}$ as Chiral Selectors / R. R. Gizatov, Yu. B. Teres, M. N. Galimov [et al.] // *Russian Journal of Coordination Chemistry*. – 2025. – Vol. 51, № 2. – P. 119–128.
8. Синтез и применение хелатных комплексов $[\text{Zn}(\text{L-arg})_2(\text{H}_2\text{O})]$ и $[[\text{Zn}(\text{L-arg})_2(\text{H}_2\text{O})](\text{SO}_4)]^{2-}$ в качестве хиральных селекторов / Р. Р. Гизатов, Ю. Б. Терес, М. Н. Галимов [и др.] // *Координационная химия*. – 2025. – Т. 51, № 5. – С. 315–326.
9. Chiral Cobalt(III) Complexes Based on (1R,2R)-Cyclohexanediamine and 4-Bromo-5-methylsalicylaldehyde: Synthesis, Modification, and Application in Catalysis and Enantioselective Sensors / O. V. Khromova, A. F. Smol'yakov, R. A. Zil'berg [et al.] // *Russian Journal of Coordination Chemistry*. – 2025. – Vol. 51, № 3. – P. 200–210.
10. A chiral Ni(II) complex immobilized on Carboblack C as a readily available and effective enantioselective voltammetric sensor for recognition of atenolol enantiomers in real samples / R. A. Zilberg, Y. B. Teres, E. O. Bulysheva [et al.] // *Electrochimica Acta*. – 2025. – Vol. 529. – P. 146309.