

## ЛИТЕРАТУРА

1. Zaaba, N. F. A review on degradation mechanisms of polylactic acid: Hydrolytic, photodegradative, microbial, and enzymatic degradation / N. F. Zaaba, A. Jaafar // Polymer Engineering and Science. – 2020. – V. 60. No. 9. – P. 2061–2075.

2. Бозарова, Г. К. Место биodeградируемых полимеров в общем объёме производства и использования пластиков / Г. К. Бозарова, А. Е. Хачатуров // Теоретическая и прикладная экология. – 2020. – №. 4. – С. 93–99.

УДК 543.552

И.А. Абрамов, С.И. Гайнанова, Л.Р. Загитова  
Уфимский университет науки и технологий, г.Уфа, Россия

### **ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫЙ ФУЛЛЕРЕН В СОСТАВЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО СЛОЯ СЕНСОРА ДЛЯ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛЕВОФЛОКСАЦИНА**

Существуют различные подходы к созданию сенсоров, один из которых – использование новых материалов с целью структурирования чувствительного слоя, способного обеспечивать высокую чувствительность и селективность вследствие различных взаимодействий с аналитом. Особенно актуально создание сенсоров для определения оптически активных лекарственных соединений, в частности, антибиотиков. В связи с селективностью мембран и рецепторов клеток хиральность напрямую влияет на фармакологическую активность лекарств. Так, один из энантиомеров может обладать желаемым эффектом, а другой либо не обладать им, либо оказывать побочное, токсическое действие. Энантиоселективные сенсоры позволяют определять оптические изомеры за счет введения в чувствительный слой хиральных селекторов (аминокислот, циклодекстринов, MOF-материалов и т.д.), которые способны избирательно взаимодействовать с энантиомерами [1-2].

В нашем исследовании предполагается создание чувствительного слоя на основе функционализированного фуллера C<sub>60</sub> для определения левофлоксацина. Главной особенностью фуллеренов является их высокая реакционная способность, что позволяет присоединять различные хиральные радикалы [3]. Варьируя их структуру и количество, можно добиться максимальной чувствительности сенсора. Также фуллереновый кор стабилизирует молекулу селектора в электродной матрице.

Исходя из того, что аналит в своей структуре содержит фенильный фрагмент, карбоксильную группу и оптически активный атом углерода (рис. 1), можно выделить следующие виды взаимодействия с селектором: электростатические, ван-дер-ваальсовы, стекинговые, гидрофобные, а также водородные связи. Нами предлагается синтез хирального селектора, содержащего в своей структуре ароматический фрагмент, амидную либо аминогруппу и хиральный атом углерода, которые будут обеспечивать необходимые взаимодействия с аналитом. Далее по реакции Бингеля-Хирша селектор присоединяется к фуллерену [4].

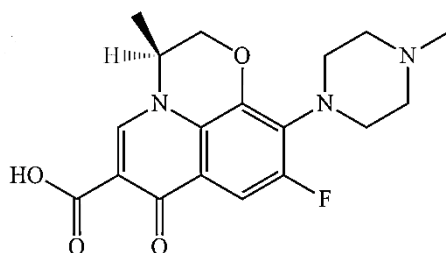
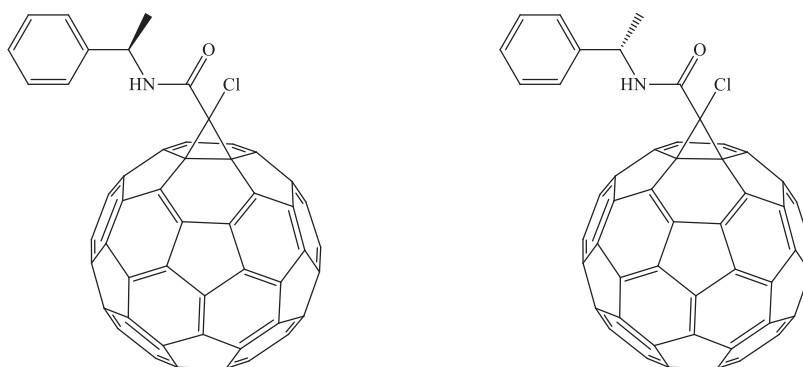


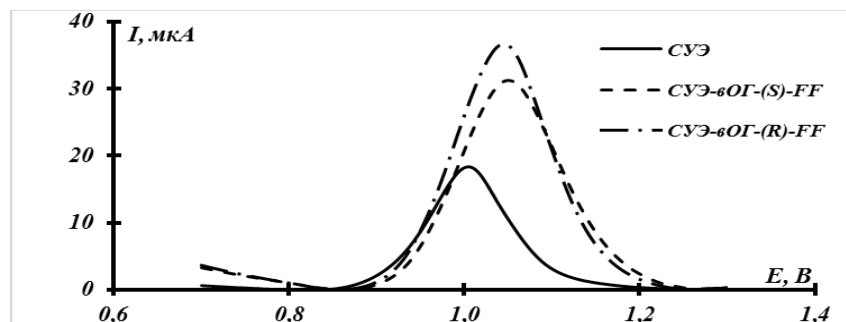
Рисунок 1 - Левофлоксацин

В настоящее время синтезированы первые образцы хиральных селекторов (рис.2). Проведена регистрация аналитического сигнала  $0.5 \cdot 10^{-3} \text{M}$  левофлоксацина на фоне буферного раствора Бриттона-Робинсона (ББР pH 4.2) на чистом (СУЭ) и модифицированном селекторами (СУЭ-воГ-(S)/(R)-FF) стеклоуглеродном электроде с помощью дифференциально-импульсной вольтамперометрии (ДИВ). На рис.3 видно, что сенсор с чувствительным слоем на основе восстановленного оксида графена и фуллерена, модифицированного R-селектором, имеет наибольший ток пика.



(R)-chloro- $C_{61}$ -formic acid (1-phenylethyl)-amide (S)-chloro- $C_{61}$ -formic acid (1-phenylethyl)-amide

Рисунок 2 - Хиральные селекторы



**Рисунок 3 - ДИВ  $0.5 \cdot 10^{-3} \text{M}$  левофлоксацина (ББР рН 4.2, скорость сканирования 30 мВ/с, амплитуда 75 мВ, время модуляции 75 мс)**

В дальнейших исследованиях планируется получить производные фуллерена с большим количеством активных хиральных центров, изучить их свойства и выявить среди них лидера для обеспечения максимальной чувствительности при количественном определении левофлоксацина.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Zilberg, R. A., Maistrenko, V. N., Zagitova, L. R., Guskov, V. Y., & Dubrovsky, D. I. Chiral voltammetric sensor for warfarin enantiomers based on carbon black paste electrode modified by 3,4,9,10-perylenetetra-carboxylic acid// Journal of Electroanalytical Chemistry. 2020. V.861. Article ID. 113986.
2. Zagitova L.R., Yarkaeva Y.A., Zagitov V.V., Nazyrov M.I., Gainanova S.I., Maistrenko V.N. Voltammetric chiral recognition of naproxen enantiomers by N-tosylproline functionalized chitosan and reduced graphene oxide based sensor // Journal of Electroanalytical Chemistry. 2022. V. Article ID. 116744
3. Майстренко В.Н. Энантиоселективные сенсоры / В.Н. Майстренко, Г.А. Евтюгин – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2022. – 81-82 с.
4. Christine F. Richardson, David I. Schuster, and Stephen R. Wilson. Synthesis and Characterization of Water-Soluble Amino Fullerene Derivatives// Organic Letters. 2000. V. 2. P. 1011-1014

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-73-00073, <https://rscf.ru/project/22-73-00073/>