**Высокоэффективные биосенсоры на основе глюкозодегидрогеназ, включенных в прямой биоэлектрокатализ с использованием наноструктур поли(азинов)**

***Александрович А.С.,1 Комкова М.А.2, Карякин А.А.2***

*Студент, 2 курс бакалавриата*

*1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*факультет наук о материалах, Москва, Россия*

*2Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail: alexandrovichas@my.msu.ru*

Возможность включения ферментов глюкозодегидрогеназ (ГДГ) в прямой биоэлектрокатализ (ПБЭК) делает их применение для электрохимических глюкозных биосенсоров более перспективным, чем ферментов оксидаз, работающих в присутствии медиаторов-переносчиков электронов. Одним из подходов к включению ГДГ в ПБЭК является со-иммобилизация фермента с проводящими наночастицами (как правило, углеродными наноматериалами), обеспечивающими эффективный перенос электрона. Другим перспективным подходом является ориентация фермента на подложке, несущей фрагменты ко-субстрата фермента. Наиболее эффективным вариантом является ориентация на поверхности полимера метиленового зеленого (поли(МЗ)). Для достижения предельной эффективности ПБЭК в работе предложено сочетать эти подходы, со-иммобилизуя с ферментом наноструктуры поли(МЗ).

Предложен электрохимический синтез коллоида полимерных наноструктур, которые могут быть иммобилизованы на поверхности электрода по методу drop-casting. Синтез наночастиц осуществляли на поверхности графитового электрода в ходе длительного циклирования потенциала (от 30 до 500 циклов), периодически подвергая электрод ультразвуковой обработке в реакционной смеси, аккумулируя тем самым образующиеся полимерные и олигомерные структуры в растворе. Согласно данным РЭМ, в ходе предложенного синтеза в реакционной смеси действительно образуются глобулярные структуры с размером 30-50 нм. Образование полимерных структур подтверждено методом квадратноволновой вольтампрометрии. По мере увеличения числа циклов развертки потенциала на вольтамперограммах более интенсивным становится пик в анодной области потенциалов, характерный для полимера МЗ.

Пирролхинолинхинон-зависимую ГДГ иммобилизовали на поверхности электродов, модифицированных наноструктурами поли(МЗ), путем адсорбции. Независимым подтверждением включения ГДГ в ПБЭК являются зарегистрированные полярографические волны. Потенциалы наблюдаемых полуволн каталитического окисления глюкозы (-60 мВ и 130 мВ) соответствуют последовательным редокс-превращениям пирролхинолинхинона и совпадают с потенциалами, полученными для ГДГ, включенной в ПБЭК посредством углеродных нанотрубок. Более выраженная полуволна при катодном потенциале говорит о преобладании ПБЭК по отношению к медиаторному переносу электрона, который должен наблюдаться при более анодных потенциалах, соответствующих окисленному полимеру.

Аналитические характеристики биосенсоров исследовали в режиме хроноамперометрии. Максимальный электрокаталитический ток для биосенсора с использованием наноструктур поли(МЗ) в оптимальных условиях составил 400 мкА·см-2, что в 2 раза больше, чем для полимера. Были оценены предельные электрокаталитические токи в присутствии и отсутствии диффузионно подвижного медиатора феназина метосульфата (ФМС), соотношение которых можно рассматривать в качестве критерия эффективности прямого биоэлектрокатализа. Для сенсоров на основе пленок полимера это соотношение составляет до 5.5, в то время как для сенсоров, созданных с использованием наночастиц поли(МЗ), оно достигает рекордных значений 2-3.

*Работа выполнена при поддержке гранта РНФ №21-73-10123.*