**Каталитические свойства железосодержащих нанозимов   
«искусственная пероксидаза»**

***Повага Е.С.1, Шнейдерман А.А.1, 2, Комкова М.А.2, Карякин А.А.2***

*Студентка, 1 курс бакалавриата*

*1Факультет наук о материалах МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

*2Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

*E-mail:* [*povagaelena01@gmail.com*](mailto:povagaelena01@gmail.com)

Пероксидаза является наиболее используемым ферментом, однако низкая стабильность при хранении ограничивает его практическое применение, что делает востребованной разработку «искусственной пероксидазы», в том числе нанозимов – наночастиц (НЧ) с ферментной активностью.В отличие от биокатализаторов, нанозимы устойчивы в широком диапазоне условий, обладают регулируемой каталитической активностью и большой площадью поверхности для модификации и биоконъюгации. Нанозимы находят применение в медицине и биотехнологии, в качестве электрокаталитических покрытий для изготовления биосенсоров, меток в иммуноанализе, контрастных веществ в диагностике и препаратов для противовоспалительной терапии. Поскольку пероксидаза является гем-содержащим ферментом, наибольший интерес среди ее миметиков представляют нанозимы на основе соединений железа.

Исследована электроактивность и электрокаталитическая активность нанозимов на основе берлинской лазури (БЛ), НЧ Fe3O4 и LiFePO4, адсорбированных на поверхности электрода. Показано, что редокс-переходы НЧ соответствуют положению потенциала полуволны электрокаталитического восстановления Н2О2 на их поверхности. Это указывает на то, что перечисленные материалы являются редокс-катализаторами, а протекание реакции восстановления Н2О2 определяется термодинамикой их редокс-превращений.

Для описания кинетики катализа нанозимами использовали подходы стационарной кинетики. Исследована кинетика реакции восстановления пероксида водорода, катализируемой НЧ Fe3O4, LiFePO4, БЛ и гемина в присутствии наиболее распространенных субстратов пероксидазы с различной восстановительной способностью: желтой кровяной соли (E0=0,205 В), пирокатехина (E0=0,358 В), о-фениленидиамина (E0=0,289 В) и 3,3', 5,5'-тетраметилбензидина (E0=0,503 В). Скорость реакции была определена методом спектрофотометрии по накоплению окрашенной формы субстрата. Было показано, что зависимость начальной скорости реакции от концентрации восстанавливающего субстрата – гиперболическая, а зависимость начальной скорости от концентрации нанозима – линейна и выходит из начала координат. Поэтому справедливо использовать уравнение Михаэлиса-Ментен, в соответствии с которым определены каталитические константы скорости реакции (kкат) для различных концентраций пероксида водорода. Показано, что электроактивность материала нанозима играет решающую роль в его каталитической активности: так, уменьшение редокс-потенциала материала нанозима на 40 мВ приводит к падению каталитической константы (в пересчете на единичный активный центр в составе нанозима) на 3 порядка величины. С другой стороны, для одного и того же материала нанозима увеличение редокс-потенциала субстрата на 150 мВ приводит к уменьшению каталитической константы почти на порядок величины.

В сравнении с другими исследованными железосодержащими нанозимами самую высокую каталитическую активность демонстрируют активные центры БЛ (kкат(K4[Fe(CN)6]) = 3.8 с-1). Такая высокая активность БЛ и огромное число активных центров на поверхности и в объёме НЧ на её основе определяют их рекордные каталитические константы. Так, каталитические константы по ЖКС для НЧ с d = 32 нм в 35 раз больше, чем для природного фермента пероксидазы.