

УДК 535.343.32

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА И ПЛАЗМОННЫХ НАНОЧАСТИЦ НА ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНТНУЮ РЕАКЦИЮ ЛЮМИНОЛА

Кононов Д.В. (ИТМО), Бородин Л.Н. (ИТМО), Батуева Е.А. (ИТМО), Дададжанов Д.Р. (ИТМО)

Научный руководитель - PhD, старший научный сотрудник Дададжанов Д.Р. (ИТМО)

Введение. Совершенствование методов раннего выявления онкологических и воспалительных заболеваний, а также детектирования патогенных микроорганизмов, является актуальной задачей современной биомедицины. Одним из значимых маркеров патологических процессов выступает повышенное образование активных форм кислорода (АФК) [1]. В качестве метода детектирования применяют хемилюминесцентные сенсоры, однако слабая собственная хемилюминесценция хемилюминофоров требует либо увеличения концентрации аналита, либо разработки более чувствительных методов регистрации сигнала [2]. Для повышения чувствительности анализа перспективным направлением является использование вспомогательных катализаторов, например, ионов металлов, либо металлических наночастиц, которые могут играть наноантенны [3]. Целью данной работы является изучение хемилюминесцентной реакции люминола при окислении гипохлоритом натрия в присутствии смешанных растворов серебряных наночастиц и ионов железа в различных соотношениях.

Основная часть. Серебряные наночастицы были получены методом восстановления нитрата серебра цитратом натрия. Цитрат натрия играет роль как восстановителя и стабилизатора поверхности. Использование серебряных наночастиц обусловлено эффективным перекрытием спектра поглощения со спектром хемилюминесценции люминола. Выполнение этого условия может способствовать изменению дипольного момента перехода излучения и, впоследствии, увеличению скорости излучательной рекомбинации. [4]. В качестве химического катализатора использовались ионы железа (Fe^{+}), полученные путём растворения сульфата железа (II) в деионизованной воде. Средний размер серебряных наночастиц 13 нм определен с помощью теории Ми и хорошо согласуется с экспериментальными результатами по гидродинамическому радиусу, измеренным с помощью динамического светорассеяния (13 нм).

Общая характеристика оптических свойств серебряных наночастиц в коллоидном состоянии выполнялась при помощи спектрофотометра ЛОМО СФ-56. Кинетика хемилюминесценции измерялась при помощи счётчика фотонов Hamamatsu H11890. Регистрация кинетики хемилюминесценции проводилась следующим образом: в 150 мкл смеси водных растворов люминола (100 мкл), ионов железа (25 мкл) и серебряных наночастиц (25 мкл), вводился аналит – раствор гидроксида натрия ($pH=7$) и гипохлорита натрия с разной концентрацией от 0.1 до 0.9 мМ. При смешивании аналита с хемилюминофором наблюдалось свечение синего цвета, которое фокусировалось на светочувствительной области счётчика фотонов.

Выводы. Были измерены спектры поглощения серебряных наночастиц в коллоидном состоянии. Была установлена зависимость хемилюминесценции люминола от значения концентрации гипохлорита натрия при нейтральном pH=7. Было продемонстрировано возможность усиления хемилюминесценции при помощи совместного использования плазмонных наночастиц и ионов металлов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда № 23-72-00045

Финансирование исследования выполнено при поддержке НИРСИИ Университета ИТМО (проект №640098, Развитие новых подходов программируемой нанофотоники на основе эффекта плазмон-индуцированной ближнепольной полимеризации).

Список использованных источников.

1. Preiser J.C. Oxidative stress // JPEN. Journal of parenteral and enteral nutrition, – 2012. – №36(2). – P.147–154.
2. Nakano M. Detection of Active Oxygen Species in Biological Systems // Cellular and Molecular Neurobiology – 1998. – №18(6). – P.565–579.
3. Klopff L.L., Nieman T. A. Effect of iron (II), cobalt (II), copper (II), and manganese (II) on the chemiluminescence of luminol in the absence of hydrogen peroxide // Analytical Chemistry. – 1983. – №. 55(7). – P. 1080-1083.
4. Кононов Д.В., Палехова А.В., Дададжанов Д.Р., Вартамян Т.А., Леонов Н.Б., Букатин А.С., Филатов Н. Металл-усиленная хемилюминесценция люминола в микрофлюидной системе с осажденными в вакууме наночастицами серебра // Оптика и спектроскопия - 2024. - Т. 132. - № 12. - С. 1300-1304