

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ МИКРОФЛЮИДНОГО ЧИПА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СМЕШИВАНИЯ И ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНЦИЮ ЛЮМИНОЛА В БЛИЖНЕМ ПОЛЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ

Симоненко Г. Р. (ИТМО)

Научный руководитель – с.н.с., Вартамян Т.А. (ИТМО)

Введение. Разработка методов раннего выявления онкологических заболеваний, воспалительных процессов и опасных патогенных микробных форм является важной задачей современной медицины. Одним из признаков наличия многих социально значимых заболеваний является повышенное продуцирование активных форм кислорода (АФК) [1]. Обнаружить АФК можно, например, с помощью хемилюминесцентных методов. Однако, из-за слабости собственной хемилюминесценции (ХЛ) биосовместимых хемилюминофоров для регистрации ХЛ требуется большое количество аналита, либо применение громоздких высокочувствительных приемников [2]. Для повышения чувствительности хемилюминесцентных сенсоров и сокращения необходимого объема пробы можно использовать чипы с микрофлюидными каналами, покрытыми металлическими наночастицами, обладающими плазмонными свойствами. В таком чипе происходит смешивание всех реагентов и усиление хемилюминесценции за счет эффекта Парселла.

Целью работы является определение оптимальной конструкции микрофлюидного чипа для регистрации плазмон-индуцированной хемилюминесценции.

Основная часть. Интенсивность ХЛ в микрофлюидных чипах зависит от равномерности распределения и степени перемешивания растворов хемилюминофора, наночастиц и окислителя в реакционной смеси. Характеристики процесса перемешивания существенно влияют на эффективность метода.

Чипы были изготовлены из полидиметилсилоксана на стеклянной подложке. Для улучшения перемешивания растворов взаимодействующих веществ в микрофлюидном канале были протестированы три типа миксеров: «барьер», «ёлочка» и «инвертированная ёлочка».

Оценка качества смешивания проводилась двумя способами: визуальное наблюдение за окрашенными жидкостями с помощью оптического микроскопа и регистрация ХЛ. В ходе визуального анализа с помощью шприцевого насоса в чип подавались спиртовые растворы двух различающихся по цвету красителей и их поведение отслеживалось по всей длине канала.

Исследование кинетики ХЛ выполнялось с использованием фотоэлектронного умножителя Hamamatsu H11890 и проводилась следующим образом: с помощью шприцевого насоса раствор хемилюминофора с добавлением серебряных наночастиц, и раствор гипохлорита натрия в щелочной среде, объёмами 150 μL , одновременно вводились в микрофлюидный чип через тонкие пластиковые трубочки. В качестве хемилюминофора использовался люминол. Наночастицы серебра были синтезированы методом лазерной абляции с использованием импульсного Nd:YAG-лазера.

Выводы. Сравнение изображений с оптического микроскопа и данных с фотоумножителя позволило определить влияние конструкции смесителя в микрофлюидном канале на хемилюминесценцию:

1. В чипе с барьерной конструкцией смесителя смешивание окрашенных жидкостей практически не происходило. Это коррелировало с минимальной интенсивностью хемилюминесцентного сигнала.

2. В конструкции смесителя «перевернутая ёлочка» наблюдалось частичное смешивание и, как следствие, незначительный рост интенсивности хемилюминесценции.

3. Конструкция «ёлочка» продемонстрировала наиболее полное смешивание окрашенных жидкостей и, как следствие, максимальную интенсивность хемилюминесценции хемилюминофора.

Использование в процессе серебряных наночастиц позволяло увеличить сигнал хемилюминесценции в несколько раз.

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

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.