

Квантовые точки на основе графена как флуоресцентные рН-сенсоры для применения во время разрешенном биоимиджинге

Байгильдин В.А.¹, Павлов А.В.¹, Туник С.П.¹

v.baygildin@spbu.ru

¹ Институт химии, СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия

Оптический биоимиджинг, основанный на применении люминесцентных зондов, широко используется в качестве высокочувствительного неинвазивного метода на различных уровнях: от маркировки и идентификации отдельных биомолекул и клеточных компартментов до визуализации метаболических процессов в живых организмах. Так, любой метаболический процесс во внутриклеточном пространстве протекает с изменением рН микроокружения, что обуславливает значимость отслеживания этого параметра в режиме реального времени. Например, рН межклеточного пространства здоровых клеток составляет 7.3-7.4, в то время как рН у раковых клеток слегка закислено и равняется 6.5-6.9. Также наблюдается вариативность рН во внутриклеточном пространстве в зависимости от компартмента: ядро и эндоплазматический ретикулум обладают рН ≈ 7.2 , в эндосомальных структурах и лизосомах варьируется от 4.7 до 6.3, митохондрии существуют при рН 7.8, а аппарат Гольджи при 6.0-6.7 [1, 2].

Для картирования/мониторинга внутриклеточного рН наиболее перспективными подходами являются методы оптического зондирования с временным разрешением, основанные на изменении времени жизни возбужденных состояний, поскольку результаты измерений не зависят от оптических свойств среды и концентрации эмиттеров. Среди флуоресцентных сенсоров, основанных на времени жизни, наиболее исследованными кандидатами можно выделить зеленые флуоресцентные белки и производные флуоресцеина. Однако их основным ограничением является низкая чувствительность времени жизни: не более нескольких десятых наносекунды на единицу рН, что не позволяет достоверно и с хорошей точностью верифицировать кислотность среды.

Для решения обозначенной проблемы были получены водорастворимые квантовые точки на основе графена (гКТ). Водорастворимость гКТ обуславливалась наличием «краевых» функциональных групп (амино- и карбоксильных), которые также обеспечивали чувствительность как флуоресценции, так и времени жизни возбужденного состояния к рН среды. Фотофизические эксперименты продемонстрировали, что чувствительность времени жизни возбужденного состояния гКТ составляет ~ 1 нс на единицу рН. Биологические исследования продемонстрировали равномерное распределение нефункционализированных гКТ во внутриклеточном пространстве с четкой дифференциацией времени жизни в зависимости от клеточного компартмента.

Ссылки

1. J.R. Casey, S. Grinstein, J. Orlowski, Nat. Rev. Mol. Cell Biol (2010), **11**, 50.
2. T. Bus, A. Traeger, U.S. Schubert, J. Mater. Chem. B (2018), **6**, 6904.