

Гибридные фотосенсибилизаторы на основе фталоцианинов и квантовых точек: эффекты комплексообразования

Научный руководитель – Пащенко Владимир Захарович

Гвоздев Даниил Александрович

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет, Кафедра биофизики, Москва, Россия

E-mail: danil131054@mail.ru

Фталоцианины (ФЦ) в настоящее время активно используются в фотодинамической терапии раковых заболеваний. Металлокомплексы фталоцианинов относятся к фотосенсибилизаторам второго поколения и имеют высокие фотодинамические характеристики. В растворе при освещении красным светом ФЦ с большой скоростью генерируют активные формы кислорода, в первую очередь, синглетный кислород. Одним из способов усиления фотодинамической активности фотосенсибилизаторов является увеличение их поглощающей способности. С целью повысить эффективное сечение поглощения ФЦ в литературе все чаще исследуются гибридные комплексы фталоцианинов с наночастицами, например, полупроводниковыми квантовыми точками (КТ). Наиболее распространенные квантовые точки представляют собой многослойные нанокристаллы диаметром 5-10 нм, находящиеся в воде в виде коллоидного раствора. Поглощая сине-зеленый свет с коэффициентами экстинкции порядка $10^5 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$ и флуоресцируя с высоким квантовым выходом и временем жизни, КТ являются прекрасными донорами энергии для фотосенсибилизаторов, осуществляя перенос энергии по механизму Ферстера. Тем не менее, взаимное влияние компонентов таких гибридных комплексов изучено достаточно фрагментарно. В частности, не до конца разобран вопрос об изменении оптических свойств фталоцианинов непосредственно при взаимодействии с КТ, хотя это явление в значительной степени определяет эффективность переноса энергии в системах донор-акцептор.

В нашей работе мы использовали отрицательно заряженные CdSe/ZnS квантовые точки, а также поликатионные фталоцианины алюминия. В экспериментальной части применяли методы оптической спектроскопии и флуоресцентной спектроскопии высокого временного разрешения, были проведены исследования образования синглетного кислорода в растворах ФЦ и гибридных комплексов КТ-ФЦ. Было установлено, что при образовании комплекса с квантовыми точками меняются многие оптические свойства фталоцианинов. В частности, наблюдается длинноволновое смещение пика поглощения и флуоресценции ФЦ, снижение оптической плотности и интенсивности флуоресценции, причем величина эффекта имеет сложную зависимость от типа используемых КТ и заряда молекулы фталоцианина. Изменения оптических характеристик ФЦ соответствуют изменению их фотодинамических свойств, изученных путем измерения скорости генерации синглетного кислорода фталоцианинами в контроле без КТ и в комплексе с квантовыми точками.

Также нами проведена характеристика структурных и оптических свойств нанокристаллов с помощью флуоресцентной спектроскопии, просвечивающей электронной микроскопии и масс-спектрометрии. В результате был выявлен ряд параметров КТ, с которыми могут быть связаны наблюдаемые изменения свойств ФЦ.