

ФОСФОРЕСЦЕНЦИЯ ИНДИЕВОГО КОМПЛЕКСА ЭТИОПОРФИРИНА-I ПРИ НИЗКОЙ И КОМНАТНОЙ ТЕМПЕРАТУРАХ

П. П. Першукевич¹, С. М. Арабей², Е. Д. Рычихина³, П. А. Стужин³

¹Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси, Минск, Беларусь

²Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь

³Ивановский государственный химико-технологический университет, Иваново,
Россия

Порфирины и фталоцианины в триплетном состоянии очень эффективно реагируют с кислородом в растворах и полимерах при атмосферном давлении, что проявляется по сокращению времени жизни T_1 -состояния и уменьшению квантового выхода фосфоресценции. Тушение и изменение длительности фосфоресценции красителей под действием кислорода уже используется для количественного определения содержания O_2 в различных средах, применяется для диагностики и клинической оценки различных заболеваний [1, 2]. В качестве фосфоресцирующих зондов чаще всего выбираются комплексы планарных бензо- или нафтозамещенных порфиринов с Pd и Pt, которые при 298 К в системах *in vitro* с малым содержанием O_2 (или в средах, содержащих анионные ПАВ для удаления кислорода) обладают надежно регистрируемым сигналом фосфоресценции. В системах *in vivo*, для которых трудно обеспечить деоксигенирование, фосфоресценция большинства красителей при комнатной температуре полностью потушена. Поэтому актуальным является поиск фосфоресцирующих при атмосферном давлении и 298 К молекулярных зондов, способных обеспечить измерения содержания молекулярного кислорода в биологических системах по методикам [1, 2].

В работе [3] обнаружена и исследована фосфоресценция комплекса этиопорфирина-I с индием (In-EtioP-I) в чистых и смешанных толуольных растворах. Установлено, что интегральная интенсивность фосфоресценции In-EtioP-I в смеси толуола с диэтиловым эфиром при 77 К, превышает интегральную интенсивность флуоресценции в 26,1 раза, что является максимальным значением для комплексов данного типа. При 298 К наблюдается высокий квантовый выход генерации синглетного кислорода (до ~60%), указывая на эффективный процесс заселения T_1 -состояния In-EtioP-I и последующий перенос энергии на кислород, с полным тушением фосфоресценции. При внедрении In-EtioP-I в полимерную пленку поливинилбутираля, где скорость диффузии кислорода в объеме полимера более замедленная, чем в растворах, а структура используемого полимера близка к структуре линейных полимеров молекул белков, при 298 К обнаружена слабая фосфоресценция индиевого комплекса этиопорфирина-I с максимумом при ~710 нм (возбуждение в полосе Soret). Спектральные данные при комнатной температуре демонстрируют принципиальную возможность использования In-EtioP-I для непосредственного определения содержания кислорода в биотканях, основанную на способности O_2 тушить фосфоресценцию экзогенных зондов [1, 2, 4].

Библиографические ссылки

1. *Wilson D. F., Vinogradov S. A.* Tissue oxygen measurements using phosphorescence quenching. Handbook of Biomedical Fluorescence. Ed. by Mycek M.-A., Pogue B.W. Biochemistry, Boca Raton: SRC, Taylor & Francis Group, 2003. – P. 637–662.
2. *Apreleva S. V., Wilson D. F., Vinogradov S. A.* Tomographic imaging of oxygen by phosphorescence lifetime // *Applied Optics*. 2006. Vol. 45, iss. 33. P. 8547–8559.
3. Luminescence of In(III)Cl-etioporphyrin-I / A. I. Koptyaev [et al.] // *Int. J. Molec. Sciences*. 2023. Vol. 24, iss. 20. P. 15168.
4. *Dunphy I., Vinogradov S. A., Wilson D. F.* Oxyphor R2 and G2: phosphors for measuring oxygen by oxygen-dependent quenching of phosphorescence // *Analytical Biochemistry*. 2002. Vol. 310, iss. 2. P. 191–198.