

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОСОМАЛЬНОЙ ФОРМЫ ИНДОТРИКАРБОЦАНИНОВОГО КРАСИТЕЛЯ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Д. С. Тарасов, М. П. Самцов, К. Н. Каплевский, Е. С. Воропай,
А. П. Луговский, А. И. Хмельницкий

Институт прикладных физических проблем им. А. Н. Севченко БГУ,
Минск

E-mail: dmitrij-tarasov@list.ru

Полиметиновые красители (ПК) являются перспективными фотосенсибилизаторами для фотодинамической терапии рака и оптической диагностики локализации опухолей, что подтверждается рядом исследований [1, 2]. Разработка фотосенсибилизаторов для ФДТ на основе полиметиновых красителей предполагает оптимизацию структуры молекул. Одной из актуальных задач является повышение их биосовместимости. В связи с этим в лаборатории спектроскопии создан водорастворимый краситель с двумя привитыми цепочками гидрофильного и биосовместимого полиэтиленгликоля. В результате такой модификации получен краситель с хорошей растворимостью в водных растворах (не менее $1,5 \times 10^{-3}$ М).

В спектрах поглощения красителя в воде в основной полосе наблюдается два выраженных максимума (рис. 1, *a*). Разбавление раствора приводит к уменьшению поглощения в коротковолновом максимуме $\lambda = 658$ нм и соответствующему росту в длинноволновом $\lambda = 706$ нм. При этом происходит относительно небольшое смещение длинноволнового максимума с $\lambda = 706$ нм на $\lambda = 708$ нм. В семействе спектров поглощения при изменении концентрации красителя в диапазоне $10^{-5} \div 10^{-7}$ М наблюдается пересечение кривых в одной точке. Наличие изобестической точки свидетельствует о том, что в растворе присутствует два типа поглощающих центров, коэффициенты поглощения которых на данной длине волны совпадают. При разбавлении раствора до концентраций ниже $0,5 \times 10^{-6}$ М не происходит деформаций спектр поглощения, а коротковолновый максимум основной полосы поглощения теряет признаки экстремума. На основании этих данных сделано заключение, при концентрации красителя менее $C_{кр} = 0,5 \times 10^{-6}$ М в спектре поглощения проявляется преимущественно одна компонента. Для малоконцентрированных растворов спектр флуоресценции исследованного красителя не зависит от длины волны возбуждения и спектр приблизительно зеркально-симметричен поглощению длинноволновой компоненты. Так как катионные полиметиновые красители склоны к образованию в водных средах нелюминесцирующих агрегатов Н-типа [3], то можно заключить, что в

водном растворе исследуемый краситель присутствует в виде смеси мономеров и ассоциатов. В разбавленных растворах полиметиновые красители находятся в виде мономеров, в форме свободных ионов или контактных ионных пар, образованных с противоионом красителя [4]. На основании известного спектра поглощения одной из компонент можно рассчитать спектр поглощения второй, а из анализа данных по спектрам поглощения мономеров и ассоциатов можно найти степень ассоциации красителя (рис. 1, в) [5]. Так же можно оценить агрегационное число (порядок ассоциатов) [6], которое для исследованного ПК в водных растворах в диапазоне концентраций $10^{-5} \div 10^{-7}$ М составило $n=(2,06 \pm 0,03)$. При концентрациях выше 10^{-5} М пропадает выраженная изобестическая точка, т. е. раствор становится многокомпонентной системой (рис. 1, а).

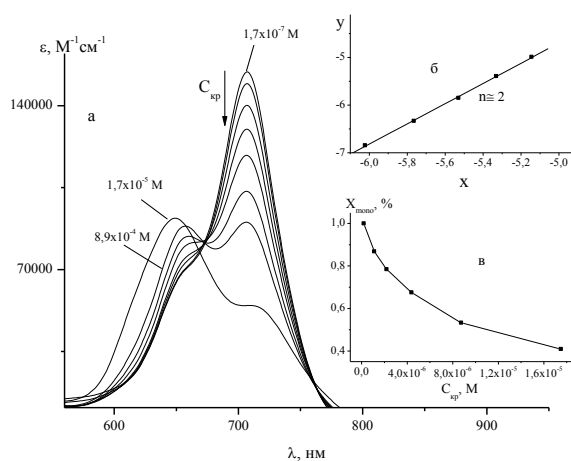


Рис. 1. а) Спектры поглощения ПК в водных растворах при различных концентрациях; б) Расчет агрегационного числа ассоциатов ПК, где $X = \lg\left(\frac{D}{\varepsilon_M l}\right)$ и $Y = \lg\left(C_0 - \frac{D}{\varepsilon_M l}\right)$;

в) Степень ассоциации ПК в водном растворе от концентрации красителя

В работе проведено исследование спектрально-люминесцентных свойств водорастворимого индотрикарбозианинового красителя с полиэтиленгликолями в водных растворах. Установлено, что краситель обладает хорошей растворимостью в воде (не менее $1,5 \times 10^{-3}$ М), водный раствор красителя в диапазоне концентраций $10^{-5} \div 10^{-7}$ М представляет собой смесь мономеров и димеров, степень ассоциации не превышает 60%.

1. Istomin Y. P. et al. // Experimental oncology. 2006. Vol. 28, № 1. P. 80–82.
2. Rao J. et. al. // Curr. Opin. in Biotechnol. 2007. Vol. 18. P. 17–25.
3. Иценко А. А. и др. // Докл. АН УССР. Сер. Б. 1988. Т. 44, №2. С. 46–49.
4. Reichardt C. Solvents and Solvent Effects in Organic Chemistry, Third Edition. // Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2003.
5. Левшин Л. В., Салецкий А. М. Люминесценция и ее измерения: Молекулярная люминесценция. – М. Изд-во МГУ, 1989. 272 с.
6. Чибисов А. К. // Химия высоких энергий. 2007. Т. 41, №3. С. 239–248.