

УДК 535.321

ВТОРИЧНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ХИРАЛЬНЫХ (ЗЕРКАЛЬНО-СИММЕТРИЧНЫХ) ФАЗ АМИНОКИСЛОТ

В. С. Горелик¹, Е. Ю. Нечаева

Приведены спектры фотолюминесценции хирально-чистых фаз и рацемата ароматической аминокислоты и белка альбумина в твердотельном состоянии. Возбуждение спектров фотолюминесценции осуществлялось импульсно-периодическим ультрафиолетовым излучением с длиной волны 266 нм при средней мощности 10 мВт. Обнаружено существенное различие в спектрах фотолюминесценции зеркально-симметричных фаз триптофана и рацемической фазы этой аминокислоты. Разработанная методика может быть использована для диагностики хирального состояния ароматических аминокислот и белков, важного для жизнедеятельности организмов.

Ключевые слова: триптофан, белок, хиральное состояние, рацемат, спектр, генерация, ультрафиолетовое излучение.

В работе ставилась задача анализа спектров фотолюминесценции (ФЛ) хиральных фаз аминокислот L, D и LD-триптофана, а также белка альбумина. Решение такой задачи представляет интерес для диагностики хирального состояния аминокислот и белков, играющего важную роль в жизнедеятельности биологических структур. Для решения поставленной задачи в качестве источника возбуждающего излучения при регистрации спектров ФЛ использовалась четвёртая гармоника (266 нм) импульсно-периодического лазера YAG:Nd³⁺, генерирующего излучение со средней мощностью 10 мВт при частоте следования наносекундных импульсов генерации 2–3 кГц.

Рис. 1–3 иллюстрируют полученные спектры фотолюминесценции хирально-чистых (L и D) фаз и рацемической фазы (DL) триптофана, находящихся в виде поликристаллического порошка. Как видно, эти спектры существенно отличаются друг от друга.

Физический институт им. П. Н. Лебедева Российской академии наук.

¹ E-mail: gorelik@sci.lebedev.ru

Спектр ФЛ L-триптофана (рис. 1) сдвинут в коротковолновую область по отношению к D-триптофану (рис. 2). Кроме того, в спектре ФЛ L-триптофана наблюдается дополнительная полоса в области 640–720 нм, обусловленная проявлением триплетного состояния. Спектр DL-триптофана (рис. 3) сдвинут в длинноволновую область и наблюдается в диапазоне 350–600 нм. При этом максимум интенсивности наблюдается на длине волны 446 нм, что существенно отличается от соответствующего значения для спектров ФЛ хирально-чистых фаз (см. рис. 1 и 2).

Рис. 4 иллюстрирует спектр ФЛ белка альбумина, также находящегося в твердотельном состоянии. Как видно из этого рисунка, в спектре ФЛ альбумина обнаруживается интенсивный пик с максимумом на длине волны 351 нм, близкой к соответствующему значению для L-триптофана (см. рис. 1).

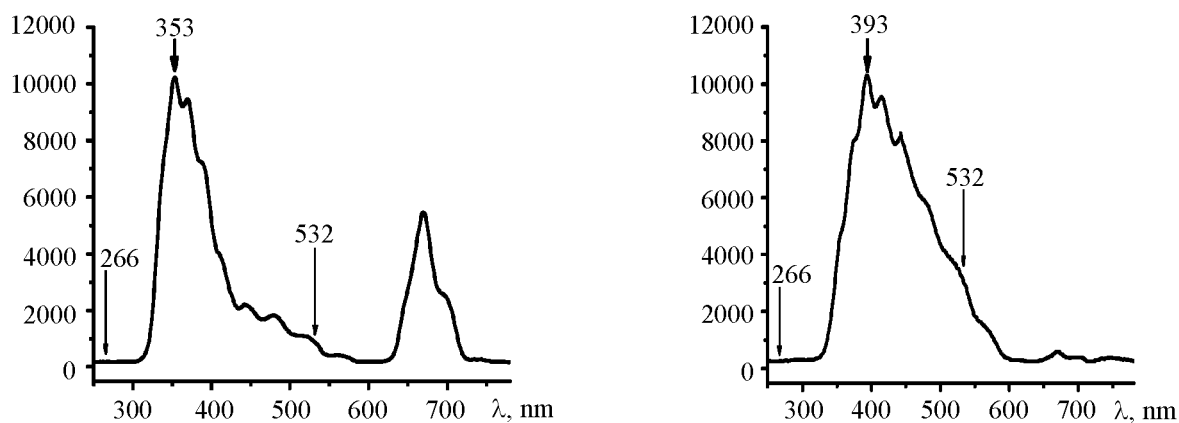


Рис. 1: Спектр ФЛ L-триптофана. Время экспозиции – 512 мс.

Рис. 2: Спектр ФЛ D-триптофана. Время экспозиции – 1 с.

Таким образом нами установлено, что используемая методика регистрации спектров ФЛ ароматической аминокислоты триптофана позволяет проводить диагностику типа хирального состояния этой аминокислоты. В частности оказывается возможным установить различие между D и L хирально-чистыми фазами триптофана и надёжно регистрировать присутствие рацемической фазы в анализируемом объекте. Кроме того, анализ спектра ФЛ белка альбумина показал, что главный вклад в его спектр ФЛ вносит ароматическая аминокислота триптофан, хиральное состояние которой близко к чистому триптофану. Полученные результаты представляются важным для приложений, так как введение D и DL хиральных фаз в живые организмы может приводить к нарушению процессов метаболизма и патологиям.

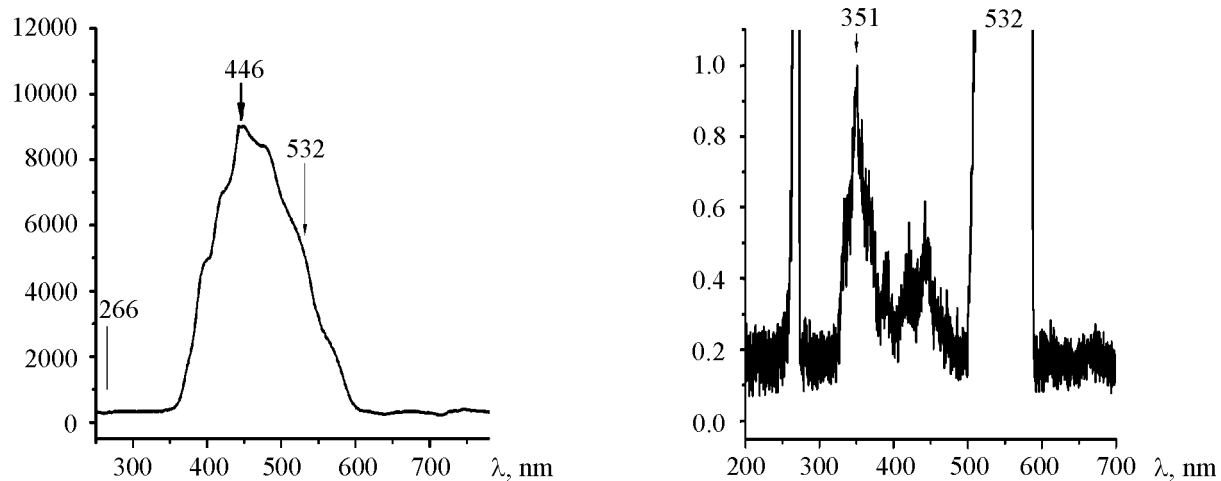


Рис. 3: Спектр ФЛ DL-триптофана. Время экспозиции – 1 с.

Рис. 4: Спектр ФЛ альбумина. Время экспозиции – 7 с. Максимумы интенсивности с длинами волн 266 и 532 нм соответствуют лазерному излучению.

В целом на основании выполненной работы можно сделать вывод о том, что разработанная методика регистрации спектров ФЛ ароматических аминокислот и белков, основанная на использовании в качестве возбуждающего излучения четвертой гармоники импульсно-периодического лазера YAG:Nd^{3+} , является весьма перспективной для установления типа хирального состояния ароматических аминокислот и белков, важного с точки зрения жизнедеятельности организмов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ; гранты №№ 08-02-00114, 09-02-00582, 10-02-00293, 10-02-90042, а также Программы № 27 Президиума РАН «Основы фундаментальных исследований нанотехнологий и наноматериалов».

Л И Т Е Р А Т У Р А

- [1] V. S. Gorelik and L. I. Zlobina, Journal of Russian Laser Research **17**(2),119 (1996).

По материалам 3 Всероссийской молодежной школы-семинара «Инновационные аспекты фундаментальных исследований по актуальным проблемам физики», Москва, ФИАН, октябрь 2009 г.

Поступила в редакцию 27 апреля 2010 г.