

А. К. КУКУШКИН

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ДОЛГОВРЕМЕННУЮ ИНДУКЦИЮ ФЛЮОРЕСЦЕНЦИИ ЗЕЛЕННОГО ЛИСТА

При наблюдении флуоресценции зеленого листа и водорослей отмечаются так называемые индукционные явления, т. е. изменения флуоресценции во времени. Долговременные индукционные изменения флуоресценции фотосинтезирующих организмов (вторая волна индукции [1, 2, 3]) имеют довольно сложный характер: в начале освещения флуоресценция достигает максимума (примерно за 40 сек для хлореллы (1)), затем спадает в несколько минут до стационарного уровня.

В настоящее время принято, что эти изменения связаны с фотофосфорилированием. Фотофосфорилирование — это процесс, в результате которого энергия света превращается в химическую энергию гидролиза АТФ (аденозинтрифосфатной кислоты, универсального «аккумулятора» энергии в живых организмах). Так, Стрелером на

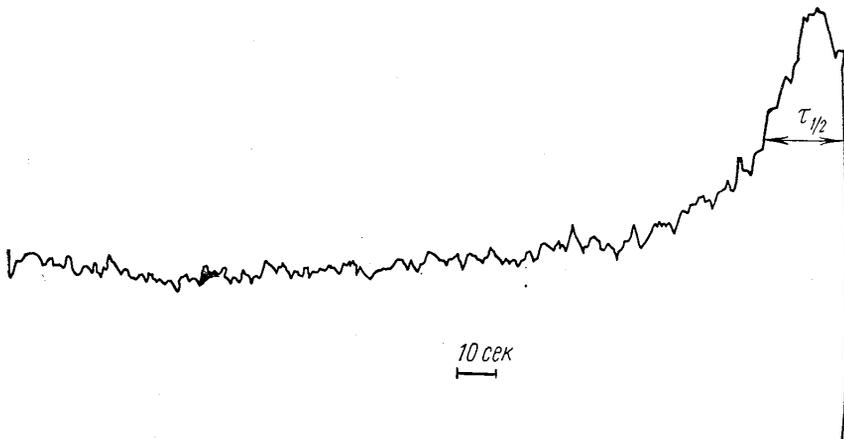


Рис. 1

хлорелле [4] была установлена корреляция между содержанием АТФ и ходом кривой индукции флуоресценции, а в работах [1, 2] было обнаружено влияние ингибиторов электронного транспорта и разобщителей фотофосфорилирования на характер индукции. Однако не ясно, как и на каком этапе фотофосфорилирование связано с флуоресценцией. Поэтому мы решили исследовать влияние различных, в основном температурных, воздействий на индукцию флуоресценции зеленого листа.

Методика. Объектами служили свежие зеленые листья различных комнатных растений (китайской розы, традесканции и др.). Возбуждение флуоресценции в синей области производили кинолампой мощностью 500 *вт* через тепловой и стеклянные фильтры СЗС-20 и СЗС-22. Мощность, падающая на образец, составляла около 1000 *эрг/сек*. В качестве монохроматора в установке использовали монохроматор спектрофотометра СФ-4 с фотоумножителем ФЭУ-38. Сигнал ФЭУ усиливали усилителем постоянного тока и подавали на записывающий электронный потенциометр. Постоянная времени установки составляла 0,5 *сек*. Как правило, флуоресценция регистрировалась на длине волны 736 *нм* во втором максимуме кривой флуоресценции. При наблюдении на длине волны 680 *нм* результаты были те же. Опыт ставили следующим образом: образец адаптировали в темноте 10 *мин*, затем давали возбуждающий свет и начинали запись интенсивности флуоресценции во времени.

Результаты и обсуждение. На рис. 1 представлена типичная кривая индукции флуоресценции листа традесканции, момент включения света отмечен стрелкой. Среднее время спада флуоресценции $\tau_{1/2}$ составляло (28 ± 11) *сек*. По данным работы [2], $\tau_{1/2}$ для хлореллы составляет 2—4 *мин*, что сильно отличается от наших данных. Это значит, что в наших условиях опыта система фотофосфорилирования в

зеленом листе менее инерционна, чем у хлореллы. В настоящее время трудно говорить с причине такого различия. На рис. 2 представлены кривые индукции флуоресценции нормального зеленого листа (1) и того же листа, но после глубокого охлаждения

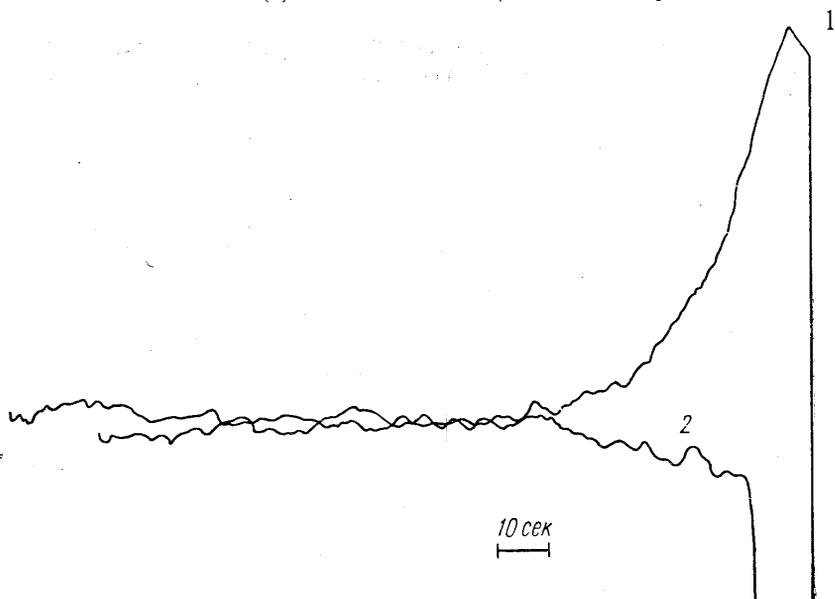


Рис. 2

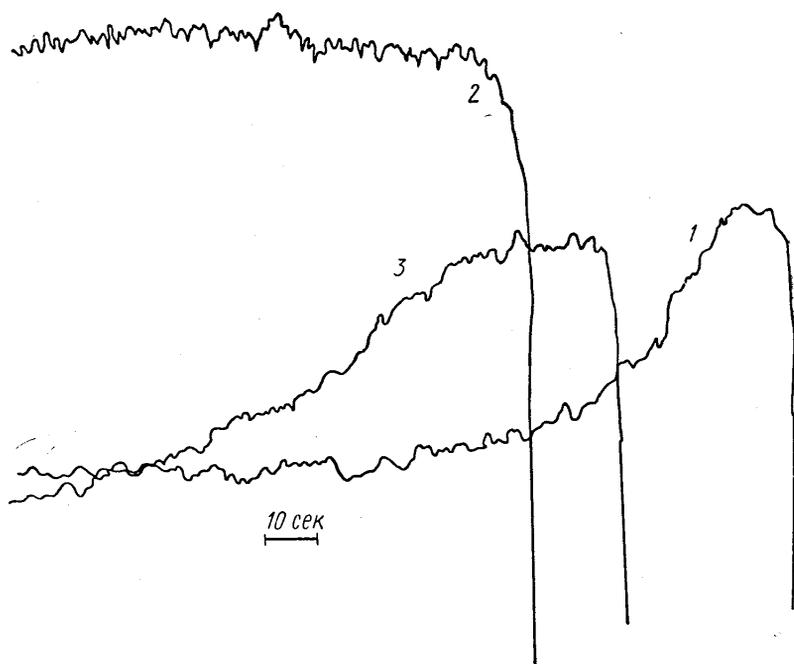


Рис. 3

(2 мин при 77°K) (2); в обоих случаях кривая индукции снималась при 20°С. Кривая показывает, что такое охлаждение уменьшало подъем и полностью уничтожало длительный спад флуоресценции.

Обычная кривая индукции в этом случае уже не восстанавливалась; она также не восстанавливалась после пятиминутного охлаждения до $9\div-8^{\circ}\text{C}$. Действие высоких температур (10 мин при 100°C) аналогично.

Долговременный спад флуоресценции исчезает необратимо. Весьма интересно действие на временной ход флуоресценции охлаждения листа до $0-1^{\circ}\text{C}$. На рис. 3 представлена индукция флуоресценции нормального листа при 20°C (кривая 1) и листа, температура которого была понижена в конце темновой адаптации и при измерении составляла $0-1^{\circ}\text{C}$ (погружение в воду со льдом) (кривая 2); флуоресценция того же листа, но уже вновь при температуре 20°C показана на кривой 3. Видно, что при $0-1^{\circ}\text{C}$ спада не наблюдается, а при нагревании до нормальной температуры лист показывает обычную кривую индукции. Рассмотрим два типа влияний экстремальных условий на временной ход флуоресценции (или фотофосфорилирования): структурный, — когда при изменении структуры меняется выход флуоресценции, «неактивный хлорофилл переходит в активный» [2] и кинетический, когда при изменении внешних условий меняются скорости химических реакций (возможно, фосфорилирование), что приводит к изменениям в интенсивности флуоресценции.

На рис. 3 (кривая 2) видно, что спад флуоресценции исчезает при понижении температуры до $0-1^{\circ}\text{C}$, в то же время, как показано специальными опытами, $\tau_{1/2}$ меняется относительно мало в интервале температур от 20 до 5°C . Кроме того, выход флуоресценции как функции температуры в районе 0°C меняется слабо. Поэтому нам кажется более вероятным объяснить резкие изменения временного хода флуоресценции при 0°C кинетическими, а не структурными причинами. В дальнейшем, изучая изменения длительной индукции флуоресценции в широком интервале температур, мы надеемся выяснить механизм связи между индукцией и фотофосфорилированием.

Автор благодарен проф. Л. А. Блюменфельду за постоянное внимание к работе и ценные советы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Parageorgiou G., Govingjee. Biophys. J., 8, 1299, 1968.
2. Parageorgiou G., Govinjee. Biophys. J., 8, 1316, 1968.
3. Рабинович Е. Фотосинтез, т. 3. М., ИЛ, 1953.
4. Strehler V. L. Arch. Biochem. Biophys., 43, 67, 1953.

Поступила в редакцию
25.I 1971 г.

Кафедра
биофизики

УДК 537.226:16.04

Е. К. ЗАХАРОВА, В. Г. ЗУБОВ, Л. П. ОСИПОВА

ОБ ИЗМЕНЕНИИ ИНТЕНСИВНОСТИ ЛИНИЙ СПЕКТРА КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ α -КВАРЦА ПРИ ОБЛУЧЕНИИ БЫСТРЫМИ НЕЙТРОНАМИ

Интенсивность линий в спектрах комбинационного рассеяния (СКР) является одной из основных характеристик, чувствительных к структурным изменениям. В работах [1—3, и 6] было показано, что при облучении кристаллического кварца быстрыми нейтронами интенсивность линий СКР значительно изменяется.

В настоящей работе получены количественные данные об изменении интенсивности линий в СКР α -кварца, вызванного облучением интегральными потоками быстрых нейтронов $(0,4-6) \times 10^{19}$ н/см².

Были исследованы спектры четырех образцов кристаллического кварца, облученных дозами $0,4 \times 10^{19}$, 3×10^{19} , $4,5 \times 10^{19}$ и 6×10^{19} н/см². СКР записывались фотоэлектрическим методом на спектрометре ДФС-12 при круговом освещении образцов неполяризованным светом. Подробности эксперимента можно найти в работах [2 и 4].

При наших условиях эксперимента были получены количественные данные об интенсивности наиболее сильных линий СКР кварца: для дозы $0,4 \times 10^{19}$ н/см² — линии 128, 206, 266, 357, 466, 696, 795—805, 1061—1081 и 1159 см⁻¹, для дозы 3×10^{19} н/см² — линии 128, 206 и 466 см⁻¹ и для доз $4,5 \times$ и 6×10^{19} н/см² — линия 466 см⁻¹. Остальные линии в спектрах были либо очень слабыми, либо отсутствовали совсем.