

солеустойчивости, что проявлялось в стимуляции роста растений и развития их корневой системы. По сравнению с растениями, выросшими на 150 мМ NaCl, в изучаемых участках листа наблюдали незначительную стимуляцию скорости накопления АЛК и существенное (в 2,5 раза) возрастание содержания ПРО (рисунок 2-В). Отмечена также тенденция к увеличению содержания Хл *a* и *b* и заметное возрастание уровня белка (140 %). Таким образом, результатом субстратной активации НР в условиях засоления является стимуляция синтеза как ПРО, так и АЛК, что способствует формированию устойчивости растений ячменя и пшеницы к солевому стрессу.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛЛА В НАНОСЕКУНДНОМ ДИАПАЗОНЕ В СЛУЧАЕ ВОЗБУЖДАЮЩИХ ИМПУЛЬСОВ СВЕТА СПЕЦИАЛЬНОГО ВИДА

Алексеев А.А.

*Кафедра биофизики физического факультета
МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, alekseev@physics.msu.ru*

В последнее время становятся всё более распространёнными флуоресцентные методы исследования фотосинтеза. Это обусловлено такими преимуществами этих методов, как возможность производить исследования *in vivo*, низкая инерционность и широкий временной диапазон исследуемых процессов. Несмотря на обилие экспериментальных работ по флуоресценции, в большинстве работ исследуются «медленные» компоненты флуоресценции с характерными временами более секунды. Можно также отметить, что в литературе практически отсутствуют теоретические работы, в которых авторы делают попытки дать объяснение наносекундным компонентам флуоресценции. Между тем, изучение кинетики этих компонент представляет значительный интерес, так как времена начальных стадий фотосинтеза, таких как миграция возбуждения в антенне ФС II, передача возбуждения на реакционный центр ФС II и окисление феофитина при передаче электрона на первичный акцептор Q_A, имеют значения от единиц пикосекунд до десятков наносекунд.

В настоящей работе мы использовали математическую модель [1,2], разработанную на кафедре биофизики физического факультета МГУ (рисунок 1). Для интегрирования системы дифференциальных уравнений

мы использовали процедуру ode15s, входящую в состав математического пакета MATLAB. Для моделирования возбуждающего импульса света мы использовали зависимость его интенсивности от времени в виде полинома 4-ой степени специального вида: $I(t) = I_0((t-t_0)^2/b^2 - 1)^2$, где I_0 – интенсивность света в максимуме импульса, t_0 – момент времени, соответствующий середине импульса, b – параметр, характеризующий ширину импульса (рисунок 2).

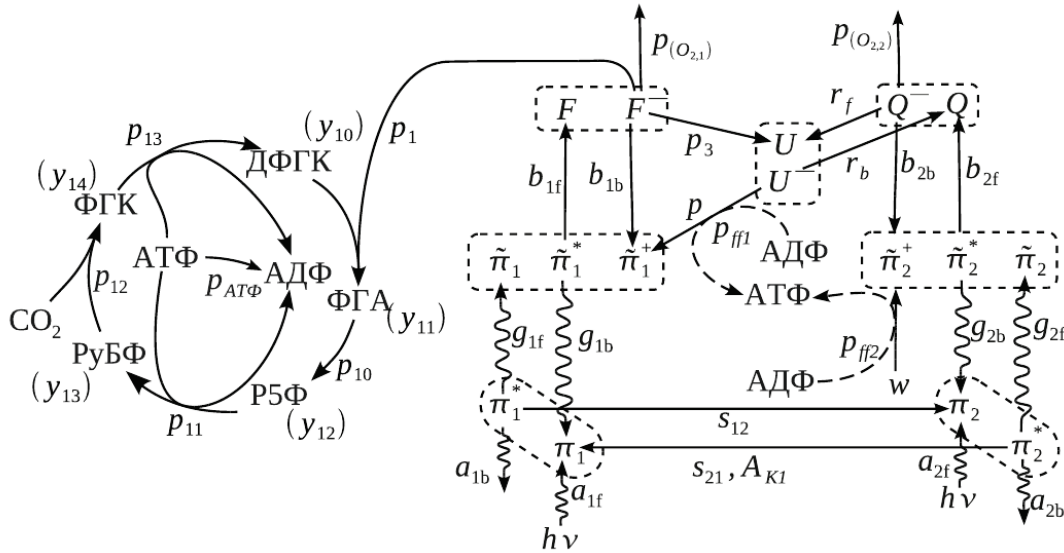


Рисунок 1 – Схема используемой математической модели

Данная зависимость была использована по причине того, что импульсные источники света, применяемые в ряде экспериментальных работ по флуоресценции [3] имеют сходную форму возбуждающего импульса. Кроме этого, использование гладкой кривой позволило избежать известных сложностей при интегрировании системы уравнений на всём рассматриваемом промежутке времени. В настоящей работе мы изучали кинетику флуоресценции ФС II при различных значениях параметров модели и при разных параметрах возбуждающего импульса. Некоторые результаты численных экспериментов приведены на рис. 3,4.

Сопоставление полученных кинетических кривых с экспериментальными кривыми [3] может помочь в интерпретации результатов экспериментов по флуоресценции в наносекундном диапазоне.

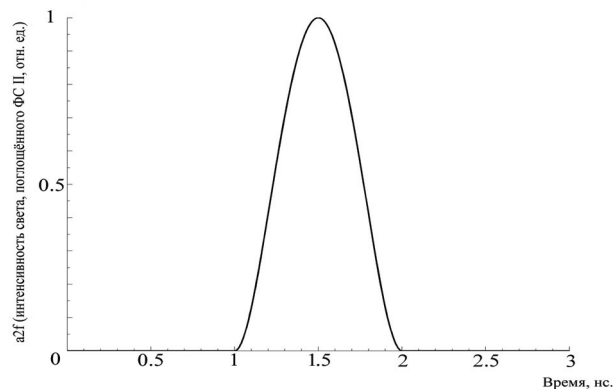


Рисунок 2 – Зависимость интенсивности возбуждающего света от времени

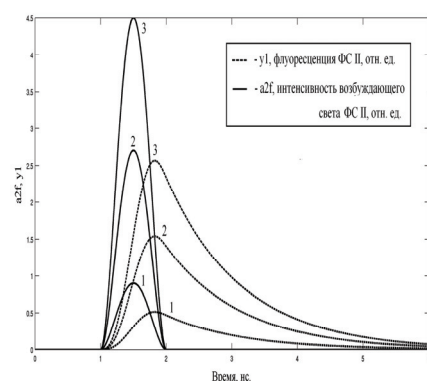


Рисунок 3 – Зависимость возбуждающего света и флуоресценции ФС II от времени для трёх случаев: 1) $a2f_{\max} = 100$; 2) $a2f_{\max} = 300$; 3) $a2f_{\max} = 500$

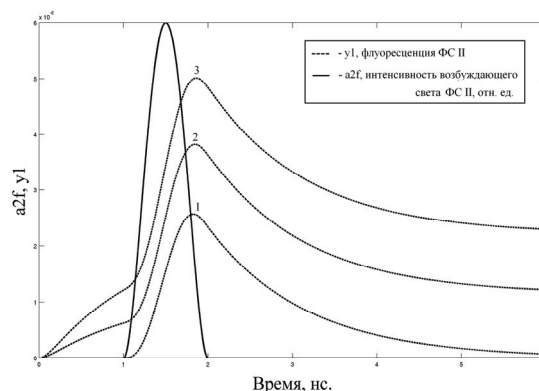


Рисунок 4 – Зависимость возбуждающего света и флуоресценции ФС II от времени для трёх случаев: 1) $s12 = 0$; 2) $s12 = 10^7$; 3) $s12 = 2 \cdot 10^7$

Литература

1. Караваев В.А., Кукушкин А.К. Теоретическая модель световых и темновых процессов фотосинтеза: проблема регуляции // Биофизика. – 1993. – Т. 38, №6. – С. 958-975.
2. Кукушкин А.К., Киржанов Д.В. Теоретическое исследование модели фотосинтеза высших растений в широком диапазоне времен. // Тезисы докладов научной конференции Ломоносовские чтения - 2008.
3. Dariusz M. Niedzwiedzki et al. Ultrafast time-resolved spectroscopy of the light-harvesting complex 2 (LH2) from the photosynthetic bacterium Thermochromatium tepidum // Photosynth Res. – 2011. – V. 110. – P. 49–60