МЕХАНИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПЕРВИЧНЫХ ПРОЦЕССОВ ФОТОСИНТЕЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ

Беляева Н.Е., Булычев А.А., Ризниченко Г.Ю.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Биологический ф-т, каф. Биофизики. 119234, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, natalmurav@yandex.ru

Для отдельных стадий преобразования энергии, входящих в последовательность первичных процессов фотосинтеза, установлена возможность представления кинетики этих процессов экспоненциальными функциями времени (ссылки в [1]). Это дает возможность включать эффект влияния отдельных процессов в механистическую мультимасштабную модель в виде экспоненциальных функций, параметры которых могут зависеть от переменных модели. В кинетических моделях [2-5] описаны последовательности событий в мембранах тилакоидов *in vivo* при переходе от темноты к свету. Исследовано согласование во времени процессов перераспределения зарядов на кофакторах фотосистем 2 и 1 (ФС2 и ФС1) и в компартментах люмена, стромы. В модели ФС2 [1] механистическое описание разделения зарядов и стабилизации электрона на Q_A на временах от пико до миллисекунд дополнено экспоненциальным описанием формирования электро-химического потенциала мембраны (ссылки в [1,2]). Этим обеспечено фитирование по OJIP нарастанию (t<1 с) индукции флуоресценции (ИФ) листа гороха. Процессы ФС2 включены в Модель тилакоида [3-5], где экспоненциальная аппроксимация использована для описания регуляции следующих динамических параметров в ходе адаптации системы к условиям освещения: усиление диссипации энергии света в антенне ФС2 при световой энергизации мембраны, связанное с нарастанием NPQ тушения [3,4]; световая активация FNR-NADP редуктазы, снимающая блокировку оттока электронов на акцепторной стороне ФС1 [3-5]; влияние механизма регуляции State transition на динамические параметры антенн ФС1 и ФС2 [5]. В расчетах воспроизведены полные OJIPSMT кинетические ответы, наблюдаемые для листьев [3,4] или цианобактерий [5] при световой индукции на шкале времени от десятков микросекунд до десятков секунд (или минут). Включение в модели [3-5] экспоненциальных зависимостей позволило выполнить фитирование результатов длительных измерений индукции флуоресценции, воспроизведение которых необходимо для изучения механизмов реакции фотосинтетического аппарата на изменение световых условий и стресса на временах активации цикла фиксации CO_2 [6]. Исследование выполнено в рамках научного проекта государственного задания МГУ №121032500060-0.

Литература

1. *Stirbet A, Govindjee* (2012) Chlorophyll a fluorescence induction: the J–I–P rise. Photosynth Res 113:15–61
2. *Belyaeva NE, Bulychev AA, Riznichenko GYu, Rubin AB* (2011) Biophysics 56(3):464–477
3. *Belyaeva N, Bulychev A, Riznichenko G, Rubin A* (2016) Photosynth Res 130:491–515
4. *Belyaeva N, Bulychev A, Riznichenko G, Rubin A* (2019) Analyzing …. chlorophyll *a* fluorescence and P700 absorbance changes ….. using a Thylakoid Membrane model. Photosynth Res 140:1-19.
5. *Belyaeva, Bulychev, Klementiev, Paschenko, Riznichenko, Rubin* (2020) Model quantification of the light-induced thylakoid membrane processes in *Synechocystis* sp. PCC 6803… . Photosynth Res 146(1):259-278
6. *Stirbet A, Lazár D, Kromdijk J, Govindjee* (2018) Chlorophyll *a* fluorescence induction: Can just a one-second measurement be used to quantify abiotic stress responses? – Photosynthetica 56: 86-104