

МОДЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИГНАЛОВ ДЛИТЕЛЬНОЙ ИНДУКЦИИ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ МОНОКУЛЬТУР МИКРОВОДОРОСЛЕЙ И ЦИАНОБАКТЕРИЙ С ЦЕЛЬЮ ФЕНОТИПИРОВАНИЯ ОБРАЗЦОВ

Беляева Н.Е., Булычев А.А., Клементьев К.Е., Пашенко В.З.,
Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б.

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

Особенности процессов фотосинтеза одноклеточных водных организмов связаны с отличиями структуры тилакоидных мембран (ТМ) клеток эукариотов (микроводоросли) и прокариотов (цианобактерии). Системы ТМ содержат одинаковые элементы электронно-транспортной цепи (ЭТЦ), но в отличие от водорослей, цианобактериальные ТМ включают взаимосвязанные компоненты ЭТЦ и дыхательной цепи (обзор [1]). Нами исследовалась кинетика сигналов индукции флуоресценции (ИФ), вызываемой светом в монокультурах микроводоросли *Scenedesmus obliquus* [2] и цианобактерии *Synechocystis* sp. PCC6803 [3]. Для клеток *Scenedesmus* отношение F_m/F_0 выше, чем для культуры *Synechocystis*, а при детекции кинетических фаз быстрого (до секунды) ОЛР нарастания и медленного (до минут) PSMT спада ИФ величины амплитуд локальных экстремумов можно сопоставить с типом изучаемого образца. Особенно выражены кинетические отличия сигналов *Scenedesmus* и *Synechocystis*, вызываемые актиничным светом средней интенсивности 1200 мкмоль фотон $m^{-2} c^{-1}$ при условии, что кривые ИФ, измерены от десятков микросекунд до минут. Анализ длительной ИФ в модели тилакоидной мембраны [2-5] основан на предположении, что пул пластохинонов/хинолов (PQ/PQH₂) обеспечивает приток и отток электронов в компонентах ЭТЦ водоросли либо взаимосвязь потоков зарядов ЭТЦ и дыхательной цепи цианобактерий. При расчетах кинетики ИФ необходимо учесть регуляцию State transition – переходов состояний [1-3, 6]. В модели ТМ показано, что при освещении размер антенны, подвижной в мембране между фотосистемами 2 и 1, зависит от редокс состояния пула PQ/PQH₂ – посредника потоков электронов (e^-) в ЭТЦ. Возможный приток e^- на PQ за счет дыхательной цепи в циановых *Synechocystis* проявляется в отличающемся паттерне кинетики индукции флуоресценции на временах более 10сек.

Литература.

1. Stirbet A, Lazár D, Papageorgiou GC, Govindjee (2019) Chlorophyll a fluorescence in cyanobacteria: relation to photosynthesis. In: Cyanobacteria: From Basic Science to Applications Mishra AK, Tiwari DN, Rai AN, eds. Academic Press, Elsevier, 79-130
2. Беляева НЕ, Булычев АА, Пашенко ВЗ, Клементьев КЕ, Ермаченко ПА, Конюхов ИВ, Ризниченко ГЮ, Рубин АБ (2022) Динамика процессов в тилакоидных мембранах водорослей in vivo, изучаемая в моделях фотосистемы II и тилакоида по измерениям индукции флуоресценции. *Биофизика* 67(5) 1-20
3. Belyaeva N, Bulychev A, Klementiev K, Paschenko V, Riznichenko G, Rubin A (2020) Model quantification of the light-induced thylakoid membrane processes in *Synechocystis* sp. PCC 6803 in vivo and after exposure to radioactive irradiation. *Photosynth Res* 146(1):259-278
4. Belyaeva N, Bulychev A, Riznichenko G, Rubin A (2016) *Photosynth Res* 130:491–515
5. Belyaeva N, Bulychev A, Riznichenko G, Rubin A (2019) Analyzing ... chlorophyll a fluorescence and P700 absorbance changes. *Photosynth Res* 140:1-19
6. Elanskaya IV, Bulychev AA, Lukashov EP, Mironets EM (2021) Deficiency in flavodiiron protein Flv3 promotes cyclic electron flow and state transition under high light in the cyanobacterium *Synechocystis* sp. PCC 6803 BBA - Bioenergetics 1862 (2021) 148318