

## ВЛИЯНИЕ АЗОТНОГО ГОЛОДАНИЯ НА ДИНАМИКУ ПРОЦЕССОВ В ФОТОСИСТЕМЕ 2 КЛЕТОК ВОДОРΟΣЛИ *CHLORELLA*

Дегтерева Н.С., Плюснина Т.Ю., Хрущев С.С.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Биологический ф-т, каф. Биофизики, Россия, 119992, Москва, Ленинские горы, МГУ, телефон (495)9390289  
E-mail: [degterevans@mail.ru](mailto:degterevans@mail.ru)

В естественной среде клетки микроводорослей часто подвергаются влиянию различных стрессовых факторов, в ответ на которые включаются внутренние адаптационные механизмы. Детальное исследование этих механизмов позволяет оптимизировать получение накапливаемых в процессе голодания метаболитов, которые используют в медицине и косметологии. Для оценки функционирования ФС2 широко используется анализ кривых индукции флуоресценции хлорофилла *a*. Индукционные кривые регистрируются флуориметрическим методом.

Для исследования переходных процессов был проведен следующий эксперимент. Культура водоросли *Chlorella* выращивалась в биореакторе в течение 2.5 суток. За это время происходило естественное истощение азота в ростовой среде. Измерялись кривые индукции флуоресценции. Полученные индукционные кривые проанализированы с использованием следующих методов: ЛР-теста, метода спектрального мультиэкспоненциального анализа (СМЭА) и математической модели.

В нормальных условиях, доминирующая форма ФС2 -  $\alpha$ . Одним из проявлений действия стресса является возникающая гетерогенность ФС2, появление реакционных центров с измененной антенной (т.н.  $\beta$ -центров). В задачи проведенной работы входила количественная оценка изменения соотношения  $\alpha$ - и  $\beta$ -центров в процессе развития азотного голодания. Для описания сигнала от клеток с разными типами антенн использовали уравнение, где флуоресценция от смешанного образца была равна сумме сигналов от фракций с  $\alpha$ - и  $\beta$ -центрами. По суммарному сигналу были выделены сигналы отдельно от  $\alpha$ - и  $\beta$ -центров с помощью разработанной нами ранее математической модели ФС2.

Применение комплексного анализа (ЛР-тест, СМЭА, модель), показало, что в течение роста культуры клеток водоросли *Chlorella* в среде с постепенным истощением азота, наблюдается: увеличение эффективной площади сечения антенны за счет повреждения части реакционных центров; появление  $\beta$ -центров и увеличение их количества до 10% к концу голодания; инактивация кислород-выделяющего комплекса, на что указывает появление дополнительной фазы в ЛР-тесте; полное снижение функциональной активности ФС2 к концу эксперимента. Скачкообразные изменения параметров ЛР-теста, совпадающие по времени с моментом истощения азота в среде, можно интерпретировать как активацию адаптационных механизмов в реакционном центре ФС 2.

Исследование выполнено в рамках научного проекта государственного задания МГУ №121032500060-0.