

## ИНТЕГРИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ И МЕТАБОЛИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ В КЛЕТКАХ *Chlamydomonas reinhardtii*

Плюснина Т.Ю., Маслаков А.С., Ризниченко Г.Ю.

Московский государственный университет им. Ломоносова, Биологический ф-т, каф. биофизики, Россия, 119992, Москва, Ленинские горы, д.1, стр.12.  
Тел.:+7(495)939-02-89, факс:+7(495)939-11-15, E-mail: plusn@yandex.ru

Расшифровка генома многих организмов, определение белкового состава клеток, и последовательностей метаболических реакций приводит к многочисленным попыткам создать «электронную клетку», используя как математическое, так и компьютерное моделирование. Как правило, для описания отдельных метаболических путей используется аппарат дифференциальных уравнений, а для описания большого числа метаболических путей – аппарат потоковых моделей, основанный на стехиометрических соотношениях метаболических реакций. Недостатком первого подхода является ограниченность числа моделируемых реакций, недостатком второго – возможность описывать только стационарные метаболические потоки.

В данной работе рассматривается модель, объединяющая оба подхода. Модель описывает процессы, протекающие в клетках водоросли *Chlamydomonas reinhardtii* при серном голодании, в которых участвуют как фотосинтетический аппарат клетки, так и метаболические реакции центральных метаболических путей – гликолиза и цикла Кальвина. В условиях серного голодания клетки водоросли начинают выделять водород, который может использоваться как биотопливо, что обуславливает активное экспериментальное и модельное исследование этого процесса.

Рассматриваемая модель включает описанные системой дифференциальных уравнений перенос электронов фотосистемой 2, восстановление пула пластохинонов и изменение концентрации окислительно-восстановительных эквивалентов NAD(P)H, молекулы которых в свою очередь являются метаболитами гликолиза и цикла Кальвина. Метаболические реакции гликолиза и цикла Кальвина, распад и накопление крахмала, заданы потоковыми уравнениями. Для объединения фотосинтетических и метаболических реакций (динамической и стационарной частей модели) используются логические выражения, задающие правила, по которым сигнал из динамической части передается в стационарную часть модели в выбранные интервалы времени. Изменение NAD(P)H используется как выходной сигнал из фотосинтетической части модели и как входной сигнал в метаболическую часть. В результате на выбранных интервалах времени реализуются различные распределения метаболических потоков, отражающие динамику метаболических реакций.

Интегрированная модель позволила описать наблюдаемые экспериментально скачкообразное снижение фотосинтетической активности клеток водоросли *Chlamydomonas reinhardtii* при серном голодании, переключение синтеза крахмала, осуществляемое при участии цикла Кальвина на распад крахмала, осуществляемый при участии гликолиза и предложить механизм наблюдаемых процессов.

Работа поддержана грантом РФФИ 11-04-01268а и ФЦП 80-77.