

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СПАДА МЕДЛЕННОЙ ИНДУКЦИИ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ У ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ В ПРИСУТСТВИИ ДИУРОНА

Фролов А.Е.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, биологический ф-т,  
кафедра биофизики, Россия, 119991, Москва, Ленинские горы 1, стр. 12,  
+7(916)6226967, feat8813@rambler.ru

Снижение сигнала медленной индукции флуоресценции у высших растений в присутствии диурона в ряде экспериментов может проявляться на временах порядка 10 с. Для анализа этого эффекта была использована разработанная ранее математическая модель электронного и протонного транспорта в хлоропластах высших растений и клетках цианобактерий, учитывающая нециклический транспорт электронов от фотосистемы 2 (ФС2) к конечному акцептору фотосистемы 1 (ФС1), фотоиндуцированные изменения внутритилакоидного рН ( $pH_i$ ) и рН стромы ( $pH_o$ ), процессы синтеза АТФ, сопряженного с трансмембранным переносом протонов через АТФ-синтазу, а также потребление АТФ и NADPH в цикле Кальвина [1], дополненная более детальным учетом процессов переноса электрона внутри ФС2 и позволяющая рассчитать сигнал медленной индукции флуоресценции. В данной модели ФС2 представлена тремя переносчиками электрона: реакционным центром  $P_{680}$ , феофетином Pheo и пластохиноном  $Q_A$ . Реакционный центр  $P_{680}$  может находиться в трех состояниях: возбужденном ( $P_{680}^{**}$ ), окисленном ( $P_{680}^{+}$ ) и восстановленном ( $P_{680}^0$ ). Восстановленный пластохинон  $Q_A^-$  может восстанавливать мембранный пластохинон PQ, находящийся в  $Q_B$ -сайте ФС2. Также в данной модели были эмпирическим образом учтены процессы рН-зависимого нефотохимического тушения флуоресценции.

Учет фотоиндуцированных процессов электронного и протонного транспорта в цепи электронного транспорта тилакоида после сайта связывания диурона оказался принципиальным для описания спада медленной индукции флуоресценции. Так, было показано, что этот спад возникает при инактивации АТФ-синтазных комплексов (т.е. нет переноса протонов через АТФ-синтазные комплексы), а величина спада зависит от уровня начальной восстановленности пула хинонов. Модель предсказала также, что данный эффект может регулироваться как увеличением проницаемости мембраны тилакоида (например, под действием динитрофенола), так и изменением спектрального состава актиничного света.

## Литература

1. Фролов А.Е., Тихонов А.Н. «Влияние фотоиндуцированных изменений рН стромы и внутритилакоидного пространства на кинетику электронного транспорта в хлоропластах. Математическая модель» // *Биофизика*, том 52, №4, 2007, стр. 656-665.