

О СТАБИЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОНА В ХИНОННОЙ АКЦЕПТОРНОЙ ЧАСТИ РЕАКЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ БАКТЕРИЙ *Rhodobacter sphaeroides*

© 2008 г. П.П. Нокс, П.М. Красильников, П.А. Мамонов, Н.Х. Сейфуллина, А.Ф. Учоа*, М.С. Бапгиста*

Биологический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, 119992, Москва, Воробьевы горы;

*Departamento de Bioquímica, Instituto de Química, Universidade de São Paulo, 748, 05508–900 São Paulo, SP, Brazil
E-mail: knox@biophys.msu.ru

Поступила в редакцию 13.11.07 г.

После доработки 04.02.08 г.

Исследована временная эволюция фотоиндуцированного дифференциального спектра поглощения реакционных центров из клеток пурпурных бактерий *Rhodobacter sphaeroides* дикого типа в спектральной области 400 – 500 нм в интервале времени до 200 мкс. Исследуемые спектральные изменения интерпретированы на основе эффектов смещения протонов вдоль линий водородных связей между первичным хинонным акцептором и его белковым окружением. Проведен теоретический анализ временной зависимости эволюции спектров, основанный на рассмотрении кинетики процесса туннельного переноса вдоль линии водородной связи. Показано, что стабилизация электронного состояния кофактора происходит в течение первых десятков микросекунд. Она замедляется при дейтерировании реакционных центров и добавлении к ним 90% глицерина и ускоряется при повышении температуры образцов до 40°C.

Ключевые слова: пурпурные бактерии, фотосинтетический реакционный центр, хинонные акцепторы, электронный транспорт, релаксационные процессы.

Относительно давно было показано, что процесс переноса электрона от первичного хинонного акцептора (Q_A) ко вторичному хинону (Q_B) в белково-пигментных комплексах фотосинтетических реакционных центров (РЦ) пурпурных бактерий протекает в диапазоне сотен микросекунд. Данные оценки были получены с использованием трех независимых экспериментальных методов. В первом измерялся интервал времени между двумя вспышками света, последовательно окислявшими геммы внешнего донора для фотоактивного бактериохлорофилла РЦ (Р) – цитохрома *c*: этот временной интервал должен быть достаточным для перехода электрона от фотовосстановленного Q_A (Q_A^-) к Q_B , после чего может быть окислен второй гем цитохрома. Второй метод связан с измерением скорости электрохромного сдвига полосы поглощения бактериофеофитина в структуре РЦ, отражающего изменения зарядового состояния РЦ при переходе электрона от Q_A^- к Q_B . Третий способ основан на использовании различий в

коэффициентах экстинкции при определенных длинах волн для гибридных РЦ, содержащих в качестве Q_A отличающийся от Q_B хинон, что позволяет регистрировать кинетику перехода между их семихинонными формами. Эти исследования показали, что характерное время переноса электрона между хинонами в изолированных РЦ пурпурных бактерий составляет около 200 мкс [1–4]. Также было установлено, что скорость данной реакции не зависит от «движущей силы» процесса – разницы в свободной энергии между состояниями $Q_A^-Q_B$ и $Q_AQ_B^-$ [4,5]. Последнее было показано в экспериментах с замещением нативного акцептора Q_A в структуре РЦ на хинонные аналоги с другими редокс-свойствами [4,5]. Считается поэтому, что прямой перенос электрона от Q_A к Q_B контролируется каким-то конформационным «затвором», но его природа до сих пор не установлена [5]. Кандидатами на эту роль предполагались смещение Q_B в структуре РЦ при его восстановлении [4–6], изменения в степени ионизации протонируемых аминокислотных остатков в локусе хинона и состояния водородных связей в его окружении [7,8] или же индуцируемые ими смещения Q_B [8,9].

Сокращения: РЦ – реакционный центр, ЛДАО – лаурилодиметиламинооксид.