

Обычно время инкубации было порядка 30 мин. Как было показано, обработка магнитным полем, влияет на скорость реакции окисления ОФД перекисью водорода, где катализатор - фермент пероксидазы хрена. По сравнению с контрольными образцами активность пероксидазы хрена уменьшается значительно, в случае если раствор фермента предварительно обработан магнитным полем.

Наблюдаемый эффект зависит от ряда физико-химических параметров во время реакции (солевого состава, температуры и pH водного раствора). Следует указать, что максимальные изменения активности фермента, обработанного магнитным полем, зарегистрированы, когда в качестве реакционной среды используется вода высокой чистоты. В буферном растворе в присутствии солей изменение активности пероксидазы хрена, после обработки магнитным полем, становится значительно более слабым, а во многих случаях, не обнаруживается вовсе. Вероятно, что уменьшение активности пероксидазы хрена, обработанной магнитным полем, связано с конформационными изменениями структуры этого белка, так как спектры его флуоресценции (собственной и в присутствии флуоресцентных зондов) до и после такой обработки отличаются.

«Неизвестная» роль молекулы воды в реакционном центре пурпурных бактерий.

Пищальников Р.Ю., Першин С.М.

Научный центр волновых исследований ИОФ РАН, г.Москва

rpishchal@kapella.gpi.ru

Целью настоящего сообщения является краткий обзор работ о роли молекулы воды в реакционном центре пурпурных бактерий, начиная с публикации А.Ю.Борисова и М.В.Фока [1,2] в 1981г., которые впервые, насколько нам известно, обосновали ее необходимость до современных результатов рентгено-структурного анализа, доказавших наличие H_2O , ее позицию в бактерии и справедливость научного предвидения. Роль молекулы воды в реакционном центре пурпурных бактерий и, по-видимому, в других светособирающих антеннах остается пока до конца не ясной. Однако прогресс [7,9] в развитии теории спектров реакционных центров с высоким временным разрешением позволяет включить молекулу H_2O в рассмотрение и, возможно, выявить ее влияние на процессы переноса заряда электрона.

В 1988 году на основе анализа экспериментальных данных, полученных методом резонансной рамановской спектроскопии, Б. Робер и М. Луц [3] сделали предположение о наличии молекулы воды в структуре реакционного центра между молекулами хлорофилла (Chl) B_a , His M202 (аксиальным лигандом BChl P_a) и Gly M203. В середине девяностых годов появление рентгено-структурных данных с высоким разрешением подтвердило не только гипотезу существования двух молекул воды, но и их позицию в реакционном центре. К этому времени относятся и цикл работ, описывающих наблюдение субпикосекундных осцилляций в спектрах накачки и зондирования на препаратах реакционного центра *Rhodobacter sphaeroides* [4,5].

Осцилляции наблюдались в регионе между 920 нм и 1100 нм, в котором наблюдается динамика состояний с разделенными зарядами в реакционном центре. О природе колебаний существует ряд предположений. Одна из гипотез связана со свободным вращением молекулы воды, описывается в работах, выполненных под руководством В.А.Шувалова [6,11,12]. Авторы связывают существование колебаний на частоте 1020 нм со свободным вращением молекулы воды, энергия которого соответствует 32 см^{-1} , что соответствует нашим результатам о вращении молекул H_2O в воде [А.Бункин, С.Першин, Ещё раз о наблюдении вращательных спектров молекул в конденсированных средах, УФН, 179(12), 1-2, (2009)] в качестве доказательств приводится не только моделирование кинетических кривых, но и экспериментальные данные с отсутствием колебаний, полученные на мутантах реакционного центра, в котором из-за замещения Gly M203 для молекулы воды нет места.

Таким образом, несмотря на обоснованное доказательство наличия H_2O в реакционном центре и ряд гипотез о ее назначении, роль и механизм работы этих двух молекул воды в гидрофобном окружении остаются пока неизвестными, но, несомненно, значимыми.

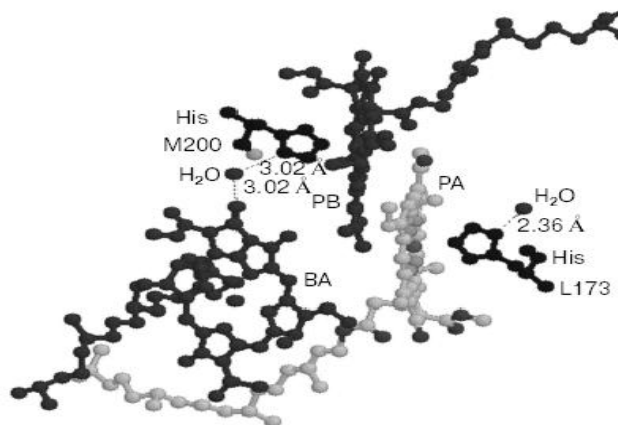


Рис.1. Трехмерная структура специальной пары P_a , P_b и B_a из 1PRC [6]

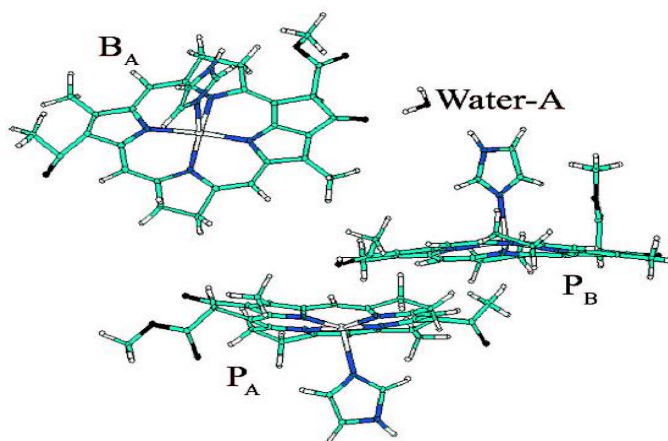


Рис. 2. Позиция молекулы water-a между P_b и B_a . [8]

Работа выполнена при частичной поддержке грантов РФФИ 09-02-01173, 08-02-00008, 10-02-90301-Вьет_a.

ЛИТЕРАТУРА

1. M. V. Fok and A. Y. Borisov. The Role of Water in the Stabilization of Separated Charges in the Primary Event of Photosynthesis. *Molecular Biology* 15 (3):446-451, 1981.

- 2 M. V. Fok and A. Y. Borisov. Water and Energy-Conversion in Photosynthesis. *Studia Biophysica* 84 (2):115-124, 1981.
- 3 B. Robert and M. Lutz. Proteic Events Following Charge Separation in the Bacterial Reaction Center - Resonance Raman-Spectroscopy. *Biochemistry* 27 (14):5108-5114, 1988.
- 4 M. H. Vos, J. C. Lambry, S. J. Robles, D. C. Youvan, J. Breton, and J. L. Martin. Direct Observation of Vibrational Coherence in Bacterial Reaction Centers Using Femtosecond Absorption-Spectroscopy. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 88 (20):8885-8889, 1991.
- 5 M. H. Vos, F. Rappaport, J. C. Lambry, J. Breton, and J. L. Martin. Visualization of Coherent Nuclear Motion in A Membrane-Protein by Femtosecond Spectroscopy. *Nature* 363 (6427):320-325, 1993.
- 6 A. G. Yakovlev and V. A. Shuvalov. Electron transfer in deuterated reaction centers of Rhodobacter sphaeroides at 90 K according to femtosecond spectroscopy data. *Biochemistry-Moscow* 68 (6):603-610, 2003.
- 7 R. Pishchalnikov, M. Mueller, and A. Holzwarth. Theoretical modelling of the optical properties and the exciton dynamics of the isolated PSII reaction centre. *Photosynthesis Research* 91 (2-3):S210, 2007.
- 8 N. Ivashin and S. Larsson. Trapped water molecule in the charge separation of a bacterial reaction center. *Journal of Physical Chemistry B* 112 (38):12124-12133, 2008.
- 9 V. I. Novoderezhkin and R. van Grondelle. Physical origins and models of energy transfer in photosynthetic light-harvesting. *Physical Chemistry Chemical Physics* 12 (27):7352-7365, 2010.
- 10 N. I. Shutilova and D. N. Moiseev. The Mechanism and Quantum-Chemical Modeling of the Photosynthetic Water Oxidation and Oxygen Formation Reaction. *Russian Journal of Physical Chemistry B* 4 (5):801-809, 2010.
- 11 A. G. Yakovlev, L. G. Vasilieva, T. I. Khmel'nitskaya, V. A. Shkuropatova, A. Y. Shkuropatov, and V. A. Shuvalov. Primary Electron Transfer in Reaction Centers of YM210L and YM210L/HL168L Mutants of Rhodobacter sphaeroides. *Biochemistry-Moscow* 75 (7):832-840, 2010.
- 12 A. G. Yakovlev, T. A. Shkuropatova, V. A. Shkuropatova, and V. A. Shuvalov. Femtosecond stage of electron transfer in reaction centers of the triple mutant SL178K/GM203D/LM214H of Rhodobacter sphaeroides. *Biochemistry-Moscow* 75 (4):412-422, 2010.
- 13 C. R. Larson, C. O. Seng, L. Lauman, H. J. Matthies, J. Z. Wen, R. E. Blankenship, and J. P. Allen. The three-dimensional structure of the FMO protein from Pelodictyon phaeum and the implications for energy transfer. *Photosynthesis Research* 107 (2):139-150, 2011.

Разработка технологии получения качественной воды для пищевого производства

Т.А. Исмаилов, М.Э. Ахмедов, Т.Н. Даудова

Дагестанский государственный технический университет, г. Махачкала

К воде, используемой в ряде пищевых производств, предъявляются особые требования к содержанию солей, наличию неприятных запахов и привкусов, и известно несколько способов удовлетворить этим требованиям.

Известен содово-известковый способ умягчения воды, включающий внесение известкового молока в умягчаемую воду при тщательном перемешивании в течение 15-20