

ДИМЕР ХЛОРОФИЛЛА В БЕЛКАХ СЕМЕЙСТВА WSCP – ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОР ОКИСЛЕНИЯ ДОНОРОВ ЭЛЕКТРОНА

Неверов К.В.^{1,2}, Обухов Ю.Н.^{1,2}, Малеева Ю.В.², Крицкий М.С.¹

¹ *Институт биохимии им. А.Н. Баха, ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН, Москва, Россия*

² *Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

Белки семейства WSCP (Water Soluble Chlorophyll-binding Proteins), в отличие от мембранных бактериохлорофилл-содержащих белков растений и бактерий, являются водорастворимыми комплексами, связывающими до 4-х молекул Хл *a* или Хл *a* + Хл *b*.

WSCP локализованы вне хлоропластов и не участвуют в фотосинтетическом преобразовании энергии, но Хл в их тетрамерных комплексах упакован в виде молекулярных димеров – аналогов «специальной пары» Хл (БХл) реакционных центров фотосистем (РЦ ФС), что может указывать на конвергентное сходство WSCP и РЦ.

Поскольку «специальная пара» в РЦ выполняет роль донора электрона в первичном фотохимическом акте, закономерен вопрос, способен ли димер Хл в WSCP фотоиндуцировать редокс-реакции в растворе. Несмотря на обнаруженную способность WSCP генерировать на свету возбужденное триплетное состояние Хл, фотохимические свойства этих белков изучены не были.

Для выяснения способности WSCP к индукции фотосенсибилизированных реакций, нами было изучено взаимодействие тетрамеров WSCP подклассов *Pa* и *Pb* с донорами электрона, НАДН и аскорбатом. При облучении насыщенных воздухом растворов WSCP красным светом ($\lambda \geq 650$ нм, $I = 850$ мкЕ/м²с) наблюдалось эффективное окисление присутствовавшего в образце НАДН или аскорбата. В бескислородных условиях (продувка аргоном) фотоокислительные реакции достоверно не регистрировались. Освещение образцов в присутствии кислорода приводило к незначительному (до 10% за 15 мин экспозиции) падению полосы Хл в спектре поглощения, а также амплитуды димера Хл в спектрах кругового дихроизма. Это говорит о значительной фотоустойчивости как самого Хл в WSCP, так и его димерной структуры к образуемым в данной системе на свету активным формам кислорода. Константа скорости фотоокисления НАДН заметно не отличалась для WSCP подклассов *Pa* (BoWSCP) и *Pb* (LvWSCP). Кинетика фотоокисления аскорбата при облучении BoWSCP была выше, чем НАДН, хотя последний является более сильным восстановителем. Это может указывать на наличие стерического фактора, определяющего доступность редокс-агентов к димеру Хл во внутреннем локусе WSCP.

Скорость сенсibilизированного WSCP фотоокисления НАДН уменьшалась при добавлении NaN_3 – тушителя триплетного состояния и синглетного кислорода ($^1\text{O}_2$). Это подтверждает ключевую роль $^1\text{O}_2$, генерируемого триплетно-возбужденным димером Хл, в окислении экзогенных доноров электрона при облучении холоформ WSCP.

Обнаруженная в данном исследовании фотосенсибилизующая активность димера Хл в WSCP открывает перспективу создания на базе этих белков моделей внутриклеточного сигналинга, а также разработки нового поколения фототерапевтических препаратов.

Работа поддержана фондом РФФ (грант № 21-74-20155).