

# Фемтосекундная время-разрешенная рамановская микроспектроскопия и фемтосекундная абсорбционная pump-probe спектроскопия когерентного волнового пакета для исследования спектроскопии элементарного акта фотохимических превращений в Na<sup>+</sup> родопсинах.

А. Айбуш, Ф. Гостев, А. Титов

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН

(в коллаборации с А. Богачевым, М. Мамедовым, Институт физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского МГУ, Москва)

Исследование Na<sup>+</sup>-помпирующих протейродопсинов (NaR) важно не только для детализации натриевого цикла, но также способно привести к существенному прогрессу в понимании механизма функционирования ретиналь-содержащих энерго-преобразующих ферментов, что является актуальным с связи с разнообразными приложениями оптогенетики. Исследование первичных фотопроцессов NaR было проведено к настоящему времени все еще лишь в нескольких работах. В частности, в настоящий момент еще не представлено работ где бы использовались разновидности фемтосекундной широкополосной антистоксовой микроспектроскопии. Развитию многоимпульсных методик этого направления (рис.1), а также решению ряда задач, связанных с представлением данных в фемтосекундной рамановской микроспектроскопии было уделено существенное внимание на данном этапе проекта.

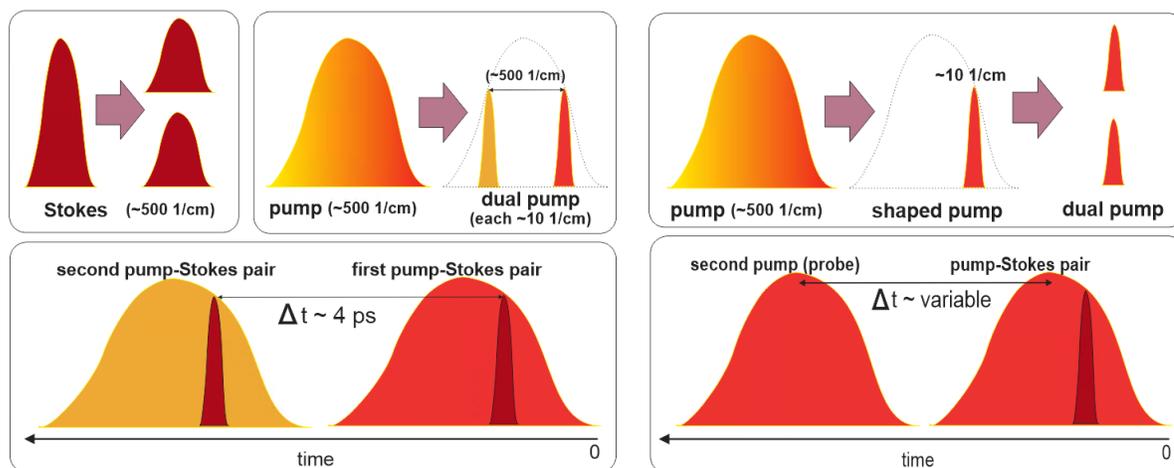


Рис1. Многоимпульсные схемы фемтосекундной антистоксовой микроспектроскопии, с возможностями: единовременного покрытия диапазона порядка 1000 1/см (слева), улучшения спектрального разрешения, либо исследования эволюции колебательного волнового пакета (справа).

К таким задачам относится имплементация алгоритмов, осуществляющих преобразование экспериментальных спектров фемтосекундной широкополосной антистоксовой микроспектроскопии (broadband CARS, BCARS) к соответствующим аналогам в спонтанной рамановской спектроскопии;

перенос КАРС спектров в рамановский диапазон частот в условиях частичной монохроматичности лазерных пучков и др.

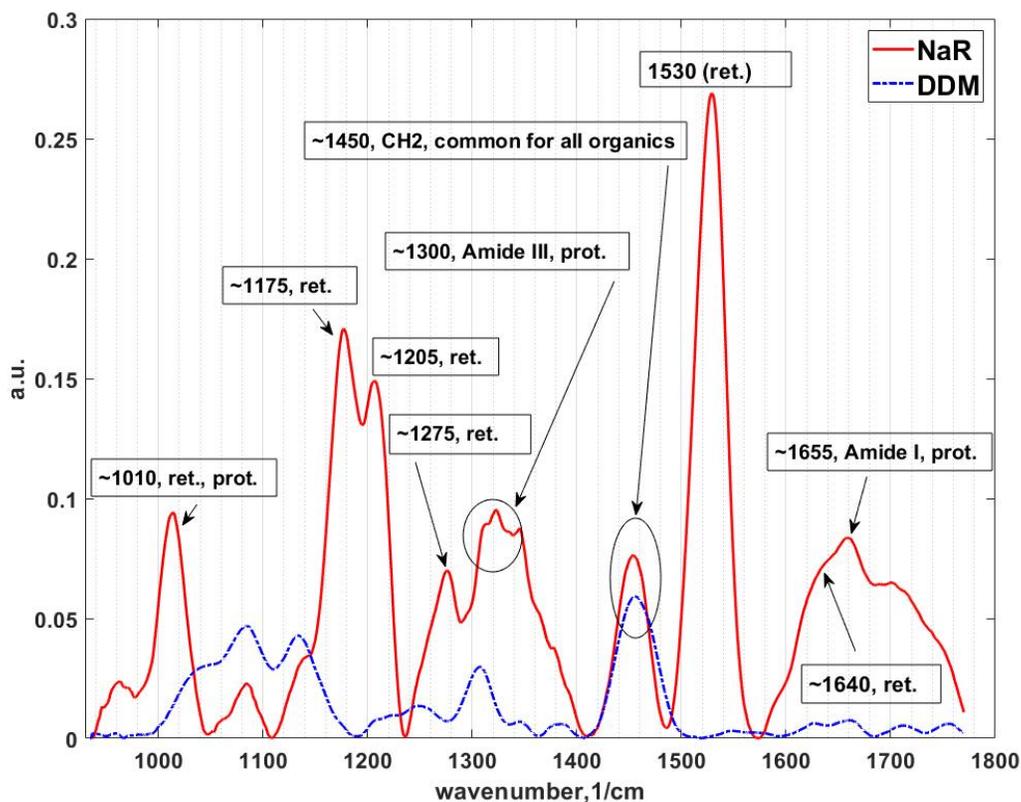


Рис.2 VCARS спектры (преобразованные к рамановским спектрам по методу MEM) для NaR и DDM.

В рамках колебательной спектроскопии, NaR состоит из следующих компонентов: 1) собственно хромофор; 2) спирали аминокислот вокруг хромофора; 3) Детергент DDM, обволакивающий спирали аминокислот. Важным обстоятельством тут является то, что хромофор поглощает в видимом диапазоне длин волн и это дает возможность «выделить» хромофор из множества других молекул резонансным образом. Сравнение с альтернативными литературным данными показывает, что большинство детектированных рамановских полос относится именно к хромофору. Прежде всего это полосы 1530, ~1175, ~1200, ~1275 1/см. Показано, что именно в этих полосах происходят наиболее существенные изменения и при использовании время разрешенной схемы с двойным pump импульсом при отстройках порядка единиц пикосекунд. Одновременно с этим, данные фемтосекундной pump-probe спектроскопии показывают, что на этих временах система еще сохраняет анизотропные свойства (рис.3).

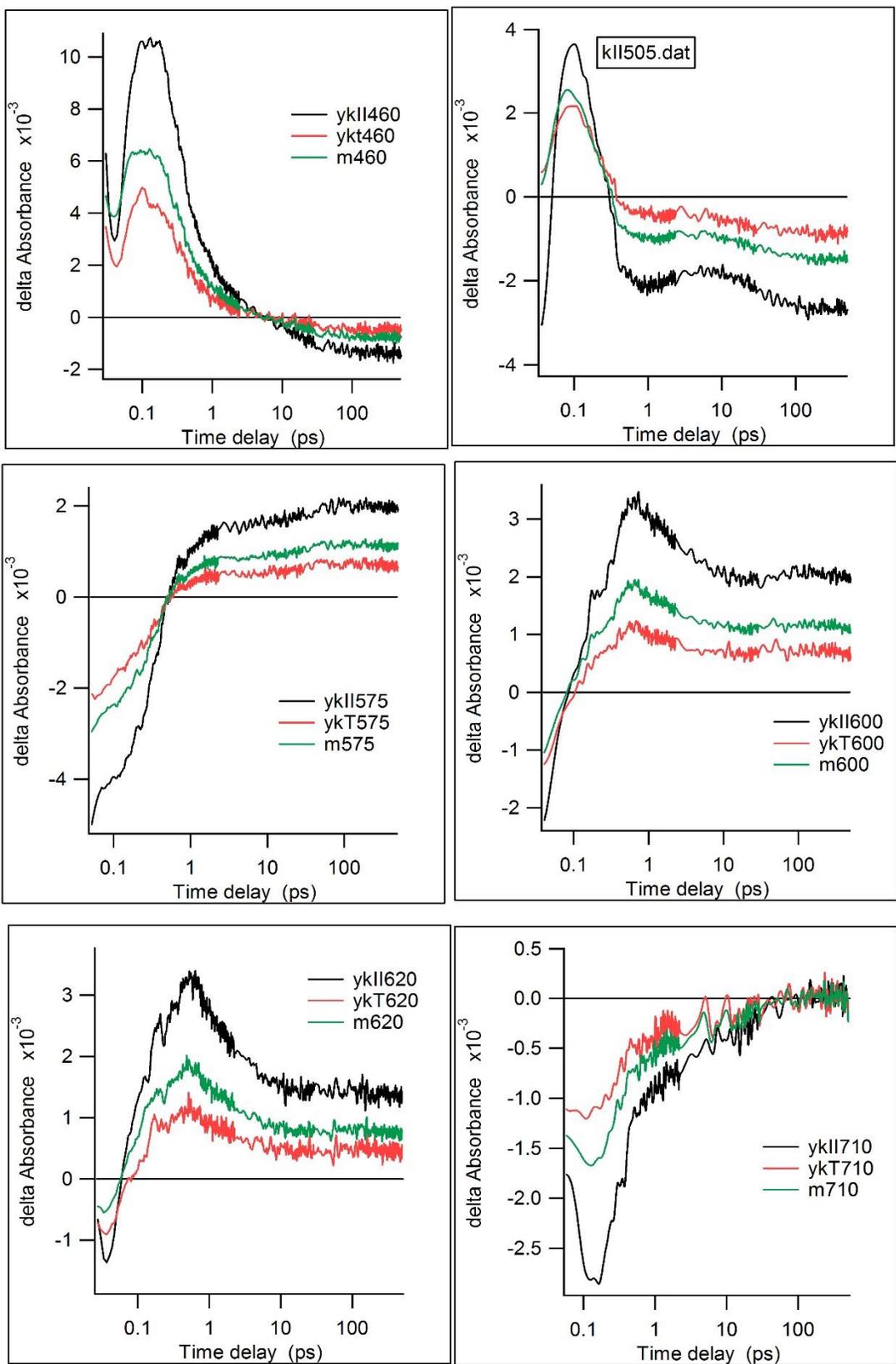


Рис.3 Кинетики дифференциальных спектров поглощения для ряда длин волн, характерных для интермедиатов фотореакции NaR: 460 (I), 505, 575 (K), 600, 605 (J), 710 (I,J) нм. Представлены данные для нескольких углов между импульсами pump и probe: 0, 90 (II и T) и магического угла (m).