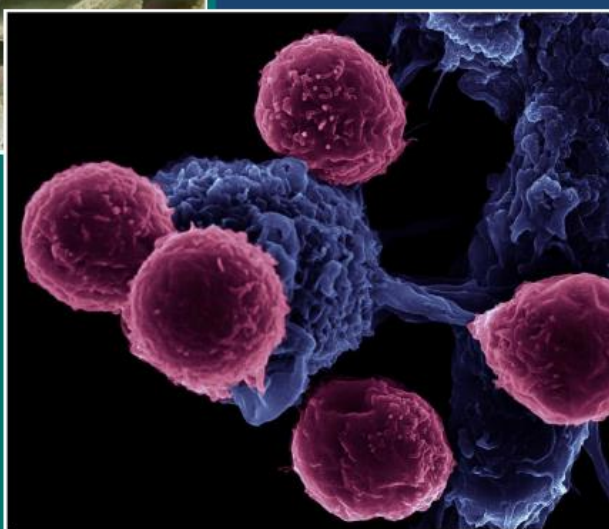
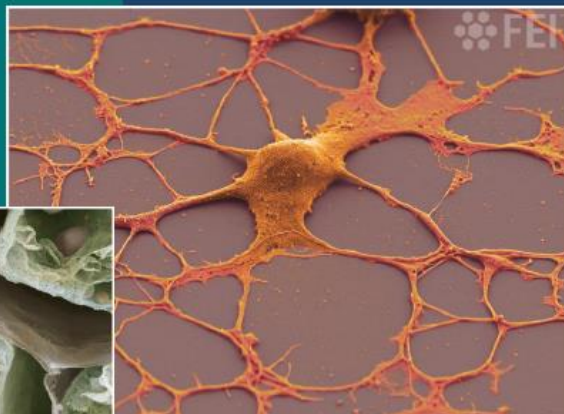


VI Съезд биофизиков и России

Сборник научных трудов

Том. 2



КУБАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

16 - 21.09.2019 (г. Сочи)

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ОТДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК РАН
СЕКЦИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ РАН
НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКИХ БИОФИЗИКОВ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М.В.ЛОМОНОСОВА
КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ АНАЛИТИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ РАН
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ РАН
ИНСТИТУТ БИОФИЗИКИ КЛЕТКИ РАН
ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БИОФИЗИКИ РАН
ИНСТИТУТ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ ИМ. В.А. ЭНГЕЛЬГАРДА РАН
ООО «ВОДОРОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» (Г.КРАСНОДАР)

Организационный комитет:	Рубин А.Б., член-корр. РАН - председатель Иваницкий Г.Р., член-корр. РАН - зам. председателя Фесенко Е.Е., член-корр. РАН - зам. председателя Ризниченко Г.Ю., проф., д.ф.-м.н. - зам. председателя Барышев М.Г., проф., д.б.н. - зам. председателя Дроздов А.В., к.ф.-м.н. - зам. председателя Анашкина А.А., к.ф.-м.н. - ответственный секретарь Аллахвердиев Сулейман Ифхан оглы, д.б.н. Артюхов В.Г., проф., д.б.н. Белецкий И.П., проф., д.б.н. Белова Н.А., д.б.н. Вихлянцева И.М., д.б.н. Владимиров Ю.А., академик РАН Воденев В.А., д.б.н. Вологовский И.Д., академик РАН Гительзон И.И., академик РАН Григорьев А.И., академик РАН Гурский Г.В., чл.-корр. РАН Гусев Н.Б., чл.-корр. РАН Дегерменджи А.Г., академик РАН	Есипова Н.Г., к.ф.-м.н. Кирпичников М.П., академик РАН Колчанов Н.А., академик РАН Комаров В.М., проф., д.б.н. Кочетков С.Н., чл.-корр. РАН Курочкин В.Е., д.т.н. Макаров А.А., академик РАН Макеев В.Ю., член-корр. РАН Моренков О.С., д.б.н. Нечипуренко Д.Ю., к.ф.-м.н. Никольский Н.Н., академик РАН Островский М.А., академик РАН Розанов А.Ю., академик РАН Скулачев В.П., академик РАН Твердислов В.А., проф., д.ф.-м.н. Ткачук В.А., академик РАН Тумаян В.Г., проф., д.ф.-м.н. Устинин М.Н., д.ф.-м.н. Фрисман Е.Я., чл.-корр. РАН Цыганков А.А., д.б.н. Шувалов В.А., академик РАН
Программный комитет:	Рубин А.Б., член-корр. РАН - председатель Есипова Н.Г., к.ф.-м.н. - зам. председателя Атауллаханов Ф.И., член-корр. РАН Браже А.Р., к.б.н. Браже Н.А., к.б.н. Ванин А.Ф., проф., д.ф.-м.н. Василевский Ю.В., проф., д.ф.-м.н. Габитов А.Г., академик РАН Галль Л.Н., д.ф.-м.н. Зинченко В.П., д.ф.-м.н. Красавин Е.А., член-корр. РАН Крицкий М.С., проф., д.б.н. Ляхно В.Д., д.ф.-м.н. Макеев В.Ю., член-корр. РАН Максимов Г.В., проф., д.б.н. Намиот В.А., проф., д.ф.-м.н.	Николаев Е.Н., член-корр. РАН Петрушанко И.Ю., к.ф.-м.н. Плюснина Т.Ю., к.ф.-м.н. Ризниченко Г.Ю., проф., д.ф.-м.н. Ропушкин Д.И., проф., д.б.н. Соболев А.С., проф., д.б.н. Тихонов А.Н., д.ф.-м.н. Тумаян В.Г., проф., д.ф.-м.н. Узденский А.Б., профессор, д.б.н. Фесенко Е.Е., чл.-корр. РАН Финкельштейн А.В., чл.-корр. РАН Хрущев С.С., к.б.н. Черенкевич С.Н., академик РАН Шайтан К.В., проф., д.ф.-м.н. Яковенко Л.В., д.ф.-м.н. Яхно В.Г., проф., д.ф.-м.н.
Локальный организационный комитет (КубГУ):	Барышев М.Г., профессор РАН, д.б.н. - председатель Джимак С.С., к.б.н. - зам. председателя Елкина А.А. - ответственный секретарь	Ильченко Г.П., к.ф.-м.н. Копытов Г.Ф., д.ф.-м.н., профессор Петрив И.С., к.т.н. Текуцкая Е.Е., к.х.н. Шашков Д.И., преподаватель

Сдано в набор 26.07.2019. Подписано печать 25.08.2019

Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman

Отпечатано с готового оригинал-макета в ООО Полиграфическое объединение «Плехановец»

Фотографии на обложку взяты с разрешения компании Thermo Fisher Scientific с сайта: www.fej.com

Научные труды VI Съезда биофизиков России опубликованы при финансовой поддержке

Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 19-04-20089)

Тираж 600 экз.

DOI: 10.31429/SbR6.2019.001
ISBN 978-5-8209-1644-1



**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ VI СЪЕЗДА БИОФИЗИКОВ
РОССИИ: в 2 томах, том 2 – Краснодар: Полиграфическое
объединение «Плехановец», 2019**

Представлены материалы VI Съезда биофизиков России. Основные направления Съезда: механизмы действия физико-химических факторов на биологические системы; медицинская биофизика; фотобиология и биофотоника; структура и динамика белков и их комплексов; структура и динамика нуклеиновых кислот и их комплексов; биофизика клетки; мембранные процессы; биологическая подвижность; молекулярные моторы; механизмы трансформации энергии; биофизика одиночных молекул; нанобиотехнологии; нейродинамика и нейробиология; биофизическое образование.

Сборник предназначен для биофизиков, биохимиков, молекулярных биологов, специалистов, работающих в различных областях физико-химической биологии. Он может быть также полезен для студентов и аспирантов, специализирующихся в данной отрасли знаний.

Ответственные редакторы: чл.-корр. РАН А.Б. Рубин, проф. Г.Ю. Ризниченко, А.А. Анашкина

Проведение VI Съезда биофизиков России поддержано Российским фондом фундаментальных исследований (грант № 19-04-20089)



The materials of the VI Congress of Biophysicists of Russia are presented. The main directions of the Congress: mechanisms of action of physico-chemical factors on biological systems; medical biophysics; photobiology and biophotonics; structure and dynamics of proteins and their complexes; structure and dynamics of nucleic acids and their complexes; cell biophysics; membrane processes; biological mobility; molecular motors; energy transformation mechanisms; biophysics of single molecules; nanobiotechnology; neurodynamics and neurobiology; biophysical education.

The collection is intended for biophysicists, biochemists, molecular biologists, specialists working in various fields of physical and chemical biology. It can also be useful for undergraduate and postgraduate students specializing in this area of knowledge.

Responsible editors: Corr. RAS A.B. Rubin, prof. G.Yu. Riznichenko, A.A. Anashkina

The VI Congress of Russian Biophysicists was supported by the Russian Foundation for Basic Research (grant No. 19-04-20089).

Партнеры VI Съезда биофизиков России:



**Кубанский государственный университет
2019**

РАДИКАЛЫ В СТРУКТУРАХ КЛЕТКИ RADICALS IN THE CELL STRUCTURES

Шаповалов Ю.А., Тулеуханов С.Т., Абдрасулова Ж.Т., Швецова Е.В.

РГП Казахский национальный университет им. аль Фараби, Алматы, yu.shapovalov@mail.ru

К радикалам относят атомы или молекулы, имеющие неспаренный электрон, который определяет их высокую нестабильность и активность, связанную со стремлением радикалов захватить или отдать лишний электрон. В биологических объектах различают природные и чужеродные радикалы. Известно, что чужеродные радикалы оказывают негативное влияние на клетки живых организмов: окисляют аминокислоты, белки, повреждают и дезорганизуют клеточные структуры и биологические мембраны. Возникновение чужеродных радикалов связано с физическим воздействием на клетки радиации, ультрафиолетового облучения, химического действия ксенобиотиков. Для снижения агрессивного влияния радикалов на организм человека и животных в биологических объектах имеются специализированные ферментные системы антиоксидантной защиты, а также применяются различные антиоксиданты.

В отличие от чужеродных радикалов, в живых системах преобладают природные радикалы, которые выполняют ключевую роль в процессах жизнедеятельности клеток: в реакциях биосинтеза, окислительного фосфорилирования, регуляции липидного обмена, процессах митоза, метаболизма и др. Ежедневно каждая клетка генерирует миллионы соединений, обладающих естественной радикальной природой, которые затем участвуют в одноэлектронных биохимических процессах.

Существенную роль в радикальных окислительно-восстановительных реакциях клетки выполняют коферменты NAD, NADP, FAD, FMN, CoQ и др., которые являются акцепторами электронов для одной группы ферментов в полиферментном комплексе и донорами для другой. Коферменты способны образовывать промежуточные радикальные структуры и комплексы с переносом заряда (КПЗ) в биологических мембранах, обеспечивая перенос энергии и транспорт электронов. При этом восстановление и окисление метаболитов сопровождается циклической ферментативной регенерацией коферментов.

К группе переносчиков энергии и электронов, широко распространенных в растительном и животном мире относят природные органические пигменты - каротиноиды, имеющие сопряженную систему связей. Каротиноиды могут взаимодействовать со свободными радикалами тремя способами, при этом всегда образуются радикалы каротиноидов. При взаимодействии с полиеновой структурой каротиноидов образуется радикал Car-R[•]; в реакции с отделением атома водорода - Car-H[•]; при переносе электронов - Car^{+•}.

Каротиноиды образуют КПЗ с биоорганическими соединениями, имеющими свободно-радикальную форму хинона. Например, коферменты FAD, FMN, а также рибофлавин имеют в своем составе изоаллоксазиновое кольцо, которое при восстановлении образует радикал семихинона. Важную роль в транспорте окислительно-восстановительных эквивалентов отводят небелковому переносчику электронов и протонов - коферменту Q (CoQ), который также способен приобретать форму свободного радикала - семихинона (CoQH[•]). Ферментативная реакция с участием коферментов NAD, NADP протекает через две одноэлектронные стадии, в результате первой из них образуются промежуточные свободные радикалы коферментов NAD[•] или NADP[•], имеющие хиноидную структуру в никотинамидном нуклеотиде.

Одноэлектронный характер взаимодействия каротиноидов и их комплексов с хинонами в полярных средах исследован в работе [1]. Образование катион-радикалов каротиноидов в реакции с хинонами показало, что на первой стадии образуется КПЗ, а затем ион-радикальная пара [Car^{+•} + Q[•]]. Конечными продуктами являются аддукты каротиноида с хиноном (Car - Q) и *цис* - изомеры каротиноида. Образование КПЗ в реакциях β-каротина, кантаксантина и 8'-апо - β-каротина-8'-аля с хинонами были зарегистрированы методом оптической спектроскопии и ЭПР.

Каротиноиды, в основном, локализируются в липофильной области БМ, где образуют стабильные комплексы. Вытянутая светочувствительная электропроводящая структура каротиноидов формирует КПЗ с липидами в липофильной области биологической мембраны, образуя катион- и анион радикалы, обеспечивая перенос энергии и электронов. Проводилось изучение образования КПЗ между β - каротином и липидом - кардиолипином. Для кардиолипина в видимой области спектра не были обнаружены полосы поглощения, тогда как β-каротин имеет характерные полосы при 425, 450, 475 нм. Существенное расширение (до 100 нм) полосы поглощения β-каротина в длинноволновую область наблюдается при образовании комплекса кардиолипина и β-каротина. Незначительное смещение полос поглощения в длинноволновую область до 480 нм было получено для комплекса β - каротин-лецитин относительно исходной длины - 450 нм. Проведенные экспериментальные исследования показали, что система каротин - липид образует КПЗ, посредством которого возможен электронный перенос через липидо-каротиноидную структуру биологической мембраны. Были проведены модельные исследования по изучению переноса электронов в двухэлектродном биологическом генераторе тока с использованием иммобилизованной на электропроводном носителе фермент - кофакторной системы алкогольдегидрогеназа - никотинамидадениндинуклеотид (LADH-NAD).

1. Polyakov N., Leshina T. Certain Aspects of the reactivity of carotenoids. Redox Processes and complexation//Успехи химии 2006, Т.75, №12, С.1175-1192.