

[7] Malyshev V.P. Molekuljarnyj sharm i gremjashhee tornado barabannyh sha-rovyh mel'nic // Jenciklopedija inzhenera-himika. – 2013. N9. – s. 54-59; V10. – k. 56-60.

[8] V.P. Malyshev, A.M. Turdukozhayeva (Makasheva). What Thunder There and is not Heard When Using Ball Mills? // Journal of Materials Science and Engineering A. – 2013. – № 2. – V. 3. – P. 131-144.

[9] Malyshev V.P., Makasheva A.M., Bekturganov N.S., Tokbulatov T.E., Kravchenko V.G., Kajkenov D.A. Ispol'zovanie veroyatnostnoj modeli iz-mel'chenija dlja analiza i prognozirovaniya raboty promyshlennoj mel'nicy // Obogashhenie rud. – 2014. – N4. – S. 3-7.

[10] Malyshev V.P., Bekturganov N.S., Makasheva A.M., Kajkenov D.A., Tok-bulatov T.E., Kravchenko V.G. Novyy podhod k izmel'cheniju rud // Promyshlennost' Kazahstana. – 2014. - №6. – S. 72-74.

КОШИ, МАКЛОРЕННИҢ ЖИНАҚТЫЛЫҚ ИНТЕГРАЛДЫ БЕЛГІСІНІҢ НЕГІЗІНДЕ ҚАТАРҒА БАҒА БЕРУ ЖӘНЕ ҚАТАР СОММАСЫН ЕСЕПТЕУ МҮМКІНДІГІ ТУРАЛЫ

В. П. Мальшев, Ю. С. Зубрина

Ж. Әбішев атындағы химия-металлургия институты, Қарағанда, Қазақстан

Тірек сөздер: қатардың жинақтылығы, қатар соммасы, эквиваленттілік, меншіксіз интеграл, жинақтылық белгісі.

Аннотация. Авторлар алғаш рет Коши, Маклореннің жинақтылық интегралды белгісін қатар жинақтылығын ғана емес, сонымен қатар қатар соммасының өзін анықтау мүмкіндігін қатардың эквиваленттілік коэффициенті мен сәйкесінше меншіксіз интегралды жүргізумен қарастырады. Аталған коэффициенттің тұрақтылығы қатардың түрленуі кезіндегі кез келген жеке интервал мен интеграл үшін оның жалпы меншіксіз интегралды есептеу арқылы қатар үшін қолданылуын қамтамасыз етеді. Осындай тәсіл арқылы көптеген қосылатын қатарларды кеңейтуге және ұсынылған эквиваленттілік коэффициентін бұған дейін белгісіз қатар соммаларын анықтау мақсатында пайдалану үшін ұсынуға мүмкіндік берді.

Поступила 22.05.2015 г.

**BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 1991-3494

Volume 4, Number 356 (2015), 76 – 80

FEATURES OF OPTICAL PROCESSES IN A LIVING CELL

I. S. Blokhin, M. I. Kassymbayev, A. M. Tatenov, H. V. Tsesarski

“IRC (Information Research Center) “ALMATY”, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: agmax@yandex.com ,tatenov_adambek@mail.ru

Key words: cage, biomolecule, electromagnetic energy, anabolic, catabolic.

Abstract. Currently scientists increasingly focus on the role of absorption of photons by biomolecules of the living cells. In this paper we provide theoretical justification for the existence of optical processes inside living cells, carrying out the communication between biomolecules targeted delivery of the energy required for the mechanical movement and participation in anabolic and catabolic processes. As such processes can be considered the energy of electromagnetic waves of optical and ultraviolet range of the spectrum. The window of the optical activity of the majority of the biomolecules are located in the wavelength range 20 - 500 nm.

We list many facts testifying in favor of the regulation of cellular processes by means of electromagnetic waves. Many biomolecules and their groups are complex optical converters: valves, filters, antennas, polarizers, lasers, and even holograms. Therefore It is proposed to revise the intracellular nature of power in favor of the exchange of biological molecules by energy of electromagnetic waves.

We also assume the availability of the information function of the optical signals. The optical nature of intracellular communication allows you to organize targeted delivery of energy (information) to any biomolecule.

It is important to simulate the possible mechanisms of optical regulation of intracellular processes and figure out ways of receipt of electromagnetic radiation into the cell, and the generation of such radiation.

РОЛЬ ОПТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЖИВОЙ КЛЕТКЕ**И. Блохин, М. Касымбаев, А. Татенов, Г. Цесарский**

ТОО «Инновационно-исследовательский Центр «АЛМАТЫ», Алматы, Казахстан

Ключевые слова: клетка, биомолекула, электромагнитная энергия, анаболические, катаболические.

Аннотация. В настоящее время учеными все больше внимания уделяется роли поглощения фотонов биомолекулами живых клеток. В этой статье мы приводим теоретическое обоснование существования оптических процессов внутри живых клеток, осуществляющих коммуникации между биомолекулами, адресную доставку энергии, необходимой для механического движения и участия в анаболических и катаболических процессах. В качестве таких процессов можно рассмотреть энергию электромагнитных волн оптического и ультрафиолетового диапазона спектра. Окно оптической активности большинства биомолекул находится в диапазоне длин волн 20 - 500 нм.

Мы перечисляем множество фактов, свидетельствующих в пользу регуляции клеточных процессов посредством электромагнитных волн. Многие биомолекулы и их группы представляют собой сложные оптические преобразователи: затворы, фильтры, антенны, поляризаторы, лазеры и даже голограммы. В связи с этим предлагается пересмотреть природу внутриклеточного энергоснабжения в пользу обмена биологическими молекулами энергией электромагнитных волн.

Нами так же предполагается наличие информационной функции оптических сигналов. Оптическая природа внутриклеточной коммуникации позволяет организовать адресную доставку энергии (информации) любой биомолекуле.

Важно промоделировать возможные механизмы оптической регуляции внутриклеточных процессов, а также выяснить пути поступления электромагнитного излучения внутрь клетки, места и условия генерации подобного излучения.

Введение. Живая клетка – это 200 трлн. биомолекул, составляющих единый, иногда полностью автономный организм. Раньше биологи полагали, что органеллы клеток обладают некоторой свободой расположения в пространстве клетки. В настоящий момент известно, что все многообразие клеточных структур подчинено строгому порядку. Каждая биомолекула обязана действовать в согласии с остальными. Для выполнения своих функций она должна получать механическую энергию $E_{\text{мех}}$ для перемещения внутри клетки и химическую энергию $E_{\text{хим}}$ участия в анаболических и катаболических процессах. Также каждая биомолекула должна каким-то образом обладать сведениями о своей роли внутри клетки.

В настоящее время учеными все больше внимания уделяется роли поглощения фотонов биомолекулами живых клеток [1].

Мы предполагаем существование физических процессов внутри клетки, осуществляющих функции коммуникации между биомолекулами, а также адресной доставки энергии $E = E_{\text{мех}} + E_{\text{хим}}$. В качестве таких процессов можно рассмотреть энергию электромагнитных волн оптического и ультрафиолетового диапазона спектра.

Спектры и оптическая активность биомолекул. Приблизительно 18% общего веса организма приходится на углерод С. Он включен во все биомолекулярные соединения. Соединения на основе углерода обладают как структурной, так и пространственной изомерией. Последняя лежит в основе оптической активности биомолекул, которая выражается в их способности вращать плоскость поляризации падающей световой волны. Наибольшую оптическую активность проявляют аминокислоты и сахара. При этом 19 из 20 аминокислот, составляющих живой организм вращают плоскость поляризации падающей световой волны против часовой стрелки (L), а сахара – по часовой (D). Удивительно, что в реакциях между оптически неактивными веществами L и D-формы образуются в равных количествах, но в составе живых организмов встречается только один тип.

Существование явления изомерии делает разнообразие органических молекул необычайно большим. Так, если в молекуле белка имеется 100 различных асимметрических центров, то должно существовать 10^{43} возможных оптических изомеров. Это говорит о том, что организм имеет возможность маркировать одни и те же белки по признаку оптической активности. В то же время каждый белок является уникальной последовательностью оптически активных аминокислот, что наделяет его свойствами уникального «оптического ключа». Поглощая внешнее излучение

определенной частоты, аминокислотная последовательность в белке преобразует поглощенный свет в соответствии с последовательностью и составом аминокислот, входящих в цепочку белка.

Углеродные соединения также лежат в основе люминофоров – молекул, способных испускать свет под действием разного рода возбуждений. Органические люминофоры способны преобразовывать частоту падающего излучения, сдвигая его в область более низких частот по закону Стокса. Например, поглощая свет в ближней УФ-области, они флуоресцируют в фиолетовой ($\lambda_{\text{макс}} = 415-429$ нм), синей (430-440 нм) или зелено-синей (441-466 нм) частях видимой области спектра. При этом форма спектра люминесценции не зависит от способа возбуждения молекулы. В свою очередь квантовый выход фотолюминесценции не зависит от падающего излучения. Однако на спектральное положение полосы люминесценции влияет длина системы сопряженных двойных связей. Такие связи мы можем наблюдать в гетероциклических соединениях углерода, входящих в состав сахаров (углеводов).

Углеводы представлены моносахаридами и полисахаридами. Отдельный вид полисахаридов - олигосахариды - формируют цепочки не более чем из 20 моносахаридов. Биомолекулы, в которых пептидная (белковая) часть ковалентно соединена с несколькими группами олигосахаридов, называются гликопротеинами. Данный вид биомолекул встречается в клеточных мембранах, а также представлен секреторными белками (гормонами). Также гликопротеинами являются все антитела, интерфероны, компоненты комплемента, белки плазмы крови, рецепторные белки и др.

Сочетание люминофора и оптически активной молекулы («оптического ключа») в едином ансамбле кажется нам интересным и неслучайным. Люминофор в составе подобной биомолекулы способен выполнять роль антенной ячейки для взаимодействия с коротковолновым излучением.

Не менее интересными оптическими свойствами обладают некоторые биомолекулы жиров. Например, фосфолипиды, в структуре которых содержится полярная группа и гидрофобная углеводородная цепь, можно отнести к классу лиотропных жидких кристаллов. Так же холестерин и другие стероиды представляют класс холестерических жидких кристаллов. Их длинные оси повернуты друг относительно друга так, что они образуют спирали, очень чувствительные к изменению температуры вследствие чрезвычайно малой энергии образования этой структуры (порядка 0,01 Дж/моль). Спиральная структура холестериков определяет их высокую оптическую активность (которая на несколько порядков выше, чем у обычных органических жидкостей и твердых кристаллов) и способность селективно отражать циркулярно поляризованный свет видимого, ИК и УФ диапазонов. При изменении температуры, состава среды, напряженности электромагнитного поля изменяется шаг спирали, что сопровождается изменением оптических свойств, в частности цвета.

Оптические свойства мембраны клетки. Мембраны клеток однотипны и представляют собой липидный бислой толщиной около 6 нм, представленный фосфолипидами, гликолипидами и холестерином. Схема мембраны изображена на рисунке. Мембраны пронизывают интегральные трансмембранные белки – гликопротеины, углеводная часть которых ориентирована во внешнее

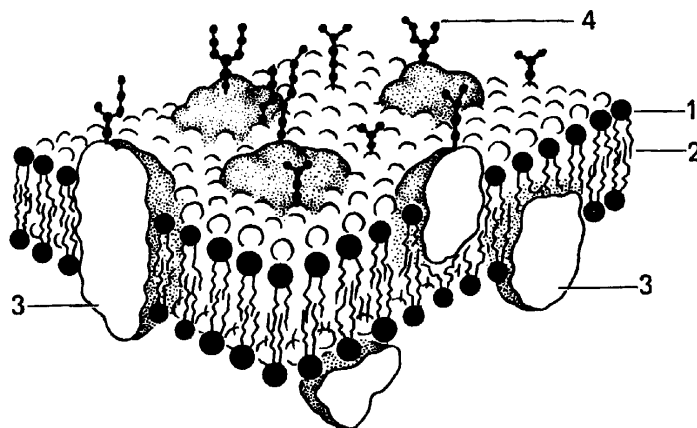


Рисунок 1 – Мембрана клетки:

1, 2 – липидный бислой; 3 – трансмембранный домен белка; 4 – олигосахаридная цепь гликопротеина

пространство клетки, а белковый домен один или несколько раз пронизывает мембрану. Углеводные компоненты, входящие в состав мембранных гликопротеинов и гликолипидов, образуют гликокалис. Массовая доля, приходящаяся на гликокалис, колеблется в диапазоне от 2 до 10% массы всей мембраны.

Как уже было ранее отмечено, углеродные кольца олигосахаридных боковых цепей гликопротеинов являются органическими люминофорами, а значит, идеально подходят для «приема» высокочастотных оптических «сигналов». Возбуждение электронных облаков олигосахаридных цепей передается на белковую часть молекулы гликопротеина - оптически активную цепь аминокислот, слагающих данный пептид. Возбуждение сопровождается эмиссионным излучением видимой области спектра. Оптический сигнал передается белками, включенными в мембраны, через липидный слой во внутреннюю полость клетки – цитоплазму и органеллы. Аминокислоты белковых соединений оптически активны, то есть способны вращать плоскость поляризации падающего излучения. Спираль белка, выстроенная из оптически активных аминокислот, циклически вращает плоско поляризованный свет, преобразуя его в эллиптически поляризованный свет.

Мембрана клетки может быть представлена как высокочастотный оптический затвор. Классическая конструкция подобного прибора состоит из двух скрещенных поляризаторов и оптически активной среды, расположенной между ними. Плоско поляризованный свет, проникающий через первый поляризатор, становится эллиптически поляризованным при прохождении через оптически активную среду, и при определенных параметрах среды сможет выйти через второй поляризатор. Переменное изменение свойств оптической среды позволит импульсно пропускать свет с частотой до 1 ПГц. Получается затвор, который используют во многих технических устройствах – в электронных дальномерах, оптических каналах связи, лазерной технике.

Оптические свойства ядра клетки. Ядро клетки требует отдельного изучения наличия у него оптических свойств. Основным веществом ядра является хроматин. Данное вещество – это молекула ДНК, находящаяся в двух фазах: эухроматин и гетерохроматин. Эухроматин – это активная фаза ДНК, в которой сама молекула пребывает в развернутом состоянии для осуществления процедуры транскрипции. Гетерохроматин представлен конденсированной (свернутой) фазой ДНК.

Опытные исследования показали, что молекула ДНК может служить источником когерентного лазерного излучения. Экспериментально получено усиление люминесценции молекул ДНК путем облучения их двухфотонным лазерным излучением видимого диапазона спектра [2]. В результате спектр люминесценции молекулы ДНК сдвигался в область синего цвета видимого диапазона и ближнего УФ. Также возможна хемилюминесценция ДНК под воздействием стероидных гормонов и АТФ-реакций. Люминесценция молекулы ДНК сопровождается пространственной конфирмацией молекулы, что порождает акустические волны в среде.

Интересным выглядит предположение о том, что конденсированная фаза молекулы ДНК (гетерохроматин) напоминает голографическую пластину, которая может быть проявлена когерентным излучением, испускаемым активной фазой ДНК.

Выводы. Для непрерывной работы биомолекул живой клетки требуется постоянное поступление энергии, причем такой, которая может быть поглощена. Наиболее естественная форма передачи энергии атому или молекуле – это поглощение электромагнитного излучения. Мы перечислили множество фактов, свидетельствующих в пользу того, что регуляция клеточных процессов посредством электромагнитных волн имеет место быть. Многие биомолекулы и их группы представляют собой сложные оптические преобразователи: затворы, фильтры, антенны, поляризаторы, лазеры и даже голограммы.

Клетка имеет размер порядка 70 мкм в диаметре. Диапазон длин волн, для которых большинство биомолекул проявляют оптическую активность, составляет 20 - 500 нм. Порядок длин волн характерного излучения и размеры клетки весьма близок, что позволяет предположить возможность формирования картины стоячих электромагнитных волн внутри клетки.

Наконец, мы можем предполагать наличие информационной функции оптических сигналов. По сравнению с «классическими» процессами передачи информации между биомолекулами, которые сводятся к химическим реакциям и молекулярными мессенджерам, оптический канал связи имеет ряд преимуществ: широкая полоса пропускания сигналов, спектральная плотность

каналов, малое затухание сигналов, низкий уровень шумов и высокая помехозащищенность. Кроме того, мы убедились, что оптическая природа внутриклеточной коммуникации позволяет организовать буквально адресную доставку энергии (информации) практически любой биомолекуле.

Важно промоделировать возможные механизмы оптической регуляции внутриклеточных процессов, а также выяснить пути поступления электромагнитного излучения внутрь клетки, места и условия генерации подобного излучения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Rahnama M., Bokkon I. Emission of Mitochondrial Biophotons and their Effect on Electrical Activity of Membrane via Microtubules // *J Integrative Neuroscience*. – 2011. – Vol. 10, N 1. – P. 65-88.

[2] Агал'цов А.М., Горяев П.П. Двухфотонно-возбуждаемая люминесценция в генетических структурах // *Квантовая электроника*. – 1996. – Т. 23, № 2. – С. 181-184.

REFERENCES

[1] Rahnama M., Bokkon I. Emission of Mitochondrial Biophotons and their Effect on Electrical Activity of Membrane via Microtubules. *J Integrative Neuroscience*. 2011. Vol. 10, N 1. R. 65-88.

[2] Agal'cov A.M., Garjaev P.P. Dvuhfotonno-vozbuzhdaemaja ljuminescencija v geneticheskikh strukturah. *Kvantovaja jelektronika*. 1996. T. 23, № 2. S. 181-184.

ТІРІ ЖАСУШАЛАРДАҒЫ ОПТИКАЛЫҚ ПРОЦЕССТЕРДІҢ РОЛІ

И. Блохин, М. Қасымбаев, А. Татенов, Г. Цесарский

ЖШС «АЛМАТЫ» Инновациялық Зерттеу орталығы», Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: жасушалар, биомолекула, электромагниттік энергия, анаболик, катаболик.

Аннотация. Қазіргі уақытта ғалымдар, тірі жасушалардың биомолекулаларының фотондарды жұту роліне қатты назар аударуда.

Бұл мақалада, тірі жасушалардың ішінде оптикалық процесстердің бар екенін теориялық тұрғыдан негіздеп көрсетеміз. Жасушалар биомолекулалар арасында байланысты іске асырады, электромагниттік энергияны адресі түрде орнына жеткізеді, ал бұл энергияны механикалық түрлі қозғалыстарға, анаболитикалық және катаболитикалық процесстерге жұмсалады. Көптеген биомолекулалардың оптикалық активті терезелері, электромагниттік толқындардың толқын ұзындықтары 20-500 нм аралығында, наықталып отыр. Электромагниттік толқындар арқылы жасуша процесстерін басқарып өзгертуін, көптеген фактілер растайтынын біз келтіріп отырмыз. Көмеген биомолекулалар және солардың топтары күрделі оптикалық түрлендіргіні ретінде қызмет атқарады: олар фильтр, затвор, антенна, поляризатор, лазер тіптен голограмма ретінде оптикалық сигналдарды түрлендіреді. Осының негізінде, жасуша ішіндегі энергия қамтамасыз ету табиғатын қайта қарастыру көзделіп отыр.

Біздер оптикалық сигналдардың ақпараттық функциясы бар деп жорамалдаймыз. Жасуша ішіндегі коммуникациялардың оптикалық табиғаты, кез келген биомолекулаға адресі түрде энергияны жеткізуге мүмкіндік береді.

Поступила 22.05.2015 г.