

УДК 615.012 + 615.014.43 + 621.373.9 + 579.66

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНЫХ МИЛЛИМЕТРОВЫХ ВОЛН НА ОПТИЧЕСКУЮ ПЛОТНОСТЬ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ MRS-1

Кузнецов Д.Б.

*Пермская государственная фармацевтическая академия Минздрава,  
Пермь, e-mail: denis.pfa@gmail.com*

Множество работ сосредоточены на исследовании воздействия КВЧ-излучения на воду и культивирование микроорганизмов. В работе [2] рассмотрены возможности использования КВЧ-излучения в фармации. Нами проведено исследование воздействия КВЧ-излучения на оптическую плотность питательной среды MRS-1, используемую для культивирования лактобактерий с целью проверки как ранее экспериментальных данных с облучением воды, так и для прояснения главного звена в механизме воздействия миллиметрового излучения при культивировании микроорганизмов. Гипотеза молекулярного механизма воздействия КВЧ-излучения на микроорганизмы приведенная в работе [3] говорит, что КВЧ-излучение поглощается водой и/или другими молекулами, что приводит к устойчивым структурным перестройкам. Последние исследования влияния электромагнитного излучения оптического и инфракрасного диапазона на воду, находящуюся на границе фаз показали, что широкие макроскопические области жидкости на границе фаз приобретают свойства отличные от обычной объемной воды [6].

**Ключевые слова:** КВЧ-излучение, УФ-спектрофотометрия, многослойная адсорбция, оптическая плотность, питательная среда

## INVESTIGATION OF LOW INTENSITY MILLIMETER WAVES ON THE OPTICAL DENSITY NUTRIENT MEDIUM MRS-1

Kuznecov D.B.

*Perm of state pharmaceutical academia, Perm, e-mail: denis.pfa@gmail.com*

A number of work focused on the study of the impact of short-wave radiation on the water and the cultivation of microorganisms. Article [2] examined the possibility of using short-wave radiation in the pharmacy. We investigated the effects of short-wave radiation to the optical density of the medium MRS-1, used for the cultivation of lactobacilli to verify the earlier experimental data with exposure to water and to clarify the main link in the mechanism of action of millimeter radiation in the cultivation of microorganisms. Hypothesis of the molecular mechanism of action of short-wave radiation on the microorganisms contained in Article [3] says that EHF-radiation is absorbed by water and / or other molecules, which leads to stable structural rearrangements. Recent studies of the effect of electromagnetic radiation in the optical and infrared light on the water, located at the interface showed that the broad field of macroscopic liquid at the interface acquire properties different from ordinary bulk water [6].

**Keywords:** EHF-radiation, UV spectrophotometry, multilayer adsorption, optical density, culture medium

На протяжении многих исследований было показано, что КВЧ-излучение влияет на биохимические процессы. Исследования действия КВЧ-излучения на микроорганизмы показало, что оно оказывает влияние на: морфологию клеток, процесс клеточного деления, ряд биологических свойств бактерий, скорость роста (выход биомассы), выход ферментов в среду. При этом отсутствовал мутагенный эффект [5].

Первоначально считалось, что в основе механизма КВЧ-излучения лежит воздействие на информационные процессы в клетке. И уже тогда считалось, что КВЧ-излучение влияет на процессы мембранного транспорта за счет изменения примембранных слоев воды. Резюме о представлениях того и настоящего времени написано в обзоре [3] и работе [1].

В общем и целом современное представление о механизме воздействия электромагнитного излучения на живые объекты показано в работе [3]. Согласно приведенной гипотезе воздействия

КВЧ-излучения на микроорганизмы, КВЧ-излучение поглощается водой и/или другими молекулами, которое запасается в виде  $\Delta\mu_n^+$ , а  $\Delta\mu_n^+$  в свою очередь расходуется на синтез АТФ с помощью протонных АТР-синтаз, что проявляется как увеличение энергетического обмена в микроорганизмах и соответственно увеличения скорости роста, либо при избыточном облучении вызывать оксидатный стресс.

Последние исследования влияния электромагнитного излучения оптического и инфракрасного диапазона на воду, находящуюся на границе фаз показали, что широкие макроскопические области жидкости на границе фаз приобретают свойства отличные от обычной объемной воды [6].

Однако непосредственное исследование механизма КВЧ-излучения с точки зрения адсорбции слоев молекул воды на поверхности раздела фаз не были проведены.

В работе [2] рассмотрены возможности использования КВЧ-излучения в фармации, в частности при проведении технологиче-

ских процессов с использованием микроорганизмов.

В данной работе приведены экспериментальные данные об изменении оптической плотности питательной среды MRS-1 используемой для культивирования лактобактерий.

Гипотеза молекулярного механизма воздействия КВЧ-излучения на микроорганизмы предложенная в [3] говорит, что КВЧ-излучение на резонансных частотах поглощается молекулами воды, что приводит к перестройке электронных плотностей и разделению зарядов и как следствие образованию упорядоченных макроскопических структур в виде многослойной сетки диполей на гидрофильных поверхностях.

### Материалы и методы исследования

#### *Подготовка проб*

Питательная среда MRS-1, используемая в эксперименте, была изготовлена из 10,0 пептона, 20 мл дрожжевого экстракта, 20,0 глюкозы, 1 мл твина-80, 2,0 калия фосфорно-кислого двузамещенного, 5,0 натрия ацетата, 2,0 триаммония цитрата, 0,2 сульфата магния, 0,05 сульфата марганца ( $MgSO_4 \cdot 4H_2O$ ), доведена до 1 л и простерилизована, pH = 6,2 при  $T = 25^\circ C$ .

#### *Изменение оптической плотности*

Было проведено измерение оптической плотности на спектрофотометре СФ-103 НПКФ «АКВИЛОН». Измерения проводили при комнатной температуре.

#### *КВЧ-излучение*

Источником КВЧ-излучения служил аппарат МИЛТА-КВЧ НПО «Космического приборостроения». Аппарат генерирует электромагнитное излучение длиной волны 7,1; 5,6 мм выходная мощность 10 мВт. Питательную среду разливали в кварцевые кюветы и помещали в поле КВЧ-излучения.

### Результаты исследования и их обсуждения

Данный эксперимент является продолжением более ранних исследований влияния электромагнитного излучения на околоповерхностные слои воды, которые показали, что энергия излучения может аккумулироваться в виде энтропии потерь и разделения зарядов только при наличии гидрофильной поверхности и воды. В ходе облучения происходит интенсивный рост толщины адсорбированных молекул воды на поверхности, причем зоны вырастают большей толщины, чем без излучения [6].

Чтобы проверить, что ключевую роль в процессе воздействия ЭМИ миллиметрового диапазона на микроорганизмы играют молекулярные перестройки на гидрофильных поверхностях была измерена оптическая плотность питательной среды MRS-1 сразу после облучения.

В опыте, проведенном нами, гидрофильными поверхностями выступали стенки кварцевой кюветы, а также поверхности гидрофильных веществ, входящих в состав питательной среды MRS-1.

Известно, что длины волн 7,1 и 5,6 мм соответствующие 42,25 и 53,57 ГГц являются резонансными частотами поглощения в жидкой воде [4].

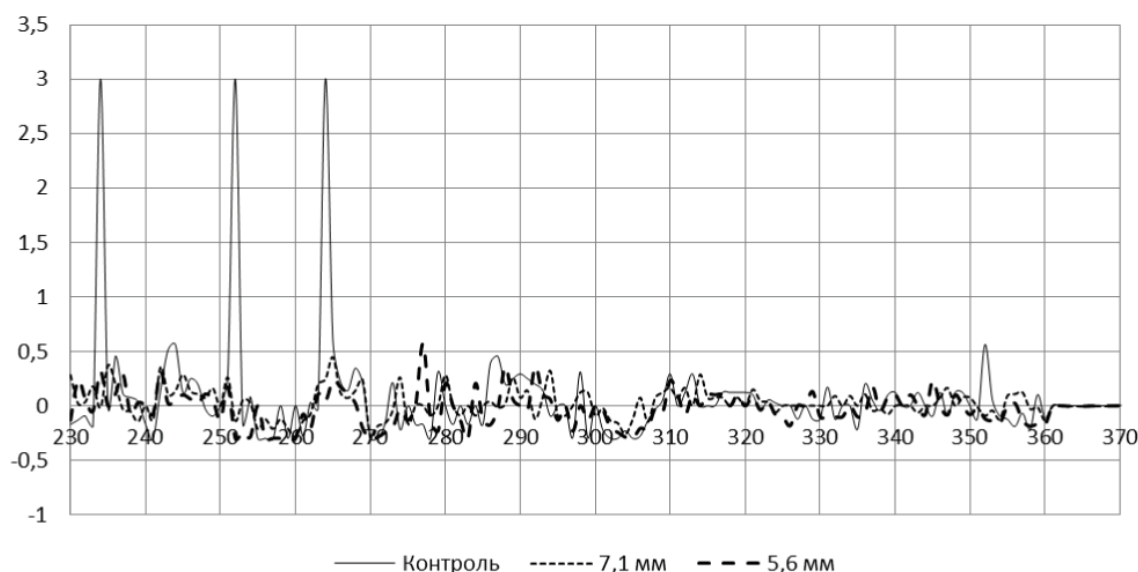
После облучения КВЧ-излучением на длинах волн 7,1 и 5,6 мм наблюдается резкое снижение оптической плотности в УФ-диапазоне (рисунок), что говорит о том, что среда становится более прозрачной для УФ-диапазона. Стоит отметить, что спектры поглощения питательной среды, облученной 7,1 и 5,6 мм практически идентичны, что говорит об одинаковых процессах, происходящих в среде под действием этих длин волн. На спектре отчетливо видно, что пики поглощения соответствующие 234, 252 и 264 нм практически исчезают после облучения. Небольшие пики в контроле на длине волны 243 и 352 нм также незначительны после облучения.

Возможным молекулярным механизмом данного явления, считается, что молекулы становятся более поляризованными, а среда в целом становится более упорядоченной и ввиду этого приобретает свойства жидкого кристалла [7]. Другими словами, энергия КВЧ-излучения смещает электронную плотность молекул, повышает дипольный момент молекул, в том числе и воды, усиливает водородные связи и приводит к молекулярным перестройкам на гидрофильных поверхностях.

Перетекание отрицательного заряда к поверхности вынуждает молекулы к переходу. Если частота электромагнитного излучения совпадает с собственной частотой колебательных переходов молекул воды, то этот эффект усиливается, что вызывает многоквантовые переходы между колебательными уровнями симметричной и ассиметричной мод через деформационную моду [4]. Перераспределенная электронная плотность запускает многослойную адсорбцию на гидрофильных поверхностях и уплотняет упаковку молекул воды с исключенными из себя растворенными веществами и ионами  $H^+$ , что приводит к повышению колебательного возбуждения внутри сетки. Это означает, что электроны в адсорбированных слоях воды гораздо менее связаны, т.е. находятся в возбужденном состоянии, чем электроны вне зон многослойной адсорбции и, следовательно, для переизлучения квантов требуется меньше энергии, что и видно как снижение оптической плотности по всему спектру УФ диапазона.

Таким образом, обработка КВЧ-излучением на резонансных частотах культур микроорганизмов может привести как поло-

жительным, так и отрицательным последствиям, что зависит от времени экспозиции и мощности излучения.



Спектр поглощения питательной среды MRS-1 в УФ-диапазоне

Выражаю благодарность моему научному руководителю, Т.Ф. Одеговой, сотруднику ФАРМАТЕСТ за предоставленное оборудование, В.А. Несчисляеву за предоставленную питательную среду и рецензентам.

**Список литературы**

1. Кузнецов Д.Б. Молекулярные механизмы воздействия инфракрасного излучения на микроорганизмы // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 4 (ч. 2). – С. 414–418; URL: [www.rae.ru/fs/?section=content&op=show\\_article&article\\_id=10000418](http://www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=10000418) (дата обращения: 30.03.2013).

2. Кузнецов Д.Б. Перспективы применения электромагнитных излучений крайне высокой частоты малой мощности в фармации // *Фундаментальные исследования*. – 2012. – № 10 (часть 2). – С. 400–404; URL: [www.rae.ru/fs/?section=content&op=show\\_](http://www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_)

[article&article\\_id=9999874](http://www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=9999874) (дата обращения: 28.01.2013).

3. Кузнецов Д.Б. Физико-химические механизмы воздействия крайне-высокочастотного излучения на микроорганизмы // *Современные проблемы науки и образования*. – 2013. – № 1; URL: <http://www.science-education.ru/107-8226> (дата обращения: 28.01.2013).

4. Рассадкин Ю.П. Вода обыкновенная и необыкновенная. – М.: «Галерея СТО», 2008. – 840 с.

5. Тамбиев А.Х., Кирикова Н.Н., Бецкий О.В., Гуляев Ю.В. Миллиметровые волны и фотосинтезирующие организмы. – М.: Радиотехника, 2003.

6. Chai B., Yoo H., Pollack G.H. Effect of radiant energy on near-surface water // *J Phys Chem B* 113(42):13953-13958. – 2009.

7. Zheng J.M., Pollack G.H. Long-range forces extending from polymer-gel surfaces. *Phys. Rev. E Stat. Nonlin. Soft. Matter. Phys.* 2003;68:031408. [PubMed].