

ЛИТЕРАТУРА

1. Анкирская А. С., Муравьева В. В. // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. — 2001 — Т. 3, № 2. — С. 190—194.
2. Воропаева Е. А., Афанасьев С. С., Кудрявцева М. В. и др. // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. — 2005. — № 3. — С. 65—69.
3. Кира Е. Ф. Бактериальный вагиноз. — СПб.: ООО «Нева-Люкс», 2001. — 364 с.
4. Микробиология влагалища: коррекция микрофлоры при вагинальных дисбактериозах : учеб. пособие / В. М. Коршунов и др. — М. : ВУНМЦ МЗ РФ, 1999. — 80 с.
5. Назарова Е. К., Гиммельфарб Е. И., Созаева Л. Г. // Антибиотики и химиотерапия. — 2002. — Т. 47, № 4. — С. 34—42.

6. Antonio M. A., Hawes S. E., Hillier S. L. // J. Infect. Dis. — 1999. — Vol. 180, № 6. — P. 1950—1956.
7. Coolen M. J. L., Post E., Davis C. C., et al. // Appl. Environ. microbiol. — 2005. — Vol. 71, № 12. — P. 8729—8737.
8. Cross M. L. // FEMS Immunol. Med. Microbiol. — 2002. — Vol. 34, № 4. — P. 245—253.
9. Zhou X. // Microbiology. — 2004. — Vol. 150, № 8. — P. 2565—2573.

Контактная информация:

Набережнев Юрий Иванович — к. м. н., старший преподаватель кафедры акушерства и гинекологии Белгородского государственного университета, e-mail: rubick@yandex.ru

УДК 576.8:577.151.03/04:546.21]:615.849.11:616-093/-098(045)

ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ КАТАЛАЗЫ БАКТЕРИЙ ПРИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ИЗЛУЧЕНИИ НА ЧАСТОТЕ МОЛЕКУЛЯРНОГО СПЕКТРА ПОГЛОЩЕНИЯ И ИЗЛУЧЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО КИСЛОРОДА

Е. А. Пронина, Г. М. Шуб, И. Г. Швиденко

Саратовский государственный медицинский университет

Описана динамика изменения уровня активности каталазы золотистых стафилококков, кишечной и синегнойной палочек при электромагнитном излучении на частоте молекулярного спектра поглощения и излучения атмосферного кислорода. Выявлено повышение активности фермента у изученных штаммов, наиболее выраженное при 45-минутной экспозиции.

Ключевые слова: каталаза, электромагнитное излучение, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*.

CHANGE OF BACTERIA CATALASE ACTIVITY AT ELECTROMAGNETIC RADIATION AT FREQUENCY OF THE MOLECULAR SPECTRUM OF ABSORPTION AND RADIATION OF ATMOSPHERIC OXYGEN

E. A. Pronina, G. M. Shub, I. G. Shvidenko

Dynamics of change in the level of *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa* catalase activity is described at E-field radiation at the frequency of atmospheric oxygen molecular spectrum of absorption and radiation. An increase of enzyme activity in the studied cultures is revealed, which was most expressed at a 45-minute exposition.

Key words: catalase, electromagnetic radiation (E-field radiation), *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*.

Действие электромагнитного излучения (ЭМИ) миллиметрового диапазона крайневысоких частот (КВЧ) низкой интенсивности активно изучается в последние годы на различных биологических объектах (от бактерий до тканей и органов человека) [3, 7, 10]. Фундаментальной основой функционирования сложных биологических систем являются молекулы-метаболиты, стабильные и строго воспроизводимые молекулярные структуры биосреды. Поэтому детерминированное управление их реакционной способностью излучением, совпадающим со спектрами их из-

лучения и поглощения, может направленно регулировать процесс метаболизма в биосреде. Анализ биомедицинских эффектов электромагнитного излучения на частотах молекулярных спектров атмосферных газов-метаболитов (NO, CO, O₂, CO₂) показывает прямую связь спектров заданного метаболита и его активности в биосреде [1].

При облучении молекул энергия КВЧ-излучения расходуется на переходы молекул из одного энергетического состояния в другое. При используемых в медикобиологической практике уровнях мощности

КВЧ-излучения экзогенное воздействие ЭМИ КВЧ приводит к изменению вращательной составляющей полной энергии молекул. При совпадении частоты проводимого облучения с частотой вращения полярных молекул возможна перекачка энергии излучения молекуле, сопровождающаяся увеличением ее вращательной кинетической энергии, что влияет на ее реакционную способность [5].

Известно, что вращательные молекулярные спектры резонансного поглощения и излучения молекул важнейших клеточных метаболитов (NO, CO, O₂, CO₂) находятся именно в КВЧ-диапазоне [1].

Создание генераторов, работающих на частоте спектров поглощения и излучения биологически активных молекул NO, CO, O₂, CO₂, открывает новые направления в практическом использовании элетромагнитных волн.

Важнейшим регулятором биологических процессов в клетках является кислород в его реактивных формах (РФК). Именно РФК рассматривается как одна из систем внутриклеточных и межклеточных мессенджеров. Известно, что при облучении на указанных выше частотах из кислорода образуется его реактивные формы. Можно полагать, что при использовании частот молекулярного спектра поглощения и излучения (МСПИ) кислорода эти процессы будут активизироваться.

Во внешней среде микроорганизмы постоянно подвергаются действию различных неблагоприятных факторов. Главным орудием макроорганизма против бактерий является окислительный или респираторный взрыв.

Утилизация супероксид-аниона и перекиси водорода, образующихся при фагоцитозе, реализуется бактериями, главным образом посредством ферментов защиты [3, 9]. Одним из таких ферментов является каталаза.

Каталаза — широко распространенный фермент, она находится почти во всех аэробных и факультативно-анаэробных бактериях. Функция каталазы заключается в защите организма от активных кислородсодержащих радикалов и пероксида водорода.

Нами было проведено облучение бактерий ЭМИ КВЧ-диапазона с частотами, соответствующими вращательным молекулярным спектрам поглощения и излучения атмосферного кислорода [5].

Ранее нами были опубликованы данные о повышении скорости роста кишечной палочки под воздействием ЭМИ на частоте молекулярного спектра поглощения и излучения атмосферного кислорода [9].

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Проведение исследований по изучению влияния ЭМИ на частоте МСПИ атмосферного кислорода (129 ГГц) на каталазную активность бактерий.

Исследования по влиянию электромагнитного излучения на МСПИ атмосферного кислорода на ферменты бактерий проводятся впервые.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе использован генератор O₂, разработанный в Центральном научно-исследовательском институте измерительной аппаратуры.

Для решения поставленной задачи использовался панорамно-спектрометрический комплекс с квазиоптическим трактом, в котором возбуждались электромагнитные КВЧ-колебания, имитирующие структуру МСПИ атмосферного кислорода [8].

Точное значение заданной частоты определяли в соответствии с международной базой данных молекулярных спектров высокого разрешения HITRAN (созданной с участием космического агентства NASA), с учетом поправок на атмосферное давление и температуру окружающей среды [2].

Объектом исследования были эталонные штаммы *Escherichia coli* ATCC 25922 (K-12), *Staphylococcus aureus* ATCC 6538-P, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 и по 5 клинических штаммов каждого вида.

Суточные культуры испытуемых микроорганизмов, выращенные на мясо-пептонном агаре, смывали 0,14 M NaCl. Концентрацию клеток по оптическому стандарту мутности доводили до 10⁹ микробных тел в 1 мл. По 1,5 мл этой взвеси вносили в пробирки типа «Эппендорф» и подвергали воздействию ЭМИ на частоте МСПИ O₂ (129 ГГц) в течение 10, 30, 45 и 60 минут. Контролем служили необлученные культуры.

Активность каталазы определяли колориметрическим методом [4]. Принцип метода основан на способности перекиси водорода образовывать с солями молибдена стойкий окрашенный комплекс. Интенсивность окраски в каждой пробе измеряли на спектрофотометре «СФ-46» (ЛОМО, Россия) при длине волны 410 нм против контрольной пробы.

Активность каталазы рассчитывали по формуле:

$$E = (A_{хол} - A_{оп}) * V * t * K,$$

где:

E — активность каталазы (мкат/мл);

A_{хол} и A_{оп} — экстинкция холостой и опытной проб;

V — (0,1 мл) объем вносимой пробы;

t — время инкубации (600 сек);

K — коэффициент миллимолярной экстинкции H₂O₂ (22,2 * 10³ мМ⁻¹*см⁻¹)

За единицу активности каталазы принимают то количество фермента, которое участвует в превращении 1 мкат перекиси водорода за 1 секунду при заданных условиях. Статистическую обработку результатов проводили с применением стандартных методов вариационной статистики [6].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Из представленных данных в табл. видно, что уровень каталазы при облучении ЭМИ на частоте излучения и поглощения молекулярного кислорода в

течение 30 минут возрастал на 9 % у эталонного штамма *Staphylococcus aureus* и на 5 % у клинических штаммов этого вида; на 14 % у эталонного штамма *Escherichia coli* и на 8 % — у клинических штаммов; на 5 % у эталонного штамма *Pseudomonas aeruginosa* и на 8 % — у клинических штаммов. Полученные данные статистически достоверны.

При облучении ЭМИ на частоте молекулярного кислорода в течение 45 минут активность каталазы также увеличивалась по сравнению с контролем и достигала максимального значения у всех штаммов. Возрастала на 17 % у эталонного штамма *Staphylococcus* и на 16 % — у клинических штаммов; на 23 % у эталонного штамма *Escherichia coli* и на 14 % — у клинических штаммов; на 17 % у эталонного штамма *Pseudomonas aeruginosa* и на 15 % — у клинических штаммов.

Далее при облучении в течение 60 минут уровень каталазы начинал падать на несколько меньше показателей при 45-минутной экспозиции, но превышал контрольные значения на 12 % у *Staphylococcus aureus*, на 14 и 12 % у *Escherichia coli* и на 12 и 11 % у *Pseudomonas aeruginosa*.

При облучении в течение 10 мин изменение активности было незначительным и достоверным только для синегнойной палочки.

Динамика изменения активности каталазы при разном времени воздействия ЭМИ МСПИ атмосферного кислорода на различные виды бактерий

	10мин	30 мин	45 мин	60 мин	Контроль
Музейные штаммы					
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	12,82	14,11	15,3	14,19	12,41
% к контролю	3**	14*	23*	14*	
Клинические штаммы					
<i>Escherichia coli</i>	12,904	13,99	14,75	14,492	12,912
%к контролю	0	8**	14*	12*	
Музейные штаммы					
<i>Staphylococcus aureus</i> 6538-P	23,88	25,51	27,4	26,23	23,51
% к контролю	2**	9*	17*	12*	
Клинические штаммы					
<i>Staphylococcus aureus</i>	24,54	25,36	27,932	27,178	24,182
% к контролю	1**	5**	16*	12*	
Музейные штаммы					
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	5,55	5,69	6,33	5,98	5,41
% к контролю	3**	5**	17*	11*	
Клинические штаммы					
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5,382	5,568	5,896	5,722	5,224
% к контролю	5**	8*	15*	11*	

* $p < 0,05$; ** $p > 0,05$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При облучении бактериальных взвесей стафилококка, кишечной и синегнойной палочек ЭМИ МСПИ атмосферного кислорода происходит повышение каталазной активности. Данный процесс, изученный при различном времени экспозиции от 10 до 60 мин, развивается постепенно и достигает максимума к 45 мин.

2. Более длительная экспозиция приводит к торможению активности и каталазы. Полученная динамика характерна для всех 3 изученных видов бактерий, хотя они и различаются между собой по уровню исходной активности (наибольшая отмечается у стафилококка, наименьшая — у псевдомонад).

ЛИТЕРАТУРА

1. Башаринов А. Е., Тучков Л. Г., Поляков В. М. и др. Измерение радиотепловых и плазменных излучений в СВЧ-диапазоне. — М.: Советское радио, 1968.
2. Бецкий О. В., Креницкий А. П., Майбородин А. В. и др. // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. — 2007. — № 8—9. — С. 27—43.
3. Девятков Н. Д., Голант М. Б., Бецкий О. В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. — М.: Радио и связь, 1991.
4. Королюк М. А., Иванова Л. И., Майорова И. Г. и др. // Лаб. дело. — 1988. — № 1. — С. 16—19.
5. Креницкий А. П., Майбородин А. В., Бецкий О. В. и др. // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. — 2003. — № 2. — С. 5—11.
6. Лакин Г. Ф. Биометрия. — М.: Высшая школа, 1990.
7. Лебедева А. Ю. // Миллиметровые волны в биологии и медицине. — 2002. — № 1. — С. 21—24.
8. Майбородин А. В., Креницкий А. П., Тупикин В. Д. и др. // Биомедицинская радиоэлектроника. — 2001. — № 8. — С. 35—47.
9. Пронина Е. А., Шуб Г. М., Креницкий А. П. и др. // Доклады Академии наук. — М. — 2004. — Т. 397, № 6. — С. 835—837.
10. Тамбиев А. Х. Миллиметровые волны и фотосинтезирующие организмы / Под ред. Ю. В. Гуляева, А. Х. Тамбиева. — М.: Радиотехника, 2003.
11. Grundler W., Kaiser F., Keilmann F. // Naturwissenschaften. — 1992. — Vol. 79. — P. 551—559.

Контактная информация:

Пронина Елена Александровна — к. м. н., доцент кафедры микробиологии Саратовского государственного медицинского университета, e-mail: katkova@licey.net