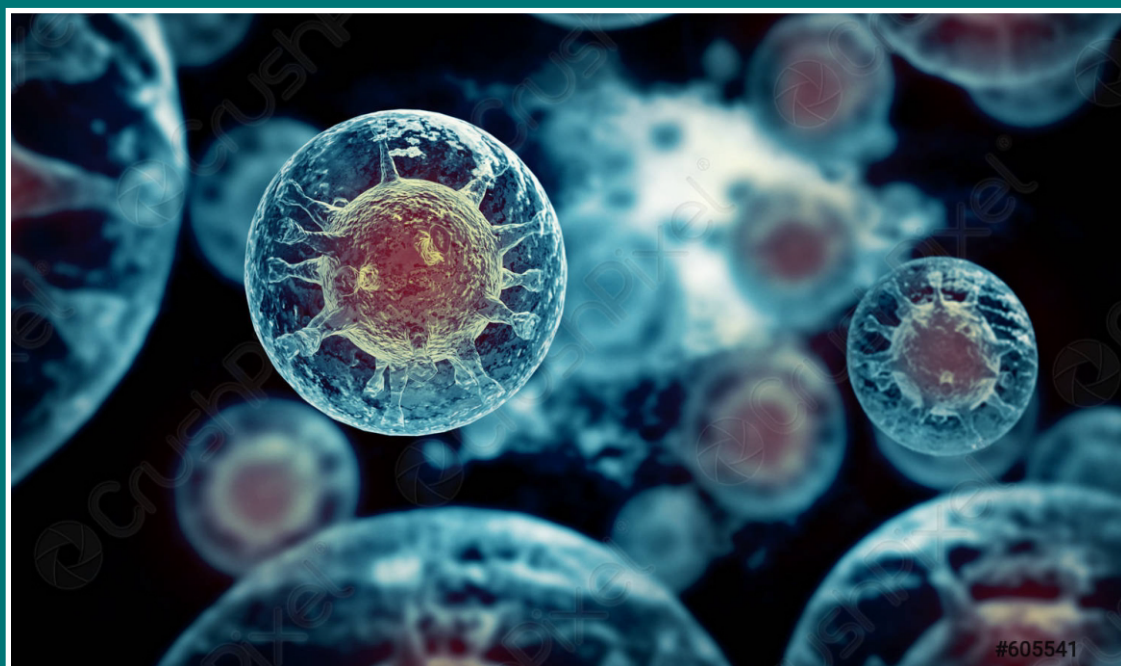


VII Съезд биофизиков России



Сборник научных трудов

Том. 2



17 - 23.04.2023 (г. Краснодар)

Российская академия наук
Отделение биологических наук РАН
Министерство Науки и Высшего Образования
Национальный комитет Российских биофизиков
Кубанский государственный технологический университет
Кубанский государственный университет
Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН
Институт аналитического приборостроения РАН
Институт прикладной физики РАН
Институт биофизики клетки РАН
Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Организационный комитет

Рубин А.Б., академик 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
Анашкина А.А., к.ф.-м.н. -
ученый секретарь

Аллахвердиев С.И., чл.-корр РАН
Артюхов В.Г., проф., д.б.н.
Белецкий И.П., проф., д.б.н.
Владимиров Ю.А., академик РАН
Воденеев В.А., д.б.н.
Волотовский И.Д., академик НАН
Белоруссии
Гительзон И.И., академик РАН
Грбарник П.Я., проф., д.б.н.
Гречкин А.Н., академик РАН
Гурский Г.В., чл.-корр. РАН
Гусев Н.Б., чл.-корр. РАН
Дегерменджи А.Г., академик РАН
Деев С.М., академик РАН

Джимак С.С., к.б.н.
Дорохова А.А., к.ф.-м.н.
Дроздов А.В., к.ф.-м.н.
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., академик РАН
Курочкин В.Е., проф., 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.
Осипов А.А., к.б.н.
Островский М.А., академик РАН
Петрушанко И.Ю., к.ф.-м.н.
Розанов А.Ю., академик РАН
Твердислов В.А., проф., д.ф.-
м.н.
Ткачук В.А., академик РАН
Туманян 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.
Шайтан К.В., д.ф.-м.н., проф.

Программный комитет

Рубин А.Б., академик РАН –
председатель
Ризниченко Г.Ю., проф.,
д.ф.-м.н. - зам. председателя
Есипова Н.Г., к.ф.-м.н. - зам.
председателя
Анашкина А.А., к.ф.-м.н. -
ученый секретарь

Аллахвердиев С.И., чл.-корр РАН
Антоненко Ю.Н., проф., д.б.н.
Артюхов В.Г., проф., д.б.н.
Беспалова С.В., проф., д.ф.-м.н.
Браже А.Р., к.б.н.
Браже Н.А., к.б.н.
Булычев А.А., проф., д.б.н.
Василевский Ю.В., чл.-корр. РАН
Вихлянцева И.М., д.б.н.
Воденеев В.А., д.б.н.
Гвоздев Д.А., к.б.н.
Гельфанд М.С., проф., д.б.н.,
член Academia Europaea
Гудимчук Н.Б., д.ф.-м.н.
Гурия Г.Т., проф., д.ф.-м.н.
Джимак С.С., доцент, к.б.н.
Зинченко В.П., д.ф.-м.н.
Иваницкий Г.Р., чл.-корр. РАН

Коваленко И.Б., д.ф.-м.н.
Кольтовер В.К., проф., д.б.н.
Комаров В.М., д.ф.-м.н.
Кратасюк В.А., д.б.н.
Крупянский Ю.Ф., д.ф.-м.н.
Кучумов А.Г., доцент, д.ф.-м.н.
Лобышев В.И., проф., д.ф.-м.н.
Макеев В.Ю., чл.-корр. РАН
Максимов Г.В., проф., д.б.н.
Максимов Е.Г., к.б.н.
Нечипуренко Ю.Д., д.ф.-м.н.
Никитин П.И., к.ф.-м.н.
Новиков В.В., д.б.н.
Огнева И.В., д.ф.-м.н., проф.
Осипов А.А., к.б.н.
Орлов Ю.Л., д.б.н. проф. РАН
Петрушанко И.Ю., к.ф.-м.н.
Плутахин Г.А., доцент, к.б.н.

Плоснина Т.Ю., к.ф.-м.н.
Погосян С.И., проф., д.б.н.
Постнов Д.Э., проф., д.ф.-м.н.
Розенкранц А.А., д.б.н.
Соболев А.С., чл.-корр. РАН
Соловченко А.Е., д.б.н., проф.
Твердислов В.А., проф., д.ф.-
м.н.
Финкельштейн А.В., чл.-корр.
РАН
Фрисман Е.Я., чл.-корр. РАН
Фурсова П.В., к.ф.-м.н.
Хрущев С.С., к.б.н.
Цатурян А.К., доцент, д.ф.-м.н.
Цыганков А.А., д.б.н.
Шайтан А.К., чл.-корр. РАН
Яковенко Л.В., д.ф.-м.н.

Локальный организационный комитет

Барышев М.Г., профессор РАН, д.б.н. -
председатель
Джимак С.С., к.б.н. – зам. председателя
Дорохова А.А., к.ф.-м.н. - ответственный
секретарь
Ильченко Г.П., к.ф.-м.н.

Лясота О.М.
Кравцов А.А., к.б.н.
Козин С.В., к.б.н.
Текущая Е.Е., к.х.н.
Шашков Д.И., преподаватель

Сдано в набор 30.03.2023. Подписано печать 30.03.2023
Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»
350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2, кор. А
Типография ФГБОУ ВО «КубГТУ»: 350058, г. Краснодар, ул. Старокубанская, 88/4
Тираж 30 экз.

имеющей 1200 витков. Катушка была помещена в экранированную камеру, которая изготавливалась из конструкционной стали толщиной 3 мм. Ослабление внешних ЭМП камерой в диапазоне от 3 Гц до 300 кГц достигало около 100 раз. Сопротивление катушки составляло 320 Ом, напряжение на катушке — 14 В. Обработку ЭМП проводили при комнатной температуре (22 ± 1 °C) в течение 1 мин на выбранной частоте. Напряженность поля в месте нахождения образца составляла 550 ± 30 А/м. Контроль напряженности поля производили с помощью анализатора спектра «Экофизика-110А» и антенны Пб-70.

Обработка электромагнитным полем низкой частоты бактерий, показала, что воздействие ЭМП с частотой 9 Гц приводит к наибольшему снижению интенсивности роста и накопления биомассы (по сравнению с обработкой образцов электромагнитным полем с другими низкими частотами). Максимум вспышки хемиллюминесценции на 39% превышал контрольный образец (без обработки). Одним из возможных механизмов реализации воздействия ЭМП низких частот на живые системы может являться окислительное повреждение ДНК [5]. Полученные данные хемиллюминесценции бактерий подтверждают эту гипотезу.

Литература

1. Mirza Alizadeh, A., Hashempour-Baltork, F., Khaneghah, A. M., Hosseini, H. New perspective approaches in controlling fungi and mycotoxins in food using emerging and green technologies// *Current Opinion in Food Science*. 2021. № 39, P. 7–15. DOI: 10.1016/j.cofs.2020.12.006.

2. Барышев М.Г., Касьянов Г.И., Джимаков С.С. Влияние низкочастотного электромагнитного поля на биологические системы // *Известия вузов Пищевая технология*. 2007. №3. С.44–48.

3. Касьянов Г.И. Перспективы обработки пищевого сырья электромагнитным полем низкой частоты // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2014. № 1 (337). С. 35–38.

4. A review on novel non-thermal food processing techniques for mycotoxin reduction / O. A. Adebo, A. B. Oyediji, S. Gbashi, M. A. Adefisoye, O. M. Ogundele // *Food Science & Technology*. 2020. № 56(1). P. 13–27. DOI: 10.1111/ijfs.14734.

5. Tekutskaya E.E., Baryshev M.G., Gusaruk L.R., Ilchenko G.P. Oxidative Damage to DNA under the Action of an Alternating Magnetic Field // *Biophysics*. 2020. Vol. 65.№. 4.P. 564–568. DOI: 10.1134/S0006350920040247.

6. A Device for Searching for Optimal Alternating Magnetic Field Parameters for the Treatment of Biological Objects / G.P. Il'chenko,

M.G. Baryshev, E.E. Tekutskaya, V.S. Shelistov, A.V. Nikitin// *Measurement Techniques*. 2017.№ 60(6).P. 632–637.DOI: 10.1007/s11018-017-1247-7.

Исследование дефектов структуры ДНК спектральными и гидродинамическими методами

Пастон С.В.^{1*}, Мурзакова И.Ф.¹, Иванова Д.Н.¹

¹СПбГУ;

svpaston@list.ru

Повреждения молекулы ДНК являются одним из пусковых механизмов развития патологических процессов в клетке. Различные виды повреждений делят на две группы: односайтовые, или одиночные повреждения, такие, как однонитевые разрывы (ОР), модификации оснований, отрыв оснований (результатом которого являются апуриновые и апиримидиновые сайты –АП-сайты). Вторая группа – локальные множественные повреждения (ЛМП), такие, как кластерные повреждения (два и более близко расположенных односайтовых повреждения), двунитевые разрывы ДНК (ДР), межмолекулярные сшивки ДНК-белок и ДНК-ДНК [1,2]. Односайтовые повреждения эффективно устраняются репарирующей системой клетки с использованием в качестве матрицы неповрежденной нити ДНК, антипараллельной поврежденной. Такие повреждения возникают в ДНК спонтанно, чаще всего вследствие взаимодействия с окислительными радикалами, образующимися в клетке в норме. Превышение нормального уровня активных форм кислорода (АФК) в результате различных патологических процессов или под действием ионизирующего излучения приводит к накоплению большого количества повреждений ДНК, причем плотноионизирующее излучение индуцирует в ДНК ЛМП по механизму прямого действия [3]. Исследование механизмов образования и распределения дефектов в структуре ДНК под действием различных физико-химических факторов, влияние условий среды и структуры интактной макромолекулы на этот процесс необходимо для понимания начальной стадии таких важных внутриклеточных процессов, как репарация, апоптоз, онкогенез. В настоящей работе применяются спектральные и гидродинамические методы для исследования дефектов в структуре ДНК, вызванных неионизирующим УФС светом, а также гамма-излучением.

Уменьшение объема макромолекулярного клубка ДНК в водно-солевом растворе, являющееся, в частности, следствием локальной денатурации (возникающей в местах нарушения первичной структуры ДНК) фиксировали методом низкоградиентной вискозиметрии. Дозовые зависимости характеристической вязкости

ДНК, пропорциональной её удельному объёму, показывают, что при уменьшении ионной силы раствора радиационные эффекты усиливаются. В работе [4] было показано, что гамма-облучение в дозах до 30 Гр не приводит к уменьшению термодинамической жесткости ДНК, следовательно, наблюдаемое снижение удельного объёма происходит вследствие подавления дальних взаимодействий в цепи ДНК. Другие эффекты, вызванные облучением (снижение температуры плавления, разрушение азотистых оснований ДНК) также существенно зависят от ионной силы раствора: чем меньше ионная сила раствора, тем больше радиочувствительность ДНК. Известно, что при снижении ионной силы раствора объём интактной ДНК в растворе увеличивается, то есть увеличивается размер мишени в облучаемом образце. Кроме того, стабильность вторичной структуры ДНК уменьшается при снижении концентрации противоионов в растворе. Можно заключить, что эти факторы играют определяющую роль в формировании повреждений в структуре ДНК.

Вклад прямого и косвенного действия излучения возможно выявить, используя перехватчики активных продуктов радиолитической воды, либо варьируя концентрацию мишеней в облучаемом образце. В работе определён радиационно-химический выход G разрушения тимидина под действием гамма-излучения в водных (1.60 молекул/100эВ) и водно-этанольных растворах (0.11 молекул/100эВ при $S_{эт} = 15\text{об.}\%$), а также при воздействии реактива Фентона (0.45 моль/2.6 моль реактива). Получена зависимость G разрушенных азотистых оснований ДНК от дозы облучения и от концентрации ДНК в облучаемом растворе ионной силы 5мМ NaCl. В интервале концентраций ДНК 2мг/дл–7мг/дл наблюдается постоянство G – так называемый эффект разбавления, свидетельствующий, что все образованные продукты радиолитической воды вступают в реакции с ДНК. Снижение радиационных повреждений ДНК в присутствии этанола в облучаемом растворе наблюдается в широком диапазоне ионных сил.

Часть исследований проведена с использованием оборудования ресурсных центров Научного парка СПбГУ «Центр диагностики функциональных материалов для медицины, фармакологии и нанoeлектроники» и «Оптические и лазерные методы исследования вещества».

1. Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения). М.: Физматлит, 2004.
2. C. von Sonntag. Free-Radical-Induced DNA Damage and Its Repair, A Chemical Perspective. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006.
3. Murshed H. Fundamentals of Radiation Oncology: Physical, Biological, and Clinical Aspects. 3rd ed. Academic Press, 2019. 743 p.
4. Frisman E., Zarubina O. Effect of gamma-irradiation on the conformation of the native DNA molecule. Biophys. Chem., 1993, v.46, p.37.

Исследование растительных тканей с помощью электроимпедансной спектроскопии

Асташев М.Е.^{1,2*}, Кончечков Е.М.¹, Колик Л.В.¹, Гудков С.В.¹

¹ИОФ РАН;

²Институт биофизики клетки РАН, Пущино, Россия;

astashev@yandex.ru

Электроимпедансная спектроскопия (ЭИС) — это метод анализа электрического сопротивления или проводимости материалов и систем на разных частотах. Записанное сопротивление в зависимости от частоты затем связывают с физическими параметрами или свойствами материалов и систем. В биологии ЭИС применима как к растительным, так и к животным системам. Сосудистая система растений в основном выполняет две функции - доставляет питательные вещества к органам растения и служит системой передачи химических сигналов. Особенности сосудистой системы растений также можно изучать с помощью ЭИС. Для решения этих задач транспортную систему можно представить в виде комбинации сопротивлений и конденсаторов. Флоэма и ксилема, относительно хорошо проводящие электричество вдоль стебля, обеспечивают, преимущественно, резистивные свойства, в то время как разделяющий их камбий с низкой проводимостью - емкостные. Кроме того, измерения электрического импеданса можно проводить неинвазивно на относительно молодых побегах, что позволяет выявлять стрессовые факторы уже на ранних стадиях развития растений. Как правило, использование ЭИС связано с необходимостью организации специальных лабораторных условий для проведения измерений. Нами разработан прибор и алгоритм измерительной процедуры, которые позволяют проводить мониторинг состояния деревьев *in situ*, как в поле, так и в теплицах. При этом можно определить влажность, развитие сосудистой системы, скорость заживления внутренних повреждений, например, при прививке деревьев.

Для измерения импеданса мы разработали прибор на базе микросхемы АЦП AD5933 (Analog Devices) и контроллера АТМega328 (Microchip). Интерфейс с компьютером осуществляется с помощью модуля Bluetooth HC-05. Питание устройства осуществляется от двух последовательно соединенных литий-ионных аккумуляторов