

менных элементов крови, в группе пациенток с РМЖ и группе доноров, выявлены отличия в белковом составе экзосом между исследованными группами, что свидетельствует о диагностическом потенциале данных белков.

Работа выполняется при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант № M15CO-025) и Интеграционного проекта СО РАН (руководитель С.Н. Тамкович) в рамках совместного проекта НАН Беларуси и СО РАН «Анализ циркулирующих экзосом крови в норме и при раке молочной железы» (2015–2017 гг.).

Литература

1. Circulating nucleic acids in blood of healthy male and female donors / S.N. Tamkovich [et al.] // Clin. Chem. – 2005. – Vol. 51. – № 7. – P. 1317–1319.
2. Goerg, A. 2-D proteome analysis protocols / A. Goerg, W. Weiss // Meth. Mol. Biol. – 1999. – Vol. 112. – P. 235–244.

ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ И СПОСОБЫ ИХ ЗАЩИТЫ

Банний В.А., Игнатенко В.А.

*УО «Гомельский государственный медицинский университет»,
Гомель, Республика Беларусь*

Наиболее выраженное действие на организм человека оказывает электромагнитное излучение (ЭМИ) СВЧ-диапазона. Эффект биологического действия СВЧ-излучения определяется интенсивностью, продолжительностью и режимами излучения, частотой, размерами и анатомическим строением тканей, подвергающихся облучению. В зависимости от интенсивности излучения различают тепловое и нетепловое (энергоинформационное) воздействие. Условной границей этого раздела является плотность потока мощности, равная 10 мВт/см^2 [1]. Не вызывает сомнений, что нетепловое излучение отрицательно влияет на биологические объекты. Одним из способов защиты биообъектов от ЭМИ СВЧ-диапазона различной интенсивности являются радиопоглощающие материалы (РПМ) и электромагнитные экраны (ЭМЭ).

Цель работы состояла в обосновании механизма неспецифического энергоинформационного воздействия ЭМИ СВЧ-диапазона на биологические объекты и разработке защитных полимерных композиционных РПМ и ЭМЭ на их основе.

Тепловое действие заключается в повышении температуры облучаемых тканей, что и определяет возникающую патологию. Различные биологические ткани по-разному поглощают энергию ЭМИ СВЧ-диапазона: излучение миллиметрового диапазона поглощается поверхностными слоями кожи; сантиметрового диапазона – кожей и прилегающими к ней тканями; дециметровые проникают на глубину 10-15 см. Для более длинных волн ткани тела человека являются хорошо проводящей средой. Наиболее сильно поглощают энергию и нагреваются ткани и органы, которые содержат много воды – хрусталик и стекловидное тело глаза, полые органы (мочевой и желчный пузыри, желудок, кишечник), гонады, паренхиматозные органы. Это обусловлено тем, что вода является хорошим поглотителем энергии ЭМИ в микроволновом диапазоне [2]. Возникающие в тканях изменения связаны с денатурацией белка и изменением хода биохимических реакций (катаракты, некроспермия и атрофия сперматогенного эпителия, желудочные кровотечения и др.).

Специфическое энергоинформационное действие ЭМИ СВЧ-диапазона очень сложно обнаружить и исследовать прямыми методами, так как оно сводится к тончайшим изменениям в организме и проявляется лишь косвенно. Нетепловое действие радиоволн предположительно можно объяснить следующими механизмами:

- индуцированием под действием излучения в клеточных элементах электрических зарядов, которые вызывают ориентацию частиц, изменение структуры и функции тканей;

- перемещением ионов в электролитической среде клеток перпендикулярно магнитным силовым линиям, в результате чего нарушаются химический состав и электрическое равновесие тканей;

- поляризацией боковых цепей макромолекул тканей и ориентацией их параллельно электрическим силовым линиям, приводящей к разрыву межмолекулярных связей, к коагуляции молекул и изменению их свойств;

- резонансным поглощением энергии ЭМИ белковыми молекулами при совпадении характеристических частот молекул и частоты СВЧ-излучения.

Перечисленные возможные механизмы показывают, что взаимодействие ЭМИ с биологическими объектами имеет сложный характер и тем сложнее, чем выше организация биообъекта.

Для защиты от СВЧ-излучения существует широкая номенклатура РПМ и ЭМЭ. Среди них определенную нишу занимают материалы на основе композиционных термопластов [3, 4]. Разработаны и изготовлены листовые и профильные монолитные широкополосные радиопоглотители на основе композиций термопластов с дисперсными функциональными наполнителями, которые обеспечивают высокий уровень магнитных, диэлектрических и джоулевых потерь при взаимодействии с СВЧ-излучением. Сформированы радиопоглощающие слоистые пластики, армированные электропроводящими тканями, а также полимерные композиционные РПМ, наполненные волокнами и/или стеклосферами. Замена части полимерного связующего стеклосферами и армирование композиционного РПМ углеродной тканью улучшает параметры ослабления энергии ЭМИ. Это объясняется, во-первых, увеличением общего количества функциональных наполнителей, обеспечивающих магнитные, диэлектрические и джоулевы потери падающего на композит СВЧ-излучения (при соблюдении оптимизированной по критерию минимального отражения электромагнитной волны степени наполнения); во-вторых, сочетанием разных механизмов потерь и улучшением условий рассеяния ЭМИ на структурных неоднородностях композита. Введение в полимерную композицию углеродных или металлических волокон разной длины и диаметра позволяет расширить полосу и увеличить коэффициент поглощения РПМ.

В работах [5, 6] исследовано взаимодействие ЭМИ СВЧ-диапазона с биологическими объектами и показаны возможности использования биомассы в качестве компонента поглотителей энергии ЭМИ. Перспективным является использование экранирующих ЭМИ материалов, содержащих воду или водные растворы органических и неорганических соединений (соли, глицерин, спирты и т.п.) [7].

РПМ на основе композиционных термопластов и ЭМЭ являются эффективным способом защиты биологических объектов, радио- и электронного оборудования, военных и гражданских объектов от негативного действия СВЧ-излучения, обеспечивают требования электромагнитной безопасности и электромагнитной экологии.

Литература

1. Электромагнитная безопасность человека. Справочно-информационное издание / Ю.Г. Григорьев, В.С. Степанов, О.А. Григорьев, А.В. Меркулов – М.: Российский национальный комитет по защите от неионизирующего излучения, 1999. –152 с.

2. Ломач В.А., Пинчук Л.С., Гольдаде В.А., Банний В.А. Эффективность несвязанной воды как радиопоглощающего компонента электромагнитных экранов при отрицательных температурах // Материалы, технологии, инструменты. – 2011. – № 4. – С. 41-44.
3. Алексеев А.Г., Гусева О.М., Семичев В.С. Композиционные ферромагнетики и электромагнитная безопасность. – СПб: НИИХ СПбГУ, 1998. – 296 с.
4. Макаревич А.В., Банний В.А. Радиопоглощающие полимерные композиционные материалы в технике СВЧ // Материалы, технологии, инструменты. – 1999. – Т. 4, № 3. – С. 24-32.
5. Банний В.А., Макаревич А.В., Орехов Д.А. Взаимодействие СВЧ-излучения нетепловой интенсивности с культурой дрожжевых клеток // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2002. – № 5-6. – С. 102-105.
6. Ермолович О.А., Банний В.А., Макаревич А.В. Хитин как функциональный наполнитель композиционных полимерных материалов // Материалы, технологии, инструменты. – 2005. – Т. 10, №. 2. – С. 58-60.
7. Пинчук Л.С., Гольдаде В.А. Радиопоглощающие материалы на основе криогелей поливинилового спирта // Доклады НАН Беларуси. – 2013. – Т. 57. – № 4. – С. 114–118.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОВ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ КРОВИ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ 2 МКМ

Батай Л.Е., Ходасевич И.А.

*Институт физики НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
l.batay@ifanbel.bas-net.by*

Лазеры, излучающие в спектральной области 2 мкм (тулиевые и гольмиевые), где расположен один из интенсивных максимумов поглощения воды, рассматриваются с точки зрения биомедицины как излучатели хирургического назначения. Вместе с тем, как показано ранее в наших работах (например, [1, 2]), низкоинтенсивное излучение тулиевого лазера, несмотря на то, что поглощается на глубине до 50-100 мкм, обладает выраженным регуляторным действием на уровне организма.