

# БИОФИЗИКА РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

## ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА НА ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНЦИЮ И АКТИВНОСТЬ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ ПРОРОСТКОВ TRITICUM AESTIVUM L.

**Вардеванян П.О., Закарян А.Е., Погосян Г.А., Мухаелян Ж.Г.**

*Ереванский государственный университет, факультет биологии,  
кафедра биофизики, Ереван, Армения*

Электромагнитное излучение (ЭМИ) различной модельности, в том числе крайне высокочастотного (КВЧ) или миллиметрового (ММ) диапазона, воздействует на организмы в течение всей их эволюции на Земле. Известно, что влияние КВЧ-излучения низкой интенсивности на биологические объекты различного уровня организации отличается от обычного теплового воздействия электромагнитных волн и обладает свойствами “информационно-резонансного” воздействия [1], при котором внешнее облучение организма имитирует вырабатываемые организмом сигналы управления жизнедеятельностью. Общепринятым является утверждение определяющей роли мембран при формировании биологического отклика на внешнее физическое воздействие [1], а также роли водной суспензии клетки.

Однако до последнего времени первичные мишени восприятия КВЧ-излучения и механизмы его действия в биологических системах однозначно не выяснены. В ряде исследований показано, что слабые физические воздействия могут изменить свойства водных растворов и при этом может меняться активность кислородзависимых реакций в клетках с образованием активных форм кислорода (АФК), супероксидного радикала ( $O_2^{\cdot-}$ ), гидроксильного радикала (ОН $\cdot$ ) и перекиси водорода ( $H_2O_2$ ). Взаимодействие последних с ненасыщенными жирнокислотными остатками мембранных липидов индуцирует образование пероксидных радикалов липидов -  $RO_2^{\cdot}$ , в результате рекомбинации которых образуется неустойчивый тетроксид, распадающийся с выделением кванта света хемилюминесценции (ХЛ).

Целью настоящей работы было изучение воздействия ЭМИ КВЧ-диапазона на процессы свободнорадикального окисления, интенсивность

спонтанной хемилюминесценции, накопление малонового диальдегида, а также активность каталазы растений пшеницы.

Объектом исследования служила озимая пшеница (*Triticum aestivum* L.) сорта “Безостая”.

Для получения этиолированных проростков семена пшеницы тщательно промывали в мыльном растворе, обрабатывали в 0,03 % растворе перманганата калия (KMnO<sub>4</sub>) и смачивая в воде оставляли для набухания при комнатной температуре на 12 часов. Затем семена раскладывали по 40 штук на влажную фильтровальную бумагу в чашках Петри и проращивали в термостате при 26-28<sup>0</sup>С от 3 до 7 дней.

Облучение 3-х дневных растений пшеницы проводилось с помощью установки на основе генератора Г4-141, (производства научно-производственного объединения “Исток”, Россия), несущая частота составляла 42,2, 50,3 и 51,8 ГГц, амплитудная модуляция 10 Гц, средняя плотность потока энергии 0,6 мВт/ см<sup>2</sup>. Облучение проводили через рупор антенны (размер 36x 45мм) на расстоянии 20 см от объекта до основания рупора. Длительность облучения составляла 1 ч. Воздействие ЭМИ на интенсивность свободно-радикальных процессов в проростках и корнях растения оценивали сразу же после экспозиции- по интенсивности спонтанной ХЛ, по накоплению одного из вторичных устойчивых продуктов ПОЛ- малонового диальдегида (МДА) и по активности каталазы (САТ ЕС 1.11.1.6) как описано [2].

Проростки и корни (500 мг) контрольных и опытных растений измельчали ножницами, растирали в охлажденной фарфоровой ступке в 5мл 25Мм Трис-НСl буфера (рН 7,4, содержащего 0.175Мм КСl, 1Мм ЭДТА, 0,5% тритон X-100) и гомогенизировали в гомогенизаторе Поттер-Элвехейма. Полученный гомогенат центрифугировали 4000 об/мин 10 мин. при 4 <sup>0</sup>С. Супернатант использовали в последующих исследованиях.

Регистрацию спонтанной ХЛ (3мл образца) проводили на собранной на кафедре биофизики ЕГУ высокочувствительной квантометрической установке, работающей на основе фотоэлектронного умножителя ФЭУ-140 (диапазон спектральной чувствительности 200-650нм). Достоверный хемилюминесцентный экспресс-анализ проводили с помощью компьютерной системы автоматической регистрации и математической обработки полученных экспериментальных данных посредством применения устройства сбора данных USB 6008 и программного обеспечения, разработанного в среде LabVIEW [3].

Как показали результаты проведенного ХЛ-анализа интенсивность спонтанной ХЛ гомогената корней и проростков контрольных растений была приблизительно одинаковой и составляла 11,79±0,47 усл. ед. и

14.56±0,43 усл. ед. соответственно, при темновом фоне установки 7,90±0,85 усл. ед.

Изучение воздействия ЭМИ КВЧ диапазона на процессы СРО липидов в растительном организме, показывает, что миллиметровые волны индуцируют оксидативный стресс как в проростках, так и в корне растения в зависимости от частоты ЭМИ.

Облучение когерентным ЭМИ с частотой 42,2 ГГц (длина волны 7,1 мм) не вызывало достоверного изменения интенсивности спонтанной ХЛ гомогената проростков и корней пшеницы, в том случае когда воздействие миллиметровых волн с частотой 50,3 ГГц приводило к увеличению интенсивности спонтанной ХЛ, и следовательно светосуммы, гомогената проростков и корней по сравнению с контролем на 38,4 % и 30,5 % соответственно.

Следует отметить, что ЭМИ с частотой 51,8 ГГц оказывало наибольшее воздействие на интенсивность свободнорадикальных процессов, увеличивая светосумму спонтанной ХЛ проростков в 1,41 раза (42%) и корней в 1,31 (31 %) по сравнению с соответствующим контролем.

Наибольшая эффективность воздействия ЭМИ с частотой 50,3 и 51,8 ГГц на интенсивность свободнорадикальных процессов, вероятно, можно объяснить тем фактом, что эти частоты соответствуют собственным резонансным частотам колебаний молекул воды, составляющей 75-80% массы клетки.

Накопление МДА и активность каталазы также увеличиваются при КВЧ- воздействии, как показатели абиотического оксидативного стресса в зависимости от частоты физического фактора среды.

В литературе встречается анализ возможных клеточных биохимических и физиологический процессов, сопряженных с влиянием ЭМИ КВЧ на внутриклеточную регуляцию и трансдукцию сигналов. Полученные данные указывают на то, что эффекты КВЧ излучения зависят от частоты излучения и индуцируют в растительном организме свободнорадикальные окислительные процессы, регистрируемые по интенсивности ХЛ, накоплению МДА и возрастанию активности каталазы.

### Литература

1. Девятков Х. Д., Голант М. В., Бецкий О. В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности // – Москва; Радио и связь, 1991, 198 с.
2. Mukhaelyan Zh., Poghosyan G. H., Vardevanyan P. H. Effect of extremely high frequency EMI on lipid peroxidation and antioxidant enzymes of wheat shoots // Biol. J. of Armenia, 2016, 1, vol. 68, P. 24-29.

3. Закарян А. Е., Элбакян В. Л., Айвазян Н. М., Погосян Г. А. и др. Основы метода хемилюминесцентного анализа и программное обеспечение LABVIEW для автоматической регистрации и математической обработки данных // – 2006, Сб. Трудов конф. “Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LABVIEW и технологии National Instruments”, Москва, 2006, 17-18 ноября, с. 429-432.

### **ЦИТОМОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГО- БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СУСПЕНЗИОННОЙ КУЛЬ- ТУРЫ *ECHINACEA PURPUREA***

**Дитченко Т.И., Ключанкова М.В.**

*Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь*

Суспензионные культуры растительных клеток имеют ряд преимуществ по сравнению с каллусными тканями, выращиваемыми статическим способом на агаризованной поверхности: клетки популяции находятся в однородных условиях питания и аэрации, являются удобной моделью для исследования влияния различных экзогенных факторов на рост и метаболизм. В зависимости от источника получения и условий культивирования суспензионные культуры могут достаточно сильно различаться. Основными их характеристиками являются скорость роста, плотность, степень агрегированности, жизнеспособность клеток [1]. Признаками хорошей суспензионной культуры служат высокая степень ее дезагрегации, морфологическая однородность клеток (небольшие размеры, сферическая или овальная форма, плотная цитоплазма) и отсутствие дифференциации [2]. Целью настоящей работы явился анализ цитоморфометрических и физиолого-биохимических показателей длительно пассируемой суспензионной культуры клеток *Echinacea purpurea*.

В работе использовалась питательная среда по прописи Мурасиге и Скуга, содержащая 3% сахарозы и фитогормоны: 0,2 мг/л 2,4-Д, 0,5 мг/л кинетина и 1 мг/л ИУК. Культивирование осуществлялось в условиях термостата при 25°C в темноте. Постоянное перемешивание питательной среды обеспечивалось с помощью орбитального шейкера-инкубатора MaxQ 6000 ThermoScientific при 120 об/мин. Длительность ростового цикла составляла 16 сут.