

минут. Воспоминание о болевом раздражении привело к тому, что при помещении в светлый отсек у всех животных ориентировочный рефлекс был резко подавлен, они сидели в напряженной позе и не предпринимали попыток спрятаться в убежище. Лишь одна крыса из группы, получавшей предварительно пантетин, ушла в убежище после 1,5 минут наблюдения. Через 2 суток после обучения результаты наблюдения были аналогичными. Через 3 суток по одному животному из каждой группы зашли в убежище в течение 3 минут, что свидетельствует, по-видимому, об угасании памяти о болевом раздражении, который они получили в убежище.

Дальнейшие наблюдения проводились ежедневно в течение 14 дней после болевого шока. Оказалось, что крысы, получавшие предварительно ГПК, отказывались идти в убежище, кроме одной, которая пошла в убежище через 3 дня после болевого раздражения или делала попытки зайти в него в последующие дни. У животных второй группы (пантетин) с четвертого дня наблюдения количество особей, заходивших в убежище, постепенно увеличивалось, достигнув 40% через 14 дней. Такой же процент заходивших в убежище к исходу 14 дней отмечался и в контрольной группе.

Данная экспериментальная модель дала возможность оценить угасание памяти о болевом раздражении, полученном животными, и сравнить влияние разных производных пантотеновой кислоты на поведенческие реакции. Мы получили прямое подтверждение наличия влияния ГПК на процессы памяти у животных и отсутствие такового у пантетина. Это дает возможность провести предварительный скрининг производных пантотеновой кислоты на поведенческие реакции и ноотропную активность с целью дальнейшего биохимического анализа механизмов действия наиболее активных соединений в центральной нервной системе.

Список литературы

1. Мойсеенок, А.Г. Пантотеновая кислота: от универсального распространения к универсальным функциям / А.Г. Мойсеенок // Биохимия, фармакология и клиническое применение производных пантотеновой кислоты. – Гродно: ГрГУ, 2003. – С. 107-114.
2. Pantothenic acid in maintaining thiol and immune homeostasis / A.G. Moiseenok [et al.] // Biofactors. – 2000. – № 1. – P. 53-55.
3. Воронина, Т.А. Пантогам и пантогам актив. Фармакологические эффекты и механизм действия / Т.А. Воронина // Пантогам и пантогам актив. Клиническое применение и фундаментальные исследования. – М., 2009. – С. 11-30.
4. Канунникова, Н.П. Влияние пантогама (гомопантотеновой кислоты) на процессы метаболизма / Н.П. Канунникова, Д.В. Гупенец, А.Г. Мойсеенок // Пантогам и пантогам актив. Клиническое применение и фундаментальные исследования. – М., 2009. – С. 140-150.

We studied behavioral reactions in rats after ingestions of pantothenate derivatives hopanthenic acid (hopanthenate) and panthetine (300 mg/kg, intragastral, 3 days) and following electropain action. We showed that hopanthenate-injected rats remembered the electropain action longer than animals with panthetine or control animals.

Плявго К.В., Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь.

Адамович Е.А., Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь.

Канунникова Н.П., Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: n.kanunnikova@grsu.by.

Коваленчик И.Л., Институт биоорганической химии НАНБ, Гродненский филиал, Гродно, Беларусь.

УДК 581.142

Н.В. Пушкина, Ж.Э. Мазец

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АГРОНОМИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН И АНТИОКСИДАНТНУЮ АКТИВНОСТЬ ПУСТЫРНИКА СЕРДЕЧНОГО (*LEONURUS CARDIAC*)

В настоящее время для современной биологической науки является актуальным поиск новых технологий, имеющих широкую сферу применения, в том числе основывающихся на воздействии ранее мало изученных факторов. К категории таких факторов относят электромагнитное поле сверхвысокочастотного диапазона (ЭМП СВЧ) и его взаимодействие с биологическими системами.

Объектом исследования явились растения *Leonurus cardiac (L.)* сорта «Рядовой». Данная культура является ценным лекарственным растением и широко применяются как в традиционной, так и в официальной медицине в качестве седативного средства, аналогичного препаратам из валерианы, а также как эффективное средство для лечения и профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, не вызывающее побочных эффектов [1].

В ходе экспериментов было исследовано влияние электромагнитного поля сверхвысокочастотного диапазона на семена из расчета на их объем. Воздействие проводилось в различных частотных режимах: Режим 1 (частота обработки 53,57–78,33 ГГц, время обработки 20 минут; мощность воздействия 10 мВт); Режим 2 (частота обработки 64,0–66,0 ГГц, время обработки 12 минут, мощность воздействия 10 мВт) и Режим 3 (частота обработки 64,0–66,0 ГГц, время обработки 8 минут, мощность воздействия 10 мВт). Обработка проводилась в «Институте ядерных проблем» БГУ [2]. Полученные результаты обрабатывались с помощью статистического пакета программ M.Excel и Statistica 6,0.

Дальнейшие исследования проводились в условиях лабораторных и полевых опытов. В результате опытов был установлен избирательный характер действия ЭМП СВЧ диапазона в зависимости от частоты и времени воздействия на лабораторную и полевую всхожесть и активность фермента пероксидазы в ювенильных растениях *Leonurus cardiac* (L.) сорта «Рядовой».

Анализ лабораторного эксперимента по определению влияния ЭМП СВЧ *Leonurus cardiac* (L.) сорта «Рядовой» показал, что Режим 1 наиболее существенно активизирует ростовые процессы по отношению к контролю (рисунок 1).

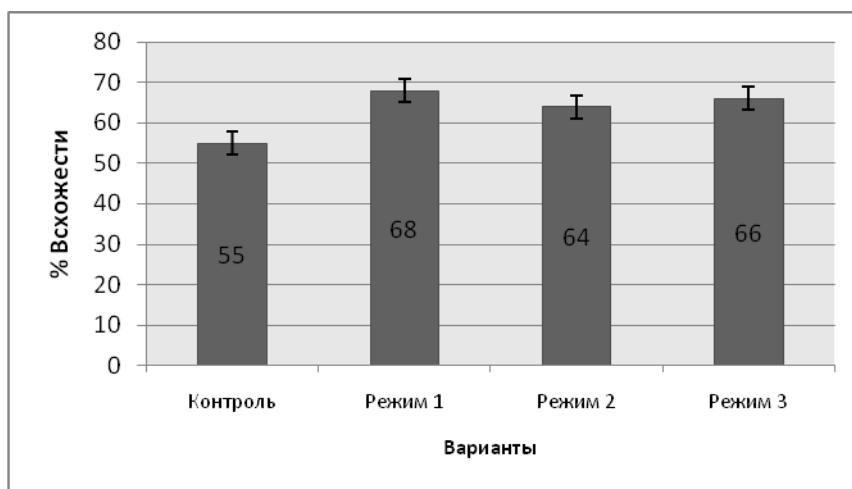


Рисунок 1 – Влияние различных режимов ЭМП СВЧ на всхожесть *Leonurus cardiac* (L.) в лабораторном опыте

Всхожесть в полевом мелкоделяночном опыте под действием ЭМП СВЧ значительно изменялась, а именно при воздействии режимом 1 всхожесть составила 75%, режимом 2 – 73%, режимом 3 – 74%, тогда как в контроле она была 50%.

Для определения характера стрессовой реакции обработанных растений были проведены биохимические исследования, где в качестве маркера использовали фермент пероксидазу [3]. Анализ влияния различных режимов низкоинтенсивного электромагнитного излучения на пероксидазную активность 45-дневных растений пустырника показал, что в результате воздействия отмечено снижение активности и удельной активности пероксидазы под влиянием всех трех режимов (таблица 1), но особенно существенное в случае режимов 1 и 3.

Таблица 1 – Влияние различных физических воздействий на общую и удельную активность пероксидазы в растениях *Leonurus cardiac* (L.)

Вариант опыта	Активность пероксидазы, Е\мл	Концентрация белка, мг\мл	Удельная активность пероксидазы, Е\мг белка
Контроль	1,23±0,07*	0,8±0,016*	1,54±0,032*
Режим 1	0,6±0,044*	2,2±0,034*	0,27±0,047*
Режим 2	0,6±0,052*	0,94±0,027*	0,64±0,027*
Режим 3	0,6±0,042*	2,5±0,116*	0,24±0,044*

* – данные достоверны при $p < 0.05$

Таким образом, показано, что предпосевная микроволновая обработка значительно улучшает агрономические качества семян *Leonurus cardiac* (L.), увеличивая полевую и лабораторную всхожесть исследуемой культуры, активизирует ростовые процессы. Наибольший стимулирующий эффект на ростовые

процессы на раннем этапе онтогенеза оказывает воздействие режимом 1 ЭМП СВЧ. Подводя итог проведенным биохимическим исследованиям, можно утверждать, что выявлена избирательная реакция растений на различные режимы электромагнитного воздействия. Снижение общей и удельной активности пероксидазы при обработке изучаемыми режимами свидетельствует об отсутствии значительной стрессовой реакции на данный вид воздействия.

Список литературы

1. Брем, А. Жизнь растений / А. Брем. – Москва: «ЭКСМО», 2010. – С. 717-718.
2. Karpovich, V.A. Application of microwave energy in modern biotechnologies / V.A. Karpovich, V.N. Rodionova, G.Ya. Slepyan // The Fourth International Kharkov Symposium “Physics and engineering of millimeter and sub-millimeter waves”: Symposium Proceedings National Academy of Sciences of Ukraine. – Kharkov, 2001. – P. 909-910.
3. Савич, И.М. Пероксидазы – стрессовые белки растений / И.М. Савич // Успехи современной биологии. – 1989. – Т. 107. – № 3. – С. 406 – 417.

Article is devoted to features of influence of an electromagnetic field of a superhigh-frequency range on agronomical qualities of seeds, growth and development of plants of *Leonurus cardiac* (L.). Processing was carried out at Institute of nuclear problems of BGU. Features of impact of preseeding impact on seeds of studied culture are revealed. The germinations intensifying rostop processes of plants and influencing structural changes of photosynthetic devices of sprouts of studied culture are established the most optimum expositions of electromagnetic influence.

Пушкина Н.В., НИУ «Институт ядерных проблем» БГУ, Минск, Беларусь, e-mail: nadyapushkina@inp.bsu.by.
Мазец Ж.Э., Белорусский государственный университет им. М. Танка, Минск, Беларусь.

УДК 577.352.332:546.47:612.111

Е.И. Слобожанина, Ю.М. Гармаза, Н.М. Козлова, А.В. Тамашевский

О ВОЗМОЖНЫХ ЦИТОТОКСИЧЕСКИХ ЭФФЕКТАХ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ИОНОВ ЦИНКА

В последние годы большое внимание исследователей уделяется вопросу действия тяжелых металлов на биологические системы из-за их повсеместного присутствия в окружающей среде, возможности биоаккумуляции и взаимодействия со специфическими системами, что приводит к терагенным, нейротоксическим, кардиотоксическим и др. эффектам. Известно, что клетки крови первыми отвечают на неблагоприятные условия функционирования организма, а клеточная мембрана является главной мишенью действия металлов, включая и цинк. Цинк (Zn^{2+}) является жизненно необходимым микроэлементом, играет ключевую роль в функционировании иммунной и нервной систем, защищают от окислительного повреждения, стабилизируют клеточные мембраны, специфически связываются с различными мембранными рецепторами и белковыми транспортерами, модулируя их активность [1, 2]. Однако, сам по себе, цинк – цитотоксичен, т.к. является одним из наиболее распространенных токсичных компонентов крупномасштабного загрязнения окружающей среды (выброс оксида цинка в атмосферу происходит при высокотемпературных технологических процессах), а при ингаляционном воздействии паров, содержащих Zn^{2+} даже в низких концентрациях, выявлены серьезные нарушения здоровья человека [3]. Дефицит цинка в организме может приводить к усиленному накоплению железа, меди, кадмия, свинца, а избыток – к дефициту железа, меди и кадмия. В этой связи необходим поиск путей коррекции Zn-индуцированных нарушений, который невозможен без знаний о механизмах его воздействия на клетки.

В настоящей работе были изучены молекулярно-мембранные механизмы действия ионов цинка в физиологических (< 30 мкМ), фармакологических (50–100 мкМ) и токсичных (> 100 мкМ) концентрациях на эритроциты *in vitro*. Эритроциты человека были выбраны в качестве объекта исследования, потому что они являются подходящими клетками для оценки статуса цинка в организме (при попадании соединений цинка в кровь человека более 90% металла поступает именно в них) [4], а отсутствие ядра позволяет исключить возможные генотоксические эффекты этого микроэлемента.

В работе были использованы следующие методы: спектрофлуориметрия (“Cary Eclipse”, Varian), проточная цитофлуориметрия (FACScan, BD), атомно-силовая микроскопия (NT-206, ОДО «Микротестмашины») и атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ICPE-9000, Shimadzu).