

УДК 632.985.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОТРОПНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭМП ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СПЕРМИЕВ ЖИВОТНЫХ ПРИ КРИОКОНСЕРВАЦИИ

Сорокин М.С., к.т.н.

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко

Тел. (057)712-50-56

Аннотация – определены параметры импульсного информационного ЭМП миллиметрового диапазона для повышения оплодотворенности спермы животных после ее криоконсервации.

Ключевые слова – животные, сперма, электромагнитные импульсы, информация, криоконсервация.

Постановка проблемы. Несмотря на то, что вопрос криоконсервации спермы животных достаточно изучен, все же задача повышения оплодотворяемости и устойчивости спермиев к низким температурам остается до конца нерешенной. Решение проблемы в животноводстве в настоящее время на основе технологий криоконсервации спермы животных исчерпало свои возможности. Установлено что существующие технологии криоконсервации спермы быков приводит к гибели 50-70% спермиев на клеточном уровне, что снижает качественные показатели спермы после размораживания.

Научные исследования показывают, что для воспроизводства животных в сельском хозяйстве можно применять информационные импульсные ЭМП миллиметрового диапазона. При этом электромагнитное излучение может служить, как в качестве первичного сигнала, запускающего внутренние регуляторные механизмы биологического объекта, так и в качестве непосредственного регулятора метаболических процессов протекающих в биологическом объекте [1,2].

Определение биотропных параметров импульсного ЭМП для воздействия на спермии животных связано как с теоретическими работами, исследующих процесс взаимодействия информационных ЭМП с разбавленной спермой, с учетом её морфологического строения и электрофизических свойств, так и системами импульсного характера в миллиметровом диапазоне длин волн.

Таким образом, исследование и разработка способов и устройств повышения оплодотворяемости спермы после её криоконсервации является актуальной проблемой.

Анализ последних исследований. Проведенный анализ большого числа работ отечественных и зарубежных исследований показывает, что в них отсутствуют разработки методических принципов изучения влияния информационных импульсных ЭМП на метаболические процессы в микробиологических объектах животноводства, нет теоретического обоснования по определению численных значений биотропных параметров ЭМП [3-5].

Формулирование цели статьи. Целью исследований является теоретическое определение параметров импульсного ЭМП для повышения оплодотворяемости спермы животных.

Основная часть. Для определения параметров импульсного излучения для воздействия на сперму животных была рассмотрена такая характеристика электрического поля, как интеграл квадрата средней величины напряженности поля по периоду повторяемости импульсов

$$E^2 = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} (E_z^{cp})^2 dt, \quad (1)$$

где E_z^{cp} – напряженность электрического поля в установившемся режиме, усредненная по области занимаемой биологической средой; T – период повторения импульсов.

Средняя величина электрической напряженности поля в установившемся режиме определяется выражением

$$E_z^{cp} = -\frac{4}{a_2^2} \begin{cases} \sum_{n=1}^{\infty} \left[\operatorname{Re} \left(F_m F_2 \left(i \frac{2\pi m}{T} \right) \right) \cos \frac{2\pi m}{T} t + \right. \\ \left. + I_m \left(F_m F_2 \left(i \frac{2\pi m}{T} \right) \right) \sin \frac{2\pi m}{T} t \right], & t > t_0 \\ 0, & t < 0 \end{cases} \quad (2)$$

где a_2 – радиус цилиндрической кюветы с разбавленной спермой; $F_m F_2$ – коэффициенты Фурье для импульса тока, определяемого формулой

$$F(t) = A \begin{cases} \sin^2(2\pi f t), & 0 \leq t < \tau, \\ 0, & \tau \leq t \leq T. \end{cases} \quad (3)$$

где A – максимальная амплитуда импульса, τ и T – соответственно длительность и период повторения импульсов; f – частота заполнения импульса.

Для коэффициентов Фурье F_m в уравнении (2) было получено следующее выражение

$$F_m = A \begin{cases} \frac{2 e^{-i \frac{\pi m \tau}{T}} \sin \left(\frac{\pi m}{T} \tau \right) f^2}{\pi m \left[4 f^2 - \left(\frac{m}{T} \right)^2 \right]}, & 2 f T \neq |m|, \\ -\frac{\tau}{4 T}, & 2 f T = |m|, \end{cases} \quad (4)$$

где $m = \pm 1, \pm 2, \dots$.

Из (4) следует, что поскольку частота заполнения импульса связана с его длительностью формулой

$$f = \frac{N}{\tau}, \quad (5)$$

то, можно доказать что максимальное значение $|F_m|^2$ достигается при $|m| \cong 2fT$. В формуле (5) N – целое положительное число. Используя соотношение между частотой заполнения f и периодом повторения T импульсов

$$\frac{|m|}{2T} = f, \quad (6)$$

было получено выражение для коэффициента F_2 . Из (7) следует, что

$$F_2 \left(i \frac{2\pi m}{T} \right) \cong \frac{e^{i\bar{x} \left(1 - \frac{r_0}{a_2} \right)}}{i 4\pi f \sqrt{\tilde{\varepsilon}_2 \tilde{\varepsilon}_0} \left(\sqrt{\frac{\tilde{\varepsilon}_2}{\tilde{\varepsilon}_0}} + \operatorname{ctg} \left(\bar{y} - \frac{\pi}{4} \right) \right)}, \quad (7)$$

$$\text{где } \bar{x} = \frac{4\pi f}{c} \sqrt{\tilde{\varepsilon}_0} a_2, \quad \bar{y} = \frac{4\pi f}{c} \sqrt{\tilde{\varepsilon}_2} a_2.$$

Здесь через x_2 обозначена мнимая часть \bar{x} .

Расчеты показали, что величина $|F_m|^2$ зависит от частоты заполнения f импульса резонансным образом. Максимальное значение $|F_m|^2$ достигается на частоте при которой знаменатель (7) принимает минимальное значение.

Если потери в биологической среде пренебрежимо малы, то значение резонансной частоты близко к следующей величине

$$f_{res} \cong \frac{c}{4\pi \sqrt{\tilde{\varepsilon}_2} a_2} \left[\frac{5\pi}{4} - \operatorname{arcctg} \left(\sqrt{\frac{\tilde{\varepsilon}_2}{\tilde{\varepsilon}_0}} \right) \right]. \quad (8)$$

Численные расчеты показали, что при значениях параметров: $a_2 = 1 \text{ мм}$; $\tilde{\varepsilon}_2 = 4,0 + i24$; $\tilde{\varepsilon}_0 = 2,08$ резонансная частота составляет 36,7 ГГц, длительность импульсов $10^{-7} \text{ с} \leq \tau_u \leq 2 \cdot 10^{-7} \text{ с}$; период следования импульсов $10^{-5} \text{ с} \leq T \leq 2 \cdot 10^{-5} \text{ с}$, амплитуда импульсов 39 В.

Выводы. Таким образом, проведя данные расчеты, теоретически были определены основные биотропные параметры импульсного

электромагнитного поля для воздействия на микробиологические объекты животноводства при криоконсервации. Так, было установлено, что для повышения жизнеспособности спермиев животных КРС их следует облучать импульсным ЭМП в диапазоне изменений полученных математически параметрах.

Литература

1. *Девятков В.Г.* Миллиметровые волны и их роль в процессе жизнедеятельности / *В.Г. Девятков, М.Б. Голонт, О.В. Бескин.* – М.: Радио и связь, 1991. – 169 с.

2. *Эйди У.Р.* Частотные и энергетические окна при воздействии слабых электромагнитных полей на живую ткань / *У.Р. Эйди* // Труды ИИЭР. – 1980. – Т.68, №1. – С.128-147.

3. Применение низкоинтенсивных электромагнитных миллиметровых волн в медицине и биологии / *Н.Д. Девятков, Ю.Л. Арзуманов, О.В. Бецкий, Н.Н. Лебедев.* – М.: ИРЭ РАН, 1995. – 8 с.

4. *Webb S.I.* Genetic continuity and metabolic regulation as seen by the effects various microwave and black light frequencies on these phenomena / *S.I. Webb, Ann. N. Acad. Sci.* – 1975. – №247. – P.327-351.

5. *Андреанов С.О.* Математическая модель средней диэлектрической проницаемости биологической среды клеточной структуры, находящейся под воздействием переменного электрического поля / [*С.О. Андреанов, А.Г. Леонов, С.Ю. Семенов* и др.] // Электромагнитные волны и электронные системы. – 2007. – № 1, т. 12. – С.14-23.

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ БІОТРОПІВ ЕМП ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ СПЕРМІЇВ ТВАРИН ПРИ КРИОКОНСЕРВАЦІЇ

Сорокін М.С.

Анотація

Визначені параметри імпульсного інформаційного ЕМП міліметрового діапазону для підвищення запліднювальності сперми тварин після її криоконсервації.

DETERMINATION OF BIOTROPE PARAMETERS OF EMF FOR INCREASE OF STABILITY OF ANIMALS SPERMATOZOA AT CRYOPRESERVATION

M. Sorokin

Summary

The parameters of pulsed electromagnetic fields of millimeter range of information to improve the spermatozoa fertilized animals after cryopreservation.