

М. В. ТОРЧУК, ассистент, ХНТУСХ им. Петра Василенко, Харьков

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВИДЕОИМПУЛЬСОВ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ИММУНОГЛОБУЛИНОВ В МОЛОЗИВЕ КОРОВ

На сохранение новорожденных телят в первые дни жизни особенно влияет количество иммуноглобулина в молозиве и молоке коров. Иммуноглобулины выполняют ведущую роль в гуморальном иммунитете, их уровень отражает функциональную активность В-лимфоцитов. Поэтому для увеличения иммуноглобулинов в молозиве и молоке новотельных коров были проведены исследования по определению биотропных параметров импульсного электрического поля для воздействия на молочную железу новотельных коров с целью увеличения иммуноглобулинов класса LgG и LgM в молозиве и молоке

Ключевые слова: молочная железа коров ; импульсы электрического поля; молозиво и молоко коров; иммуноглобулины.

Введение. За последние годы сложились условия, при которых телята рождаются часто ослабленными, с низкой живой массой и недостаточной жизнеспособностью. Экономический ущерб, наносимый сельскому хозяйству болезнями телят, складывается из снижения их продуктивности, непроизводительных затрат на лечение, прирезки и падежа заболевших. Например, у переболевших телят бронхопневмонией среднесуточный прирост живой массы в период заболевания и в период последующего месяца снижается на 40 – 50%. а у перенесших желудочно-кишечные заболевания в течение 3–5 дней – на 20–25%. На заболевания желудочно-кишечного тракта приходится 45–60 % .

Самые высокие потери телят бывают до 15-дневного возраста первого года жизни. К основным причинам, на которые приходится 65 – 80% гибели телят, относятся : неудовлетворительные условия развития плода последние 1,5–2 мес. перед отелом; нарушение режима, времени, количества и качества выпаиваемого молозива[1].

Важнейшая функция молозива состоит в обеспечении плавного перехода от внутриутробного развития и питания веществами, поступающих с кровью матери, к автономному питанию и развитию в условиях внешней среды. . На сохранение новорожденных телят в первые дни жизни особенно влияет количество иммуноглобулина в молозиве коров. Иммуноглобулины выполняют ведущую роль в гуморальном иммунитете их уровень отражает функциональную активность В-лимфоцитов[2].

За последнее время в медицине и ветеринарии все большее внимание привлекают электромагнитные методы повышения иммуноглобулинов в молоке матерей и молозиве коров. В связи с чем возникает необходимость проведения теоретических и экспериментальных исследований по определению параметров импульсного излучения для повышения иммуноглобулина в молозиве коров при облучении их вымени.

Анализ предшествующих исследований. Уникальные возможности информационных импульсных ЭМП нашли широкое применение в медицинской практике [3-6]. Высокая эффективность волн КВЧ диапазона для восстановления и поддержания гомеостаза живых организмов связана с тем, что используемые сигналы импульсного характера имитируют сигналы, генерируемые в тех же целях самим организмом.

Эффективность ЭМ-терапии зависит от множества факторов, множество которых невозможно учесть. Однако, можно выделить основные факторы, которые фиксируются в процессе ЭМ-терапии. Это импульсный характер ЭМИ, период следования импульсов – десятки мс, длительность импульсов – единицы мкс, амплитуда импульсов составляет (1-5)кВ. Что касается экспозиции при ЭМ-терапии, то она составляет десятки мин, а иногда и несколько часов. Это связано с тем, что для этих целей применялись импульсные генераторы с относительной нестабильностью частоты следования импульсов в пределах $10^{-3}..10^{-4}$.

Следовательно, повышение иммуноглобулинов в молозиве и молоке новотельных коров будет определяться величиной биотропных параметров импульсного ЭП.

Цель статьи. Определить биотропные параметры импульсного электрического поля для повышения иммуноглобулинов в молоке и молозиве новотельных коров.

Изложение основного материала. При воздействии периодической последовательности электромагнитных видеоимпульсов на молочную железу возбуждается электрическое поле, напряженность которого в каждой точке можно оценить на основании усредненной по объему напряженности электрического поля. Эта величина, нормированная на среднюю величину напряженности электрического поля видеоимпульса, может быть представлена в следующем виде

$$\left| \frac{E_{cp}}{E_0} \right| = \frac{4Q}{\pi^3} \left| \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin^2\left(\frac{\pi n}{Q}\right) \int_0^1 F_{0n}^+(x) x dx}{n^2 F_{0n}^+(1)} D_n \right|, \quad (1)$$

$$D_n = \frac{e^{-i\frac{2\pi n}{Q}}}{\bar{k}_n H_1^{(1)}(\bar{k}_n) + \bar{V}(1) H_0^{(1)}(\bar{k}_n)} + \frac{e^{i\frac{2\pi n}{Q}}}{-\bar{k}_n H_1^{(1)}(-\bar{k}_n) + \bar{V}(1) H_0^{(1)}(-\bar{k}_n)},$$

где $Q = T/\tau$ - скважность видеоимпульса, $\bar{k}_n = \frac{2\pi n}{Tc}$, c - скорость света в вакууме.

Функции F_{0n}^+ и \bar{V} определяются, соответственно, из выражений (2) и (3)[7]

$$F_{nm}^+ = \left(\frac{\bar{r}}{2}\right)^m \exp\left(\int_0^{\bar{r}} V(\bar{r}) d\bar{r}\right), \quad m \geq 0. \quad (2)$$

$$\bar{V}_{q+1} = -\frac{2F_q}{\bar{r}_q + \Delta\left(m - \frac{1}{2}\right) + \sqrt{\left(\bar{r}_q + \Delta\left(m - \frac{1}{2}\right)\right)^2 - 2\Delta F_q}}, \quad (3)$$

$$q = 1, 2, \dots, Q.$$

Как следует из (1), при увеличении скважности Q , усредненная напряженность электрического поля быстро стремится к нулю. Это справедливо и при стремлении скважности Q к величине π . Следовательно, должно существовать оптимальное значение скважности Q видеоимпульса, при котором усредненная напряженность электрического поля

принимает максимальное значение.

Для определения оптимальных значений параметров видеоимпульсов были проведены численные расчеты с помощью разработанных алгоритмов.

В рамках выбранной электродинамической модели молочной железы ее относительная диэлектрическая проницаемость ε является кусочно-постоянной функцией от пространственных переменных. В частотном диапазоне $70 \div 150$ кГц (ему соответствует интервал применения периода повторяемости видеоимпульса $T \ 6.6 \cdot 10^{-6} \div 1.4 \cdot 10^{-5}$) относительная диэлектрическая проницаемость принимает значения: для слоя кожи $\varepsilon_1 = 5.9 \div 7.9$; для слоя авеол $\varepsilon_2 = 40 \div 60$ (тангенс угла потерь изменяется в пределах $0,3 \leq tg \delta \leq 0,5$). При этих значениях диэлектрической проницаемости были проведены численные расчеты зависимости нормированной усредненной напряженности электрического поля от периода повторяемости T и скважности $Q = T/\tau$ видеоимпульсов. На Рис. 1 представлены результаты этих расчетов. Анализ этих результатов позволяет сделать вывод о том, что при значении скважности $Q \approx 110$ и периоде повторяемости $T = 1.1 \cdot 10^{-5}$ с - усредненная напряженность электрического поля достигает максимального значения $|E_{cp} / E_0| \approx 0,035$.

Для определения экспозиции и величины усредненной напряженности электрического поля воспользуемся выражением для наведенного потенциала на мембране клетки [8]. Это связано с тем, что физиологическая активность процессов в клетках определяется наличием наведенного электрического потенциала на мембранах клеток, но при этом следует учитывать, что его величина не должна превышать критическое значение, при котором произойдет разрушение мембраны [9]:

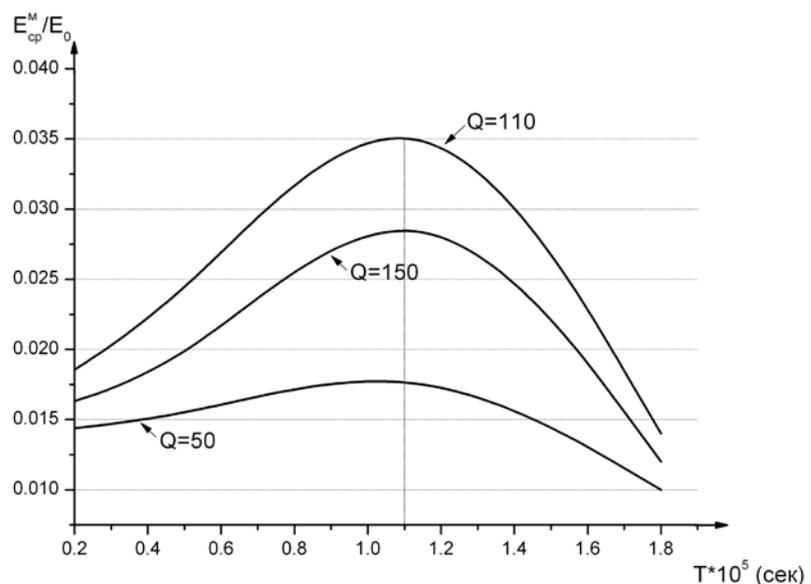


Рис. 1 – Зависимость нормированной напряженности электрического поля усредненной по объему молочной железы животных от величины периода следования видеоимпульсов для различных значений скважности

В рассматриваемом случае выражение для наведенного потенциала на мембранах клеток имеет вид [10]:

$$\varphi_{нав}^2 = \varphi_0^2 + F \cdot t \frac{C_0 V_0 g^2 C_S}{(4\pi \varepsilon_m \varepsilon_0 d)^2} \cdot e^{-\frac{F \varphi_0 \cdot g}{RT}} + P \frac{g C_S}{4\pi \varepsilon_m \varepsilon_0 \omega} E_{cp} \sin(\omega t + \psi) \quad (4)$$

где φ_0 – потенциал на мембране в начальный момент времени; P – проницаемость мембраны; t – время экспозиции; C_0 , C_S – концентрации ионов внутри и вне клетки; V_0 – объем клетки в начальный момент времени; g – заряд иона; F – число Фарадея; R – газовая постоянная; T – абсолютная температура; e – заряд электрона; E_{cp} – усредненная напряженность электрического поля; U_m – амплитуда видеоимпульса; ψ – параметр учитывающий инерционность биообъекта [11].

Для расчетов были использованы данные, взятые из литературных источников [8-11].

$$\varphi_{кр} = 110 \text{ мВ}; \varphi_0 = 70 \text{ мВ}; d = 10^{-8} \text{ м}; \varepsilon_m = 2,1; \varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}; \varphi_{кр} = 110 \text{ мВ};$$

$$P = 0,3 \cdot 10^{-4} \text{ с/м}^3; C_0 = 0,6 \frac{\text{мк моль}^{-1}}{\text{м}^3}; C_S = 2,0 \text{ мк моль}^{-1}/\text{м}^3; V_0 = 2 \cdot 10^{-18} \text{ м}^3; g = 2,5 \cdot 10^{-18} \text{ кл};$$

$$F = 96484,56 \frac{\text{к}}{\text{моль}}; R = 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}; T = 300^0 \text{ К}; U_m = 1 \text{ кВ}; E_0 = 22,72 \text{ В/м}; \psi = 0,6^0.$$

При проведении численных расчетов учитывалось, что наведенный потенциал равен $100 \text{ мВ} < \varphi_{кр} = 110 \text{ мВ}$. В результате расчетов было установлено, что экспозиция составляет $t = 20 \text{ с}$, а напряженность $E_{cp} = 0,79 \text{ В/м}$.

Выводы. Для повышения иммуноглобулинов в молозиве коров их молочную железу следует облучать импульсным ЭП с параметрами: амплитуда видеоимпульса $U_m = 1 \text{ кВ}$; длительность импульса 10^{-7} с ; скважность видеоимпульсов $Q \approx 110$; время экспозиции 20 с .

Список литературы: 1. Шуканов, А. В. Выращивание телят в условиях адаптивной технологии [Текст] / А. Д. Шуканов, В. Г. Семенов // Ветеринария. – 2000. – №10. – С. 48 – 51. 2. Юдин, М. Ф. Физическое состояние коров в разные сезоны года [Текст] / М. Ф. Юдин // Ветеринария. – 2001. – №2. – С. 38 – 41. 3. Cocnen, M. Nutritiv bedingte probleme in kalberbestanden [Текст] / M. Cocnen, A. Ullerich // Ubeisicht. Tieremahr. – 2005. – 24, №1. – P. 2433. 4. Elze, K. Der Kalberdurchfall / K. Elze // Milchpraxis. – 2006. – №4 – P. 178 – 182. 5. Белановский А. С. Основы биофизики в ветеринарии [Текст] / А. С. Белановский. – М.: Дрофа, 2007. – 332 с. 6. Сасимова, И. А. Обоснование биофизического действия информационных электромагнитных излучений на микробиологические объекты животноводства [Текст] / И. А. Сасимова, Л. Ф. Кучин // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2008. – № 4/2(34). – С. 27 – 29. 7. Крылов, В. И. Вычислительные методы [Текст] / В. И. Крылов, В. В. Бобков, П. И. Монастырский. – М.: Наука, 1976. – 302 с. 8. Пиротти, Е. Л. Изменение мембранного потенциала клеток биологических объектов, находящихся во внешних электромагнитных полях [Текст] / Е. Л. Пиротти, А. Д. Черенков // Вестник Харьковского национального университета (ХПИ), 2000. – Вып.92. – С. 96-99. 9. Рубин, А. Б. Биофизика.

Биофизика клеточных процессов [Текст] / А. Б. Рубин. – М.: Высшая школа, 1987. – Т.2. – 303 с. **10.** Аккерман, Ю. Биофизика [Текст] / Ю. Аккерман (пер. с англ.). – М.: Мир, 1964. – 684 с. **11.** Plonsey, R. Bioelectricity a Quantative Approach [Текст] / R. Plonsey, E. Barr. – New Vork: Plenum Press, 1988. – 366 p.

Bibliography (transliterated): **1.** *Shukanov, A. V., Semenov, V. G. (2000).* Rearing in conditions of adaptive technology. Veterinary medicine, 10, 48 - 51. **2.** *Yudin, M. F. (2001).* Physical condition of cows in different seasons of the year. Veterinary medicine, 2, 38 - 41. **3.** *Cocnen, M., Ullerich, A. (2005).* Nutritiv bedingte probleme in kalberbestanden. Ubeischt. Tieremahr, 24, 1, 2433. **4.** *Elze K. (2006).* Der Kalberdurchfall. Milchpraxis, 4, 178 – 182. **5.** *Belanovsky A. S. (2007).* Fundamentals of Biophysics in veterinary medicine. M: great bustard, 332. **6.** *Sasimova I. A., Kuchin, L. F. (2008).* Explanation of informational biophysical effect of electromagnetic radiation on microbiological livestock objects. Eastern-European journal of advanced technologies, 4/2 (34), 27 - 29. **7.** *Krylov, V. I. Bobkov, V. V., Monastyrskiy, P. I. (1976).* Computational methods. M.: Nauka, 302. **8.** *Pirotti, E. L., Cherenkov, A. D. (2000).* Changes in membrane potential of cells of biological objects that are affected by external electromagnetic fields. Vestnik Khark'kovskogo natsional'nogo universiteta (KHPI), 92, 96-99. **9.** *Rubin A. B. (1987).* Biophysics. Biophysics of cellular processes. M.: Vysshaya shkola, 2, 303. **10.** *Akkerman, J. (1964).* Biophysics. M.: Mir, 684. **11.** *Plonsey, R., Barr, E. (1988).* Bioelectricity a Quantative Approach. New Vork: Plenum Press, 366.

Поступила (received) 12.05.2014

УДК 621.374

М. А. ЧЁРНАЯ, аспирант, ХНТУСХ им. Петра Василенко, Харьков;
И. К. КУЗМИЧЁВ, д-р физ.-мат. наук, с.н.с., ХНУРЭ, Харьков

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЗОНАТОРНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ СЕМЯН ПОДСОЛНУХА

Предварительные теоретические и экспериментальные исследования показывают, что желаемые изменения хода информационных процессов в биологическом объекте (семенах) возможно только при оптимальном сочетании значений биотропных параметров воздействующего электромагнитного поля, для определения которых необходимо использовать метод измерения хемилюминесценции на основе резонаторных систем. В данной статье проведен теоретический анализ открытой резонаторной системы с определением её конструктивных параметров для измерения сверхслабого свечения семян подсолнуха, находящихся под воздействием низкоэнергетического (информационного) электромагнитного поля.

Ключевые слова: семена подсолнуха; частота электромагнитного поля; резонаторная открытая система; хемилюминесценция семян.

Введение. При измерениях хемилюминесценции семян, обработанных ЭМП КВЧ диапазона, возникают трудности из-за возбуждения высших типов волн в волноводных и резонансных системах с кюветами для семян. Одночастотный отклик резонатора необходим для того, чтобы исключить неоднозначность при проведении измерений. При перестройке частоты задающего генератора в резонаторе может возбудиться другой тип колебаний, что в итоге исказит результаты измерений. С другой стороны, поскольку добротность возбуждаемого колебания определяется энергией, накопленной в резонансном объеме, то в миллиметровом диапазоне одномодовые резонаторы должны иметь низкую

© М. А. ЧЁРНАЯ, И. К. КУЗМИЧЁВ, 2014