

Л.Н. МИХАЙЛОВА, канд. техн. наук, ст. преп., ПГАТУ,
г. Каменец-Подольский

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ МАСТИТА СВИНЕЙ

Рассмотрен метод определения величины энергии ЭМП и времени для угнетения патогенных микроорганизмов в вымени свиноматок.

Ключевые слова: воспаление молочной железы; энергия ЭМП; патогенные микроорганизмы.

Розглянуто метод визначення величини енергії ЕМП і часу для пригнічення патогенних мікроорганізмів у вимені свиноматок.

Ключові слова: запалення молочної залози; енергія ЕМП; патогенні мікроорганізми.

A method of determining the value of energy of the EMF and time for the suppression of pathogenic microorganisms in the udder of sows is considered.

Keywords: inflammation of the breast, the energy of EMF; pathogenic microorganisms.

Введение. Повышение продуктивности животных и увеличение их поголовья, в том числе и свиней, в значительной мере зависит от своевременного и эффективного лечения. В современных условиях большой экономический ущерб свиноводству наносит болезнь молочной железы у свиней. Основной болезнью молочной железы у свиней, чаще всего, встречается метрит-мастит-агалактия [1].

Как показывает анализ, при воспалении вымени свиноматок поражается до 60 %, а в отдельных случаях до 70..80 % функциональных долей молочной железы. Болезнь вымени свиноматок приводит к гибели до 80 % поросят в первые дни опороса, так как поросята не получают необходимого количества молока.

Анализ предшествующих исследований. В современных условиях для лечения вымени свиноматок используют антибиотики, гормоны и другие химические препараты [1, 2]. Медикаменты, попадая в организм человека через мясо свиней, угнетают иммунитет, поражают печень и другие органы, что приводит к различным заболеваниям и раннему старению.

Поэтому не медикаментозное лечение мастита у свиноматок является актуальной задачей. Литературный анализ показывает, что лечение мастита у свиней возможно на основе применения информационного электромагнитного излучения миллиметрового диапазона [2].

Воздействие электромагнитного излучения на больное вымя свиней приводит к гибели патогенных микробов, повышает энергетическую активность клеточных мембран, повышает скорость процессов окислительного фосфорилирования и энергетику метаболических процессов, улучшает микроциркуляцию крови и лимфы, активизирует регенеративные процессы в тканях, что приводит к выздоровлению животного и сохранению поросят.

Применение электромагнитных излучений с определенными биотропными параметрами позволит добиться угнетения инфекционных микрорганомов в протоках вымени свиноматок и ускорить процесс регенерации поврежденных тканей. Однако определение оптимальных параметров ЭМП для лечения мастита свиноматок требует разработки моделей, которые связывают параметры воздействующего ЭМП и параметры инфекционных микроорганизмов в протоках вымени свиноматок.

Цель статьи. Определить энергетические параметры ЭМП, которые разрушают мембраны патогенных микроорганизмов в вымени свиноматок.

Изложение основного материала. Величину энергии ЭМП и время облучения участков вымени свиноматок для угнетения патогенных микроорганизмов в вымени, используем модель разрушения клеточных мембран патогенных микроорганизмов под действием наведенного критического потенциала [3-6].

Наиболее признанным в настоящее время является механизм разрушения мембран, обусловленный дефектами типа сквозной поры. Предполагают, что в этом случае формирование дефекта сопровождается переориентацией молекул липида, расположенных вблизи границы дефекта, с образованием так называемой инвертированной поры [3].

Максимальная величина энергии для образования сквозной поры в мембране патогенных микроорганизмов от величины критического потенциала, наведенного электромагнитным полем, определяется выражением [3]:

$$W = \frac{\pi \cdot \tilde{\sigma}^2}{\sigma + C \frac{\Phi_{\text{кр}}^2}{2}}, \quad (1)$$

где $\tilde{\sigma}$ – линейное натяжение единицы длины периметра дефекта; σ – поверхностное натяжение мембраны; $C = C_1(\epsilon_B/\epsilon_m - 1)$; ϵ_B – диэлектри-

ческая проницаемость воды на частоте 143 ГГц; ϵ_m – диэлектрическая проницаемость мембран; $\phi_{\text{КР}}$ – критический потенциал, приводящий к деструкции мембраны патогенных микроорганизмов.

Величина критического потенциала для разрушения мембраны и критического радиуса поры могут быть определены из выражения:

$$\phi_{\text{КР}} = \sqrt{0,376 \cdot E_{\text{УПР}} \cdot \frac{d^2}{\epsilon_m \epsilon_0}}; \quad (2)$$

$$r_{\text{КР}} = \frac{\tilde{\sigma}}{\sigma + C \frac{\phi_{\text{КР}}}{2}}, \quad (3)$$

где $E_{\text{УПР}}$ – модуль упругости мембраны; ϵ_0 – электрическая постоянная; d – толщина мембраны.

Время экспозиции ЭМП для угнетения патогенных микроорганизмов в протоках свиноматки определим из выражения:

$$t = \beta \cdot e^{\frac{W}{K_B \cdot T}}, \quad (4)$$

где β – константа; K_B – постоянная Больцмана; T – температура.

Плотность потока мощности на молочной протоке свиноматки пораженной маститом будет определяться выражением

$$\Pi = \frac{W \cdot K_{\text{ПМ}}}{t}, \quad (5)$$

где $K_{\text{ПМ}}$ – количество патогенных микроорганизмов на квадратном сантиметре пораженного участка. С учетом ослабления падающего ЭМП, которое составляет величину 0,7, мощность источника излучения находим из выражения:

$$P = \frac{W \cdot K_{\text{ПМ}}}{t \cdot 0,7} \cdot S, \quad (6)$$

где S – облучаемая площадь вымени свиноматки.

Приведенные выражения (1)-(6) позволяют вычислить время облучения ЭМП вымени свиноматок, критический потенциал, критический радиус поры в мембране патогенных микроорганизмов и необходимую мощность источника излучения на частоте 142,8 ГГц.

Для расчетов были использованы численные данные, взятые из литературных источников [3-6]:

$$\tilde{\sigma} = 0,5 \cdot 10^{-11}; \quad \sigma = 10^{-3} \text{ Н/м}^2; \quad K_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К};$$

$$T = 300^0 \text{ К}; \quad \epsilon_B = 6,2; \quad \epsilon_m = 2,1; \quad E_{\text{УПР}} = 6 \cdot 10^3 \text{ Н/м};$$

$$C_1 = 10^{-2} \frac{\Phi}{\text{м}}; \quad d = 10^{-8} \text{ м}; \quad K_{\text{ПМ}} (0,03 \dots 0,04) \cdot 10^{20} \frac{1}{\text{см}^2}; \quad V = (0,3 \dots 0,4) \cdot 10^{-5} \text{ с}.$$

В результате численных расчетов было установлено, что критический потенциал ($\phi_{\text{кр}}$) для деструкции мембраны патогенных микроорганизмов в молочных протоках свиноматки должен быть не менее 110 мВ, а величина энергии для образования сквозной поры в мембране не менее $0,7 \cdot 10^{-19}$ Дж. На рис. 1 приведена зависимость критического радиуса ($r_{\text{кр}}$) дефекта мембраны при котором сквозная пора не закрывается.

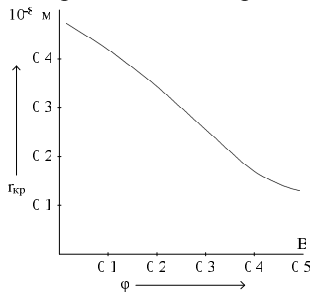


Рис. 1 – Зависимость критического радиуса сквозной поры на мембране патогенных микроорганизмов от наведенного потенциала внешним ЭМП.

Как следует из рис. 1 увеличение наведенного потенциала на мембране приводит к уменьшению максимального значения энергии (W) для образования сквозной поры в мембране. Для критического потенциала 110 В радиус сквозной поры составляет $0,433 \cdot 10^8$ м.

Время экспозиции (t) для угнетения патогенных микроорганизмов в молочных протоках свиноматки ЭМП, полученное из выражения (6), составило 72 с. На рис. 2 приведена зависимость потока мощности ЭМП от величины экспозиции.

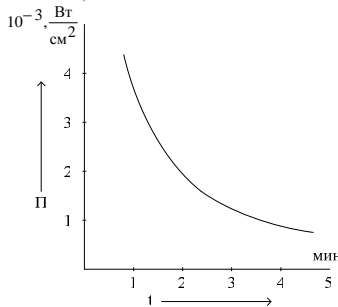


Рис. 2 – Зависимость плотности потока мощности от величины экспозиции (t) при $\phi_{\text{кр}} = 110$ мВ.

Из полученных результатов (рис. 2) следует, что с увеличением экспозиции плотность потока мощности уменьшается, а при экспозиции 72 с она составляет 3,4 мВт/см². Расчеты показали, что мощность источника электромагнитного излучения для лечения мастита свиноматок составляет $\sim 250 \cdot 10^{-3}$ Вт.

Выводы. Для разрушения мембраны патогенных микроорганизмов в вымени свиноматок необходим потенциал на мембране не менее 110 мВ, наведенный внешним электромагнитным источником мощностью 250 мВт.

Лечение мастита свиноматок следует проводить с использованием ЭМП в диапазоне частот 141-143 ГГц, плотностью потока мощности 3,2...3,5 Вт/см² и экспозицию 70...80с.

Список литературы: 1. *Роцин П.Е.* Повышение сохранности и скорости роста в условиях промышленного комплекса / *Роцин П.Е.* // Тез. докл. всесоюзной научной техн. конф. "Профилактика и лечение молодняка с.-х. животных". – М.: 1991. – С. 139-140. 2. *Михайлова Л.Н.* Физиологические особенности мастита свиней и методы его лечения / *Михайлова Л.Н.* // Вісник національного технічного університету "ХПІ" "Нові рішення в сучасних технологіях". – 2011. – № 33 – С. 31-35. 3. *Рубин А.Б.* Биофизика: в 2-х кн.: Учебник для биол. Спец. вузов. Кн. 2 Биофизика клеточных процессов / *А.Б. Рубин.* – М.: Высш. шк., 1987. – 303 с. 4. *Антонов В.Ф.* Липиды и ионная проницаемость мембран / *В.Ф. Антонов.* – М.: Уфа, 1982. – 168 с. 5. *Черенков А.Д.* Изменение мембранного потенциала клеток биологических объектов находящихся во внешних электромагнитных полях. / *А.Д. Черенков, Е.Л. Пиротти* // Весник ХГПУ. – 2000. – Вып. 92. – С. 96-100. 6. *Голант М.Б.* О проблеме резонансного действия когерентных электромагнитных излучений миллиметрового диапазона длин волн на живые организмы / *М.Б. Голант* // Биофизика. – 1989. – Т. 34, № 2. – С. 339-348.

Поступила в редколлегию 25.20.2012