

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПОЛЯ ГРАНИЧНОВИСОКОЇ ЧАСТОТИ ДЛЯ ЛІКУВАННЯ ЗАПАЛЕННЯ МОЛОЧНОЇ ЗАЛОЗИ СВИНОМАТОК

Михайлова Л. М., к.т.н., проф., e-mail: mihajlovaimsg@gmail.com

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Актуальність досліджень. Дія електромагнітного поля на хворе вим'я свиноматок приводить до знищення патогенних мікроорганізмів, підвищує енергетичну активність кліткових мембран та швидкість процесів окислювального фосфорилування і енергетикуметабалістичних процесів, покращує мікроциркуляцію крові та лімфи, активізує регенеративні процеси в тканинах, що забезпечує одужання свиноматки і збереження порослят.

Мета досліджень. Розробка енергозберігаючої, екологічно чистої та ефективної малоенергетичної електромагнітної технології і електронної системи електромагнітної енергії для лікування запаленої молочної залози свиноматок і підвищення їх продуктивності.

Основні матеріали досліджень. Рішення завдання про розподіл електромагнітного поля (ЕМП) в молочній залозі свиноматок, представленні у вигляді двошарового діелектричного кругового циліндра, пов'язане з рішенням рівнянь Максвелла в полярній системі координат [1, 2, 3, 4, 5].

Представимо рівняння Максвелла в цій системі координат і врахуємо, що вісь X співпадає з віссю циліндра. Тоді маємо:

$$\frac{1}{r} \frac{\partial E_x^\partial}{\partial \varphi} = ik_0 H_r^\partial; \quad \frac{\partial E_x^\partial}{\partial r} = ik_0 H_\varphi^\partial; \quad \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r H_\varphi^\partial) - \frac{1}{r} \frac{\partial H_r^\partial}{\partial \varphi} = -ik_0 \varepsilon E_x^\partial, \quad (1)$$

де $H_r^\partial, H_\varphi^\partial, E_x^\partial$ – дифракційні компоненти магнітного і електричного поля в полярній системі координат; $k_0 = \omega/c$ – хвильове число; c – швидкість світла.

З виразу (1) одержуємо, що компонента ЕП задовільняє рівнянню Гельмгольца:

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial E_x^\partial}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 E_x^\partial}{\partial \varphi^2} + k_0^2 \varepsilon E_x^\partial = 0 \quad (2)$$

Рішення рівняння (2) було одержано методом часткових областей і методом розділення змінних. В результаті рішення рівняння (2) напруженість ЕП в області ділянки молочної залози, ураженої маститом, представлено у вигляді:

$$E_x^\partial = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} (-i)^n \frac{c_{2n} d_{1n} - c_{1n} d_{2n}}{b_{1n} c_{2n} - d_{2n} b_{2n}} \left(d_{1n} J_n(k_4 r) + b_{2n} H_n^{(1)}(k_4 r) \right) e^{in\varphi}, \quad (3)$$

де $\mathfrak{f} = -0,5i \pi k_0 \sqrt{\varepsilon_4} b e^{ik_0 \sqrt{\varepsilon_3} h_3 T}$.

$$T = \frac{2A}{\sqrt{\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}} \cos \gamma_+ + \sqrt{\varepsilon_3} \cos \gamma_- + i \sqrt{\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_2}} \sin \gamma_- - i \sqrt{\varepsilon_2} \sin \gamma_+};$$

$$\gamma_{\pm} = k_0 [h_1 (\sqrt{\varepsilon_3} - \sqrt{\varepsilon_2} \pm \sqrt{\varepsilon_1}) + \sqrt{\varepsilon_3} h_2];$$

$$d_{1n} = H_n^{(1)1}(k_4 b) J_n(k_3 b) - \frac{k_3}{k_4} H_n^{(1)1}(k_4 b) J_n^1(k_3 b);$$

$$d_{2n} = H_n^{(1)1}(k_4 b) H_n^{(1)}(k_3 b) - \frac{k_3}{k_4} H_n^{(1)}(k_4 b) H_n^{(1)1}(k_3 b);$$

$$c_{1n} = \frac{k_3}{k_4} J_n(k_4 b) J_n^1(k_3 b) - J_n^1(k_4 b) J_n(k_3 b);$$

$$c_{2n} = \frac{k_3}{k_4} J_n(k_4 b) H_n^{(1)1}(k_3 b) - J_n^1(k_4 b) H_n^{(1)}(k_3 b);$$

$$b_{1n} = J_n(k_5 a) H_n^{(1)1}(k_4 a) - \frac{k_5}{k_4} J_n^1(k_5 a) H_n^{(1)}(k_4 a);$$

$$b_{2n} = \frac{k_5}{k_4} J_n(k_4 a) J_n^1(k_5 a) - J_n^1(k_4 a) J_n(k_5 a),$$

де H_n і J_n – функції Ханкеля і Бесселя.

Для визначення біотропних параметрів ЕМП, що приводить до знищення патогенних мікроорганізмів в молочній залозі, було визначено середнє значення напруженості ЕП в області залози з патогенними мікроорганізмами.

$$E_{\text{сеп}} = \frac{i8ae^{ik_3h_3}TJ_0(k_5a)}{(a+b)\pi^2k_0b[\sqrt{\varepsilon_3}H_0^{(1)}(k_3a)J_1(k_5a) - \sqrt{\varepsilon_3}H_1^{(1)}(k_3a)J_0(k_5a)]}, \quad (4)$$

$$\text{де } T = \frac{A}{\sqrt{\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} \cos \gamma_+ + \sqrt{\varepsilon_3} \cos \gamma_- + i \sqrt{\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_2}} \sin \gamma_- - i \sqrt{\varepsilon_2} \sin \gamma_+}};$$

$$\gamma_{\pm} = k_0[h_1(\sqrt{\varepsilon_3} - \sqrt{\varepsilon_2} \pm \sqrt{\varepsilon_1}) + \sqrt{\varepsilon_3}h_2],$$

де A – амплітуда хвилі збудження; ε_1 – відносна діелектрична проникність (ДП) шару шерсті; ε_2 – відносна ДП шару шкіри; ε_3 – відносна ДП шару м'яса; $\varepsilon_4 = \varepsilon_5$ – відносна ДП молочної залози; h_1 – товщина шару шерсті; h_2 – товщина шару шкіри; h_1 – відстань від нижньої межі шару шкіри до молочної залози; b – радіус циліндра, що моделює молочну залозу; a – радіус циліндра, що моделює шар молочної залози, яка не піддалася ураженню маститом.

$$k_3 = k_0\sqrt{\varepsilon_3}, \quad k_5 = k_0\sqrt{\varepsilon_5}, \quad k_0 = 2\pi f / c,$$

де f частота хвилі збудження.

На основі (4) проведені числові розрахунки середнього значення ЕП, нормованого до амплітуди хвилі збудження. Залежність цієї величини $|E_{\text{сеп}}/A|$ від частоти хвилі збудження f , наведена на рисунку.

Отже, для отримання максимального значення амплітуди ЕП, частота збудженої ЕМ хвилі була $f \cong 142,8$ ГГц. У цьому випадку значення амплітуди ЕП складає майже 70% від амплітуди хвилі збудження.

Висновок. Встановлено, що для руйнування мембран патогенних мікроорганізмів в молочній залозі свиноматок величина критичного потенціалу повинна бути не менше 110 мВ, величина енергії для утворення наскрізної пори в мембрані не менше $0,7 \cdot 10^{-19}$ Дж, а орієнтовна потужність джерела випромінювання не менше 250 мВт при експозиції 72 с.

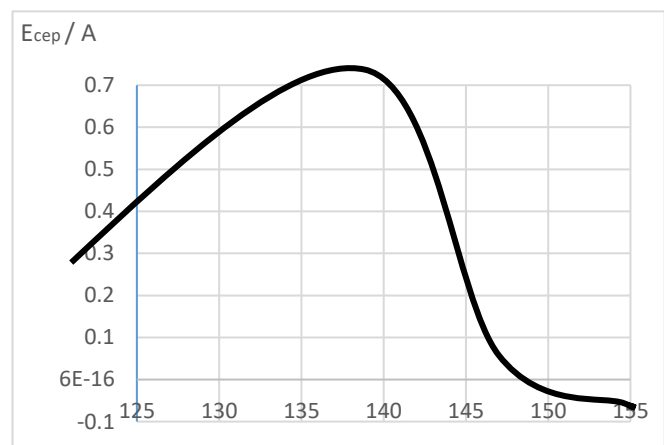


Рис.1 -Частотна залежність амплітуди ЕП, нормованої до амплітуди хвилі збудження

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кабанов В. Біологічні основи підвищення інтенсивності свинарства / В. Кабанов // Свинарство. 2002. - №2. С. 27 – 28.
2. Черенкова А. Д. Вплив низькоенергетичних МП на клітини тканин вимені корів хворих маститом / А. Д. Черенкова, Л. Ф. Кучин. – Вісник ХДТУСГ. 2001. – С. 32 – 33.
3. Михайлова Л. М. Фізіологічні особливості маститу свиней і методи його лікування / Л. М. Михайлова, А. Н. Мороз // Вісник національного технічного університету «ХПІ». Нові рішення в сучасних технологіях. – 2010 - №33. – С.31 – 35.
4. Михайлова Л. М. Визначення параметрів електродинамічної системи багатодіючого генератора вкрай високочастотного діапазону / Л. М. Михайлова // Вісник національного технічного університету «ХПІ». Нові рішення в сучасних технологіях. – 2011. - № 54. – С. 138 – 141.
5. Михайлова Л. М. Застосування електромагнітного поля граничновисокої частоти для лікування тварин / Л. М. Михайлова // Східно-Європейський журнал передових технологій. 2012. - № 1. – С. 13 – 16.