

ВИЗНАЧЕННЯ ДІАПАЗОНУ ДОВЖИН ХВИЛЬ ДЛЯ ЛІКУВАННЯ МАТОЧНОГО ПОГОЛІВ'Я ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

Попрядухін В. С., Попова І. О.

Таврійський державний агротехнологічний університет

В роботі визначені параметри інформаційного електромагнітного поля: діапазон довжин хвиль для лікування хвороби яєчників маточного поголів'я великої рогатої худоби, розрахована потужність джерела електромагнітного впливу та експозиція опромінення їх репродуктивних органів.

Постановка проблеми. Кризовий стан в тваринництві України характеризується спадом виробництва молока і м'яса за рахунок безпліддя маткового поголів'я корів. Основними післяпологовими хворобами у корів є акушерсько-гінекологічні хвороби, серед яких основне місце займає патологія гонад (яєчників). Захворювання корів хворобою яєчників тягне за собою зниження заплідненості корів на 17...40%, збільшення від отелення до плідного осіменіння на 40...60 днів, зменшення виходу приплоду і молочної продуктивності на 12...18%.

В сучасних умовах для лікування хвороб яєчників корів використовуються антибіотики, гормони та інші хімічні препарати. Однак, терапевтична ефективність використання лікувальних засобів доволі низька, оскільки при призначенні лікувальних заходів не враховується складний багатокомпонентний комплекс в регуляції статевої функції і динаміка утримання гормональних рецепторів і чутливості відповідних компонентних структур. Крім того, антибіотики, якщо потрапляють у організм людини через молоко і м'ясо корів, пригнічують імунітет, вражають печінку та інші органи, що призводить до різних хвороб. Тобто немедикоментозне лікування яєчників у корів є актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз літератури [1-3] показує, що лікування хвороб яєчників у корів можливо на основі застосування інформаційного електромагнітного випромінювання (ЕМВ) КВЧ діапазону. Аналіз взаємодії інформаційного електромагнітного поля (ЕМП) на клітинному рівні показує, що електромагнітне випромінювання слід приймати як доволі тонкий інструмент майже безмежного впливу на біологічні процеси і живому організмі.

Однак, бажані змінення властивостей біологічних об'єктів можуть бути отримані лише при оптимальному поєднанні біотропних параметрів ЕМП, що впливає (частота, щільність потоку потужності, експозиція, модуляція, поляризація), визначення яких пов'язано як з теоретичними роботами, що досліджують процес взаємодії інформаційних ЕМП з яєчниками корів, з урахуванням їх морфологічної будови і електрофізичних властивостей, так із антенними системами для внутрішньоутробного лікування, що є актуальною задачею

Мета статті. Метою даної роботи є визначення біотропних параметрів інформаційного ЕМП КВЧ діапазону довжин хвиль для лікування хвороби яєчників маточного поголів'я ВРХ.

Основні матеріали дослідження. Для визначення біотропних параметрів необхідно було теоретично визначити розподіл ЕМП при різних частотах і експозиціях випромінювання, різної щільності потоку потужності.

Для вирішення поставленої задачі в якості ЕМВ розглядалися лінійно поляризована монохроматична електромагнітна хвиля, що розповсюджується в середовищі, де розташовані яєчники.

Модель яєчників корови модулюється сфероїдом обертання (рис. 1), заповненого ізотропним середовищем з діелектричної проникністю $\varepsilon\varepsilon_0$ і магнітною проникністю μ_0 (ε_0 та μ_0 – діелектрична і магнітна проникності вакууму).

В результаті дифракції електромагнітної хвилі на яєчнику корови виникає вторинне ЕМП (поле дифракції) з векторами напруженості електричного і магнітного полів \vec{E}_\pm, \vec{H}_\pm (знак "+" відповідає полю всередині яєчника, а знак "-" полю зовні яєчника) [4].

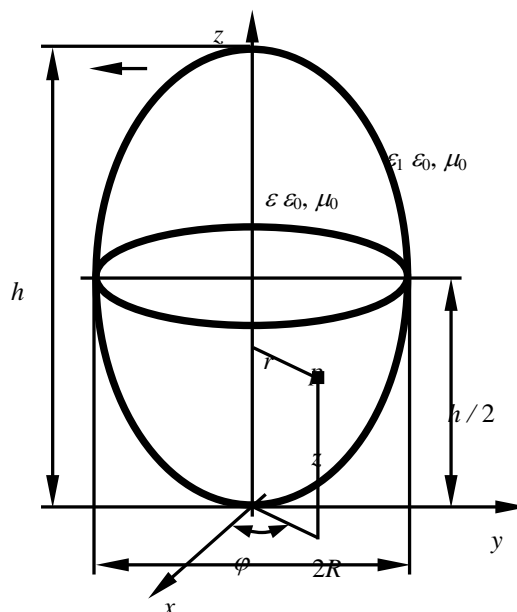


Рисунок 1 – Електродинамічна модель яєчника корови

Вторинне ЕМП повинно задовольняти однорідної системи рівнянь Максвелла як всередині яєчника, так

і зовні.

$$\text{rot}\vec{E}_{\pm} = i\omega\mu_0\vec{H}_{\pm}, \text{rot}\vec{H}_{\pm} = -i\omega\varepsilon_1\varepsilon_0\vec{E}_{\pm}, \quad (1)$$

$$\text{rot}\vec{H}_{+} = -i\omega\varepsilon\varepsilon_0\vec{E}_{+}, \text{div}\vec{E}_{\pm} = 0, \text{div}\vec{H}_{\pm} = 0 \quad (2)$$

Крім рівнянь (1), (2) поле дифракції має задовольняти граничним умовам на поверхні яєчників, а поза яєчників – умові випромінювання. Для розподілу електричного поля всередині яєчників корів, отримаємо інтегральне рівняння еквівалентне задачі (1), (2). З цією метою скористаємося уявленнями для ЕМП за допомогою векторних потенційних функцій і інтегральними формулами теорії векторних полів.

Припустимо Q позначає область простору, яку займають яєчники. Рівняння (1), (2) представимо в наступному вигляді:

$$\text{rot}\vec{H} = -\frac{ik}{W}\vec{E} + \vec{j}, \quad (3)$$

$$\text{rot}\vec{E} = ikW\vec{H}. \quad (4)$$

Введено позначення

$$k = \omega\sqrt{\varepsilon_1\varepsilon_0\mu_0}, \quad W = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_1\varepsilon_0}}$$

$$\vec{E} = \begin{cases} \vec{E}_{+} + \vec{E}^{\text{пад}}, & p \in Q \\ \vec{E}_{-} + \vec{E}^{\text{пад}}, & p \notin Q \end{cases} \quad \vec{H} = \begin{cases} \vec{H}_{+} + \vec{H}^{\text{пад}}, & p \in Q \\ \vec{H}_{-} + \vec{H}^{\text{пад}}, & p \notin Q \end{cases} \quad (5)$$

$$\vec{j} = \begin{cases} \frac{ik}{W}(\varepsilon - \varepsilon_0)\vec{E}_{+}, & p \in Q \\ 0, & p \notin Q \end{cases}. \quad (6)$$

Рівняння (3), (4) можна розглядати як неоднорідні рівняння Максвелла в однорідному середовищі з діелектричної проникністю $\varepsilon_1\varepsilon_0$ і магнітною проникністю μ_0 , а векторну функцію \vec{j} вважати щільністю струму заданого в області Q .

Припустимо, що величина \vec{j} відома. Тоді рішення рівнянь (3), (4), можна уявити за допомогою векторної потенційної функції \vec{F} за відомими формулами:

$$\vec{F}(p) = \int_Q \vec{j}(q)G(|p-q|)dv_q, \quad (7)$$

$$\vec{E} = \frac{W}{ik}q\text{raddiv}\vec{F} - ikW\vec{F}, \quad (8)$$

$$\vec{H} = \text{rot}\vec{F}. \quad (9)$$

Функція $G(|p-q|)$ є функцією Гріна тривимірного скалярного рівняння Гельмгольца, де $|p-q|$ – відстань між точками p та q . З урахуванням (5), після ряду перетворень було отримано інтегро-диференціальне рівняння напруженості електричного поля всередині яєчників ВРХ:

$$\vec{E}_{+}(p) = k^2 \left(1 - \frac{\varepsilon}{\varepsilon_1}\right) \int_Q \vec{E}_{+}(q)G(|p-q|)dv_q + \left(1 - \frac{\varepsilon}{\varepsilon_1}\right) q\text{raddiv} \int_Q \vec{E}_{+}(q)G(|p-q|)dv_q + \vec{E}^{\text{пад}}. \quad (10)$$

Вираз (10) є інтегро-диференціальним рівнянням щодо напруженості електричного поля всередині яєчників (область $p \in Q$). Коли точка $p \in Q$, то при відомому полі \vec{E}_{+} вираз (10) дозволяє розрахувати електричне поле поза яєчників. Побудова рішення цього рівняння є складною обчислювальною проблемою. У зв'язку з цим за допомогою інтегро-диференціальних формул теорії векторних полів рівняння (10) було перетворено до простішого вигляду:

$$\vec{E}_{+}(p) = k^2 \left(1 - \frac{\varepsilon}{\varepsilon_1}\right) \int_Q \vec{E}_{+}(q)G(|p-q|)dv_q - \left(1 - \frac{\varepsilon}{\varepsilon_1}\right) \int_{\partial Q} (\vec{E}_{+}(q), \vec{n}) q\text{grad}_q G(|p-q|)ds_q + \vec{E}^{\text{пад}} \quad (11)$$

Вираз (11) є знайденим рівнянням для ЕМП всередині яєчника. На основі рівняння (11) були отримані формули для розрахунку середнього значення електричного поля всередині яєчників [5].

$$U_{\text{сеп}} = \frac{E_{\text{зсеп}}}{E_0} \cong \frac{9\pi kR}{16} \left[1 - (kR)^2 \left(1 - \frac{\varepsilon}{\varepsilon_1}\right) \frac{9ih^4}{16R^4} D_1 \right], \quad (12)$$

де

$$D_1 = 0,5 \int_0^{\infty} \frac{J_1\left(\frac{x}{2}\right)J_2\left(\frac{x}{2}\right)}{x^3} (1-x^2) dx - \frac{4i}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{J_2\left(\frac{x}{2}\right)\sin\frac{x}{2}}{x^3} \left(\cos^2\frac{x}{2} - x^2 \sin^2\frac{x}{2}\right) dx.$$

З цієї формули випливає, що найбільш перспективним для ефективної взаємодії ЕМВ з яєчниками корови є діапазон частот, де $kR \sim 10$, $kh \sim 10$. З огляду на середньостатистичні геометричні розміри яєчників цей діапазон можна визначити як $61 \text{ ГГц} \leq f \leq 151 \text{ ГГц}$. На рис. 2 представлені результати розрахунків залежності середнього поля від частоти збуджуючої хвилі.

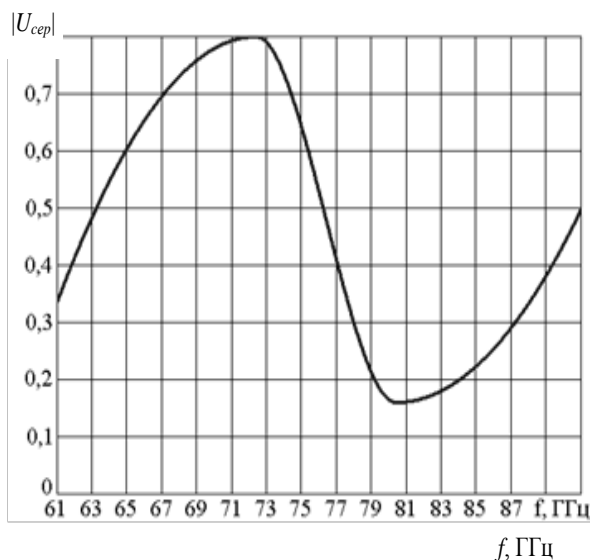


Рисунок 2 – Залежність від частоти середнього значення електричного поля нормованого на амплітуду збуджуючої хвилі

Геометричні параметри яєчника були наступні: $2R = 20$ мм, $h = 40$ мм. Відносна діелектрична проникність середовища, що заповнює яєчник $\varepsilon = 8,5$, втрати в середовищі характеризувалися $\text{tg} \delta = 0,5$. Розрахунки проводилися в діапазоні частот 61...91 ГГц. Як видно з рис. 2, частотна залежність середнього поля має резонансну поведінку. Максимальне значення середнього поля досягається на частоті $f = 72,2$ ГГц. Це значення частоти збуджуючої електромагнітної хвилі є оптимальним для ефективної взаємодії ЕМВ з яєчниками корови. Отриманий результат пояснює вибір цієї частоти в якості одного з біотропних параметрів. З цих міркувань всі подальші розрахунки проводилися саме для цієї частоти. Для розрахунку величини потужності ЕМВ і часу опромінення яєчників корів, для пригнічення патогенних мікроорганізмів в ній, була використана модель руйнування мембран мікроорганізмів (коків) під дією наведення критичного потенціалу.

При проведенні чисельних розрахунків враховувалося, що наведений потенціал дорівнює 110...115 мВ. В результаті розрахунків було встановлено, що експозиція становить $t = 70$ с, а напруженість електричного поля $E = 44,88$ В/м.

Для отриманої напруженості електричного поля щільність потоку потужності склала $0,4$ мВт/см², а потужність джерела ЕМВ для внутрішньоутробного опромінення поверхні яєчників корів площею 25 см² буде дорівнювати $10...15$ мВт.

Висновки. Отримані біотропні параметри інформаційного ЕМП КВЧ діапазону довжин хвиль для лікування хвороби яєчників маточного поголів'я ВРХ, визначена потужність джерела ЕМВ, експозиція опромінення.

Список використаних джерел

1. Черенков А. Д. Воздействие низкоэнергетичес-

ких электромагнитных измерений на мембранный потенциал и объем клеток биологических объектов / А. Д. Черенков // Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Внедрение. Проблемы. Перспективы. – К.: ТЕС, 2000.

2. Взаимодействие физических полей с живым существом / Е. Н. Нефедов, А. А. Протопопов, А. Н. Семенцов, А. А. Яшин. – Тула: Изд-во Тул ГУ, 1995. – 231 с.

3. Plonsey R. Bioelectricity a Quantitative Approach / Plonsey R. – New York: Penum Press, 1988 – 366 p.

4. Попрядухин В. С. Анализ распределения электрического поля в больных яичниках коров / В. С. Попрядухин // Science Rise. – 2017. – № ½ (30). – С. 26 – 31.

5. Попрядухин В.С. Определение оптимальных параметров электромагнитного излучения для угнетения патогенных микроорганизмов, вызывающих воспаления яичников КРС / В. С. Попрядухин // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України – 2016. – Вип. 176 – С. 91 – 93.

6. Kosulina N. Determination of parameters of electromagnetic radiation for energy-disinfection of wool in the process of primary processing / N. Kosulina, A. Cherenkov, E. Pirotti, S. Moroz, M. Chorna // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2017. – № 2/5 (86). – 52 – 58.

Анотация

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАПАЗОНА ДЛИН ВОЛН ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ МАТОЧНОГО ПОГОЛОВЬЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Попрядухин В.С., Попова И.А.

В работе определены параметры информационного электромагнитного поля: диапазон длины волн для лечения болезней яичников маточного поголовья крупного рогатого скота, рассчитана мощность источника электромагнитного воздействия та экспозиция облучения их репродуктивных органов.

Abstract

DEFINITION OF THE RANGE OF WAVELENGTH FOR TREATMENT OF MATHEMATIC POGOLOVE OF LARGE CATTLE

Popriadukhin V. S., Popova I. O.

The parameters of the information electromagnetic field are determined: the wavelength range for the treatment of ovarian diseases in the breeding stock of cattle, the power of the source of electromagnetic exposure and the exposure of their reproductive organs are calculated.