

УДК 636.32/38

Гарасимчук І.Д.¹*к.т.н., доцент***E-mail : igorgarasymchuk@gmail.com****Потапський П.В.¹***к.т.н., доцент***E-mail : p.v.potap@meta.ua****Панцир Ю.І.¹***к.т.н., доцент***E-mail : panziuryuriy@gmail.com****Мазур В.А.¹***к.т.н., асистент***E-mail : ruzamvictor@ukr.net**¹ кафедра енергетики та електротехнічних систем в АПК

Інженерно-технічний факультет

Подільський державний аграрно-технічний університет

Кам'янець-Подільський, Україна

ДІЯ РАДІОІМПУЛЬСНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ОРГАНІЗМ ТВАРИН ПРИ ЛІКУВАННІ МАСТИТІВ

Анотація

У статті проведено аналіз та теоретично обґрунтовано застосування інформаційних радіохвильових електромагнітних полів для лікування тварин.

За результатами досліджень проаналізовано дію інформаційних параметрів управляючих інформаційних радіохвильових випромінювань на фізико-хімічні процеси в організмі тварин при лікуванні маститів та розроблено модель взаємодії імпульсного радіохвильового випромінювання міліметрового діапазону з внутрішніми тканинами молочної залози овець, хворих маститом.

На основі розробленої математичної моделі і її аналізу визначено діапазон змін параметрів біотропів радіо імпульсного електромагнітного поля для лікування інфекційного маститу овець.

Виявлено, що для руйнування мембрани патогенних мікроорганізмів у вимені овець потрібний потенціал на мембрані не менше 110мВ, наведений зовнішнім джерелом імпульсного електромагнітного випромінювання потужністю 150 Вт.

Доведено, що лікування інфекційного маститу овець слід проводити з використанням радіоімпульсного випромінювання з частотою заповнення 30-32 ГГц; експозицією 80-100с; амплітуда радіоімпульсу усереднено вимені вівці складає 14В.

Ключові слова: електромагнітне поле, електронні системи, електромагнітна технологія, радіоімпульсне випромінювання, лікування тварин.

Вступ. Дія інформаційних електромагнітних випромінювань (ЕМВ) на живі організми займає важливе місце у ряді проблем, що стоять перед біофізикою, медициною і ветеринарією. Дослідження показують, що для лікування тварин слід використовувати інформаційні радіохвильові випромінювання [1-4].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз досліджень по дії інформаційних електромагнітних полів (ЕМП) на біологічні об'єкти, що проводяться: в Московському центрі інформаційної медицини під керівництвом Бессонова А.Е. у ИРЭ РАН під керівництвом Н.Д.Девяткова; у ТулГУ під керівництвом Нефедова Е.Н.; у Харківському НТУСГ під керівництвом О.Д.Черенкова, М.Л.Лисиченко, Ю.Мегеля,

Н.Косуліної; у Новосибірському інституті під керівництвом Козначеева А.П. показують, що найбільший терапевтичний ефект у ветеринарії і медицині слід чекати від інформаційних імпульсних електромагнітних випромінювань міліметрового діапазону [3-6].

Мета. Метою досліджень є аналіз дії управляючих інформаційних радіохвильових випромінювань на фізико-хімічні процеси в організмі тварин при лікуванні маститів та розробка моделі розподілу та взаємодії імпульсного радіохвильового випромінювання міліметрового діапазону з внутрішніми тканинами молочної залози овець, хворих маститом.

Методологія дослідження. Розглянемо завдання про розподіл напруженості електричного поля в молочній залозі овець. У загальному випадку рішення цього завдання може бути отримане тільки чисельними методами за допомогою комп'ютерних обчислень. Проте, при певних припущеннях вдається отримати рішення в аналітичній формі. Слід зазначити, що в практичному відношенні (реальні електродинамічні і геометричні параметри молочної залози овець) ці припущення як правило виконуються в довгохвильовій частині міліметрового діапазону.

Результати. У працях О.Д. Черенкова [3] та В.А.Мазура [6] були отримані розрахункові формули, що дають рішення, про розподіл радіоімпульсного електромагнітного випромінювання в молочній залозі овець. Skorистаємося цими формулами і розрахуємо оптимальні параметри послідовності радіоімпульсів, при яких квадрат напруженості електричного поля усереднений за об'ємом молочної залози і по періоду повторюваності радіоімпульсів набуває максимального значення. Як встановлено вище, напруженість електричного поля, що виникає при дії послідовності радіоімпульсів на молочну залозу овець, можна представити у виді

$$E_{\varphi}^p \approx \sum_{m=-N}^N E_{\varphi \cdot m}^p e^{i \frac{2\pi \cdot m}{T} t}, \quad (1)$$

де t - період повторення радіоімпульсів.

Усереднимо квадрат модуля напруженості електричного поля за часом за період повторюваності радіоімпульсів

$$|E|^2 = \frac{1}{T} \int_0^T |E_{\varphi}^p|^2 dt. \quad (2)$$

Підставимо (2.47) в (2.63), тоді отримаємо

$$|E|^2 = |E_{\varphi 0}^p|^2 + 2 \sum_{n=1}^N |E_{n\varphi}^p|^2. \quad (3)$$

Усереднимо за об'ємом молочної залози

$$|E_{cp}|^2 = \frac{1}{V} \int_V |E|^2 dV. \quad (4)$$

Величина напруженості електричного поля складним чином залежить від параметрів радіоімпульсів і геометричних і електродинамічних параметрів молочної залози. Нижче представлені результати розрахунків величини для різних значень параметрів радіоімпульсів. Розрахунки проводилися при наступних значеннях параметрів молочної залози: радіуси верхнього і нижнього підстав конуса молочної залози $R_1=15 \times 10^{-2}$ м і $R_2=1,5 \times 10^{-2}$ м; висота конуса $h=17 \times 10^{-2}$ м; товщина шару шкіри $h_1=0,2 \times 10^{-2}$ м; відносна діелектрична проникність молочної залози, зараженої інфекційними мікроорганізмами $\varepsilon_2 = \varepsilon_2' + i\varepsilon_2''$, $\varepsilon_2' = 10 \div 15$, $\varepsilon_2'' = 1,2 \div 1,5$; відносна діелектрична проникність шару шкіри

$\varepsilon_1 = \varepsilon_1' + i\varepsilon_1''$, $\varepsilon_1' = 2 \div 3$, $\varepsilon_1'' = 0,2 \div 0,5$. Параметри радіоімпульсів були вибрані: період повторюваності $T = 10^{-4}$ с; тривалість імпульсу $\tau = 10^{-6}$ с. Аналізувалася залежність $|E_{cp}|^2 / E_0^2$ як функція частоти заповнення радіоімпульсу f , яка змінювалася в діапазоні $f = 20 \div 40$ ГГц.

На рисунку 1 представлені результати розрахунків.

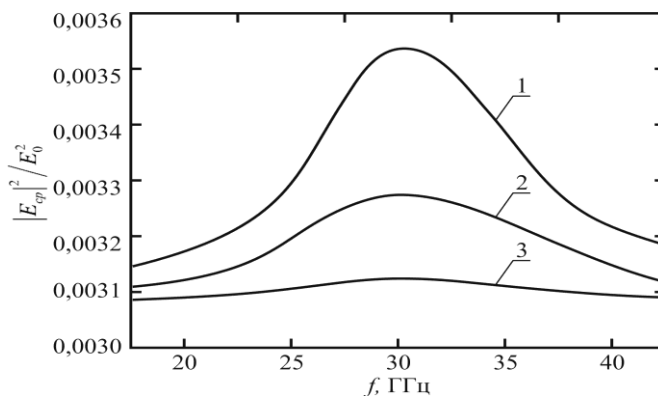


Рис. 1. Залежність квадрата напруженості електричного поля в молочній залозі від частоти заповнення імпульсів при різних значеннях шпаруватості :
1 — $Q = 100$; 2 — $Q = 150$; 3 — $Q = 50$

Аналіз результатів дозволяє зробити висновок, що величина амплітуди радіоімпульсу E_{cp} в молочній залозі овець, нормована на квадрат максимальної амплітуди радіоімпульсу f , резонансним чином залежить від частоти заповнення радіоімпульсу в діапазоні $f = 20 \div 40$ ГГц. При цьому резонансна частота $f_{рез} = 30,8$ ГГц, а максимальне значення величини $|E_{cp}|^2 / E_0^2 = 3,5 \cdot 10^{-3}$. Розрахунки показали, що резонансний характер зміни напруженості електричного поля істотно залежить від шпаруватості радіоімпульсів $Q = \frac{T}{\tau_u}$. При шпаруватості $Q = 100$ напруженість

електричного поля резонансно залежить від частоти заповнення радіоімпульсів (див. рис). Проте, при збільшенні шпаруватості $Q > 100$, хоча і зберігається резонансний характер, але максимальне значення електричного поля різко зменшується. При зменшенні шпаруватості резонансна поведінка практично зникає. Таким чином, можна зробити висновок про те, що значення квадрата напруженості електричного поля в молочній залозі досягає максимального значення при шпаруватості радіоімпульсів $Q = 100$ і частоті заповнення радіоімпульсу $f = 30,8$ ГГц. При цьому період повторення радіоімпульсів $T > 10^{-5}$ с. Проведені дослідження показують, що для ефективного лікування маститу молочної залози овець слід використовувати радіоімпульсне електромагнітне випромінювання з параметрами: частота заповнення імпульсів в діапазоні 30-32 ГГц; період дотримання імпульсів $T = 10-4$ с; тривалість імпульсів $\tau_u = 10^{-6}$ с; площа опромінення 280 см². При цих параметрах радіоімпульсів величина середнього значення напруженості електричного поля набуває максимального

значення в області знаходження патогенних мікроорганізмів, що викликають запалення молочної залози вівці.

Розробка методу знищення патогенних мікроорганізмів радіоімпульсним ЕМП пов'язана з руйнуванням клітинних мембран мікроорганізмів за рахунок наведеного потенціалу на їх мембранах. Найбільш визнаним нині являється механізм руйнування мембран, обумовлений дефектами типу наскрізної пори. Зазвичай процес руйнування мембран зв'язують з досягненням параметрами системи деяких критичних значень, після чого процес відхилення стає безповоротним і настає руйнування мембран. Відхилення мембран від рівноваги можна зв'язати з виникненням дефектів в структурі мембран за рахунок локального стискування в подовжньому або поперечному напрямі. Зменшення товщини мембрани носить різко виражений локальний характер, що слід розглядати як початковий етап формування локального поглиблення. Величина потенціалу для руйнування мембран клітин може бути визначена з вираження.

$$\varphi_{\text{нав}} > \varphi_{\text{кр}} = \sqrt{0.376 E_{\text{пр}} \frac{d^2}{\varepsilon_m \cdot \varepsilon_0}}, \quad (5)$$

де $E_{\text{пр}}$ -модуль пружності мембрани;

d - товщина мембрани;

ε_m --діелектрична проникність мембрани.

Час опромінення і напруженість ЕМП для знищення патогенних мікроорганізмів визначимо для наведеного потенціалу на мембрані клітин патогенних мікроорганізмів. Воно зв'язує потенціал на мембрані клітини з її фізико-хімічними параметрами: напруженістю електромагнітного поля, що падає на неї, частотою цього поля і часом опромінення молочної залози. У випадку, що розглядається нами, ця формула має наступний вигляд:

$$\varphi_{\text{нав}}^2 = \varphi_0^2 + P \cdot t \frac{C_0 V_0 g^2 C_s}{4\pi \varepsilon_m \varepsilon_0 d} \cdot e^{-\frac{F\varphi_0}{RT_k}} + P \frac{g C_s}{4\pi \varepsilon_m \varepsilon_0 \omega} E \cos \omega t \quad (6)$$

де φ - наведений ЕМП потенціал на мембрані клітини;

φ_0 - потенціал на мембрані в початковий момент часу;

P - проникність мембран клітин;

C_0 - середня концентрація іонів в клітині;

V_0 - середній об'єм клітини в початковий момент часу ;

q - заряд іона;

C_s - концентрація іонів поза клітиною;

ε_m - відносна діелектрична проникність мембран ;

ε_0 - діелектрична постійна;

F - число Фарадея;

R - газова постійна;

T_k - абсолютна температура;

t - час експозиції;

ω - кругова частота заповнення імпульсів ;

E - напруженість електричної складової ЕМП на мембрані клітин патогенних мікроорганізмів, що викликають мастит овець.

Для розрахунків були використані численні дані, узяті з літературних джерел [6-7]:

$\epsilon t = 2,1; d = 10^{-8}; f = 30,8 \text{ ГГц}; CS = 6,0; g = 3.3 \cdot 10^{-18} \text{ Кл};$

$P = 0,3 \cdot 10^{-3}; F = ; R = ; ; Q = 100; ; V_0 = ;$

При проведенні чисельних розрахунків було отримано, що критичний потенціал на мембрані патогенних мікроорганізмів складає 110 мВ.

В результаті розрахунків було встановлено, що величина експозиції складає $t = 90 \text{ с}$.

З урахуванням отриманих результатів було отримано, що величина амплітуди радіоімпульсу усередині вимені вівці складає $E_{cp} = 14 \text{ В}$, а $E_0 = 238 \text{ В}$. Для отриманої напруженості ($E_0 = 238 \text{ В}$), потужність джерела радіоімпульсного випромінювання для опромінення поверхні вимені вівці буде рівна 150 Вт в імпульсі, а середнє значення за період складає 1,5 Вт.

Висновки і перспективи. 1. Для визначення діапазону змін параметрів біотропів радіоімпульсного електромагнітного поля для лікування інфекційного маститу овець слід використовувати розроблену модель і отримані математичні вирази при її аналізі.

2. Для руйнування мембрани патогенних мікроорганізмів у вимені овець потрібний потенціал на мембрані не менше 110 мВ, наведений зовнішнім джерелом електромагнітного випромінювання потужністю 150 Вт в імпульсі.

3. Лікування інфекційного маститу овець слід проводити з використанням радіоімпульсного випромінювання з частотою заповнення 30-32 ГГц, експозицією 80-100 с, амплітуда радіоімпульсу усередині вимені вівці складає 14 В.

4. Для створення методу інформаційно-хвильової терапії маститу овець необхідні теоретичні дослідження та розробка імпульсного генератора в міліметровому діапазоні.

Список використаних джерел

1. Потапский П. В. Анализ взаимодействия электромагнитных полей с патогенными микроорганизмами в шерсти. *Вісник Харківського Національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2009. Вип. 86. С. 115–119.

2. Думанский А. В. Производственные результаты внутриутробного лечения эндометрита животных КРС электромагнитным излучением. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України*. 2014. Вип. 153. С. 80–90.

3. Черенков А. Д., Кучин Л. Ф. Влияние низкоэнергетических ЭМП на клетки тканей вымени коров больных маститом. *Вестник ХГТУСХ*. 2001. Вып. 6. С. 32–33.

4. Михайлова Л. Н. Применение электромагнитного поля крайневьсокой частоты для лечения животных. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2012. № 1. С. 13–16.

5. Игорь Гарасимчук, Павел Потапский, Юрий Панцир, Иван Гордийчук. Методы и возможности применения электронных систем для повышения иммунитета новорожденных животных. *MOTROL. Commission of Motorization and energetics in agriculture*. 2015, Vol. 17, No. 5. С. 35-38.

6. Мазур В. А. Теоретический анализ процесса взаимодействия радиоимпульсного излучения с животными, больными маститом. *Технологический аудит и резервы производства*. 2015. № 4/2 (17). С. 59–63.

7. Черенков А. Д. Воздействие низкоэнергетических электромагнитных измерений на мембранный потенциал и объем клеток биологических объектов *Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Внедрение. Проблемы. Перспективы*. Київ : ТЕС, 2000. С. 12–15.

Дата надходження статті до редакції: 09.11.2017
1 рецензування 10.11.2017 Прийняття в друк : 14.12.2017

Garasymchuk I.D.¹

PhD (Technics), Associate Professor
E-mail : igorgarasymchuk@gmail.com

Potapskyj P.V.¹

PhD (Technics), Associate Professor
E-mail : p.v.potap@meta.ua

Pancyr Ju.I.¹

PhD (Technics), Associate Professor
E-mail : panziryuriy@gmail.com

Mazur V.A.¹

PhD (Technics)
E-mail : ruzamvictor@ukr.net

¹ Department of Energy and electrical systems in agriculture
State Agrarian and Engineering University in Podilya
Kamianets-Podilskyi, Ukraine

TREATMENT FOR MASTITIS IN SHEEP ON THE BASIS OF RADIO IMPULSE RADIATION

Abstract

The paper reports on research into analysis and theoretical justification of applying the informative radio wave electromagnetic fields in treatment for mastitis. Extensive coverage is given to impact of informative parameter of radio wave electromagnetic fields on physical and chemical processes in animal organisms in terms of treatment for mastitis. The interaction model of impulse radio wave radiation of a millimeter range and sheep mammary gland is given.

On the basis of a mathematical model and its analysis the range of parameter changes in biotroph of radio impulse electromagnetic fields in mastitis was determined.

It has been found that it is necessary to have the membrane potential of at least 110mV that is directed by external source of pulsed electromagnetic radiation of 150 watts to deconstruct the membrane of pathogenic microorganisms in the sheep udder. The author argues that treatment for mastitis should be done with the help of radio impulse radiation of 30-32 GHz pulse-modulated frequency, 80 - 100 s of acquisition time and amplitude of 14 v inside sheep udder.

Keywords: electromagnetic field, electronic, electromagnetic technology radiopulse radiation treatment of animals.

References

1. Potapskyj, P. V. (2009). Analiz vzaymodejstvija elektromagnytnih polej s patogennymy mykroorganizmamy v shersty. *Visnyk Harkivs'kogo Nacional'nogo tehničnogo universytetu sil's'kogo gospodarstva imeni Petra Vasylenka*, 86, 115–119. [in Russ.]
2. Dumanskyj, A.V. (2014). Proyzvodstvennie rezul'tati vnutryutrobnogo lechenija endometryta zhyvotnih KRS elektromagnytnim yzluchenym. *Visnyk Harkivs'kogo nacional'nogo tehničnogo universytetu sil's'kogo gospodarstva imeni Petra Vasylenka. Problemy energozabezpechennja ta energozberezhennja v APK Ukraïny*, 153, 80–90. [in Russ.]
3. Cherenkov, A.D. & Kuchyn, L. F. (2001). Vlyjanye nyzkoenergetyčeskyh EMP na kletky tkanej vimeny korov bol'nih mastytom. *Vestnyk HGTUSH*. Har'kov: HGTUSH, 6, 32–33. [in Russ.]
4. Myhajlova, L.N. (2012). Prymenenye elektromagnytnogo polja krajnevisokoj chastoti dlja lechenija zhyvotnih. *Vostočno-Evropejskij zhurnal peredovih tehnologij*, 1, 13–16. [in Russ.]
5. Igor Garasymchuk, Pavel Potapskyj, Juryj Pancyr, Yvan Gordyjchuk (2015). Metodi y vozmozhnomy pryomenenija elektronnyh system dlja povishenija ymmunitetu novorozhdennyh zhyvotnih. *MOTROL. Commission of Motorization and energetics in agriculture*, 17(5), 35-38. [in Russ.]
6. Mazur, V.A. (2015). Teoretyčeskyj analiz processa vzaymodejstvija radyoympul'snogo yzluchenija s zhyvotnyimi, bol'nymi mastytom. *Tehnologičeskyj audyt y rezervi proyzvodstva*, 4 / 2 (17), 59–63. [in Russ.]

7. Cherenkov, A.D. (2000). Vozdejstvie nyzkoenergetycheskyh elektromagnytnih yzmerenyj na membrannij potencyal y ob'em kletok byologicheskyyh ob'ektov. *Mykrovolnovie tehnologyy v narodnom hozjajstve. Vnedrenye. Problemi. Perspektivi*. Kyiv : TES. 12–15. [in Russ.]

Received: September 11, 2017

Revision: October 10, 2017 Accepted: December 14, 2017