

УДК 636.32/38

Калініченко О.В.

к.т.н., доцент

Потапський П.В.

к.т.н., доцент

Гарасимчук І.Д.

к.т.н., доцент

Панцир Ю.І.

к.т.н., доцент

кафедра енергетики та електротехнічних систем в АПК

Інженерно-технічний факультет

Подільський державний аграрно-технічний університет

Кам'янець-Подільський, Україна

E-mail : p.v.potap@mail.ru

E-mail : igor_gera@mail.ru

E-mail : panzir_yuriv@mail.ru

E-mail : ov01091979@mail.ru

ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ НИЗЬКОЕНЕРГЕТИЧНИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ ВКРАЙ ВИСОКОЧАСТОТНОГО ДІАПАЗОНУ НА ІНФЕКЦІЙНІ МІКРООРГАНІЗМИ В РАНАХ ШКІРЯНОГО ПОКРИВУ ТВАРИН

В даний час для відновлення шкіряного покриву тварин в основному використовують медикаментозні способи лікування. Як показує аналіз літературних джерел, застосування антибіотиків і інших медикаментів не завжди сприяє одужанню тварин і, крім того, лікарські препарати з молоком і м'ясом потрапляють в організм людини, надаючи на нього негативну дію.

У статті досліджено процес взаємодії низькоенергетичних ЕМП КВЧ діапазону із тканинами ран шкіряного покриву тварин і визначені біотропні параметри ЕМП для пригнічення інфекційних мікроорганізмів у ранах шкіряного покриву з його ефективним відновленням.

Доведено, що біотропними параметрами ЕМП для пригнічення інфекційних мікроорганізмів і ефективного відновлення травмованого шкіряного покриву тварин є : діапазон частот 35...37 ГГц, щільність потоку потужності 3...5 мВт/см² , експозиція 3...5 хв. Запропоноване обґрунтування по створенню джерел КВЧ діапазону, які повинні складатися із транзисторної (до 10 ГГц) і діодної (понад 10 ГГц) частин із застосуванням методу додавання потужностей для отримання потужності в межах 2000-2500 мВт, може бути застосовне в для широкого класу джерел з підвищеною вихідною потужністю.

Ключові слова : *низькоенергетичне електромагнітне поле, випромінювання КВЧ діапазону, шкіряний покрив тварин, інфекційні мікроорганізми.*

Вступ. Підвищення продуктивності тварин, із збереженням і збільшенням поголів'я значною мірою залежить від травматизму шкіри і довколишніх до шкіри тканин. Травматизм шкіри у великої рогатої худоби складає до 40% від загальної захворюваності тварин. Пошкодження тканин шкіряного покриву у тварин пов'язане з механічними, фізичними, хімічними, біологічними і психічними чинниками. При травмах шкіряного покриву тварин знижується їх продуктивність і вони нерідко вибраковуються. Тому одним з найважливіших завдань ветеринарних фахівців і працівників тваринництва є зменшення економічного збитку від травматизму тварин. В даний час для відновлення шкіряного покриву тварин з інфекційними ранами використовують фармакологічні препарати антибіотики, що містять, гормони і інші хімічні засоби. Фармакологічні препарати, потрапляючи в організм людини через продукти тваринництва, пригнічують імунітет, сприяють розмноженню сильніших і мутованих вірусів і бактерій, вражають печінку і інші органи, що приводить до різних

захворювань, раннього старіння і передчасної смерті. Тому відновлення шкіряного покриву тварин з інфекційними ранами є актуальним завданням. Одним із засобів немедикаментозного лікування тварин є застосування низькоенергетичних випромінювань КВЧ діапазону. В результаті електромагнітної дії в хворих органах змінюється енергетична активність клітинних мембран, підвищується швидкість процесів окислювального фосфорування і біологічного окислення, підвищується енергетика метаболічних процесів. Дія ЕМВ на рани шкіряного покриву тварин приведе до зменшення тривалості фази запалення, підвищення швидкості кровотоку, поліпшення мікроциркуляції крові і лімфи, збільшення поглинання тканинами кисню, активізації регенеративних процесів, що приведе до одужання тварини.

Дослідження показують, що для лікування тварин слід використовувати низькоенергетичні електромагнітні поля [1-4]. Застосування низькоенергетичних ЕМП для відновлення шкіряного покриву тварин, по ефективності, істотно відрізняється від існуючих фізіотерапевтичних процедур.

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 ІРЭ 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 проведених досліджень є обґрунтування ресурсозберігаючої електротехнології з оптимальними параметрами біотропів електромагнітного поля і технічних засобів випромінювання електромагнітної енергії для відновлення травмованого шкіряного покриву сільськогосподарських тварин.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання: провести аналіз електрофізичних методів і пристроїв для відновлення травмованого шкіряного покриву тварин; розробити математичну модель взаємодії електромагнітного випромінювання КВЧ діапазону з тканинами ран на шкірі тварин і на основі даної моделі визначити параметри біотропів ЕМП для пригнічення інфекційних мікроорганізмів в ранах шкіряного покриву і його ефективного відновлення; провести теоретичне обґрунтування по створенню високостабільних по частоті джерел КВЧ діапазону для відновлення травмованого шкіряного покриву тварин; обґрунтувати структурні схеми підсилювально-помножуючих пристроїв з урахуванням ступеня придушення побічних гармонік на виході помножувачів і мінімуму потужності фазових шумів вихідного сигналу.

Результати. Дослідження механізму взаємодії ЕМП з мікроорганізмами неможливо без інформації розповсюдження цих полів у середині кліток мікроорганізмів і місця їх існування. Це завдання може бути розглянуте як завдання дифракції ЕМП на діелектричних тілах різної форми. Для отримання початкового виразу була розглянута плоскопаралельна структура шкіряного покриву яка складається з шерстяного покриву, шкіри і тканин м'язів. Колонія патогенних мікроорганізмів в ранах шкіряного покриву була представлена у вигляді циліндрового тіла що має поперечні розміри порівнянні з довжиною хвилі ЕМП (рис. 1). У разі Е-поляризації, поля, падаючою, розсіяною і такою, що пройшла всередину циліндра хвиль були розкладені по циліндрових координатах

$$\begin{cases} E_z^{na0} = E_2 \sum_{n=-\infty}^{\infty} i^n j_n(k_2 r) e^{i\omega t} \\ E_z^{pacc} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n^{pacc} H_n^{(2)}(k_2 r) e^{i\omega t} ; \\ E_z = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n j_n(kr) e^{i\omega t} \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} H_z^{na0} = 0 \\ H_z^{pacc} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} b_n^{pacc} H_n^{(2)}(k_2 r) e^{i\omega t} , \\ H_z = \sum_{n=-\infty}^{\infty} b_n j_n(kr) e^{i\omega t} \end{cases} \quad (2)$$

де, падаюча і розсіяна хвилі відмічені, відповідно, індексами пад. і расс.;

внутрішні поля циліндра індексів не мають; $k_2 = \omega \sqrt{\varepsilon_2 \mu_0}$; $k = \omega \sqrt{\varepsilon \mu_0}$; k – хвильові числа; μ_0 – магнітна проникність повітря; ω – частота ЕМП; ε_2 – електрична постійна шкіри; ε – електрична постійна патогенних мікроорганізмів; E_2 і H_2 – амплітуди ЕМП; a_n^{pacc} , b_n^{pacc} , a_n , b_n – невідомі коефіцієнти; $J_n(kr)$ – функція Бесселя 1-го порядку; $H_n^{(2)}$ – функція Ханкеля 2-го порядку; E_2 – амплітуда електричної складової поля в другому шарі шкіряного покриву.

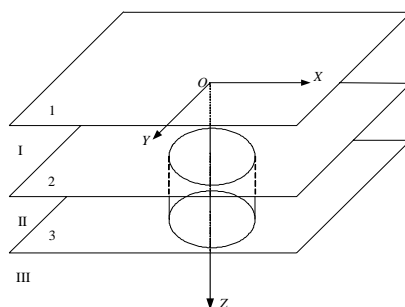
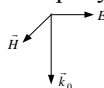


Рис. 1. Модель шаруватого середовища, відповідного шкіряному покриву тварини з інфекційними мікроорганізмами в епідермісі:

1 – межа шерстяного покриву; 2 – межа шкіри; 3 – межа м'язів;
I – шар шерстяного покриву; II – шар шкіри; III – шар м'язів

З урахуванням граничних умов при $r = a$ для тангенціальних складових поля були отримані вирази для невідомих коефіцієнтів:

$$a_n^{PACC} = E_2 i^n \left\{ \frac{J_n(k_2 a)}{H_n^{(2)}(k_2 a)} - \frac{2i \left[\frac{H_n^{(2)'}(k_2 a)}{k_2 a H_n^{(2)}(k_2 a)} - \frac{j_n'(ka)}{ka J_n(ka)} \right]}{\pi k_2^2 a^2 \left(H_n^{(2)}(k_2 a) \right)^2 D} \right\}; \quad (3)$$

$$b_n^{PACC} = 0; \quad b_n = 0; \quad a_n \left[E_0 i^n J_n(k_1 a) + a_n^{PACC} H_n^{(2)}(k_2 a) \right] \frac{1}{J_n(ka)}, \quad (4)$$

де,

$$D = \left[\frac{H_n^{(2)'}(k_2 a)}{k_2 a H_n^{(2)}(k_2 a)} - \frac{J_n'(ka)}{ka J_n(ka)} \right] \left[\frac{H_n^{(2)'}(k_2 a)}{k_2 a H_n^{(2)}(k_2 a)} - \frac{N^2 J_n(ka)}{ka J_n(ka)} \right]; \quad (5)$$

$$N^2 = \frac{k^2}{k_2^2} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_2}.$$

З рівняння Максвела були визначені і решта складових падаючою, розсіяною і такою, що пройшла всередину циліндра хвиль. Зрештою для нульової гармоніки ($n=0$) були отримані вирази для практичних розрахунків внутрішніх полів в об'ємі з патогенними мікроорганізмами в ранах шкіряного покриву тварин:

$$\begin{cases} E_z = a_0 j_0(kr) \\ H_\varphi = i \frac{a_0 k^2 j_1(kr)}{\omega \mu} \end{cases},$$

де,

$$a_0 = \frac{J_0(k_2 a) + a_0^{PACC} H_0^{(2)}(k_2 a)}{J_0(ka)} E_2; \quad (6)$$

$$a_0^{PACC} = \frac{J_0(k_2 a)}{H_0^{(2)}(k_2 a)} - 2i \frac{\left[\frac{J_1(ka)}{a J_0(ka)} - \frac{H_1^{(2)}(k_2 a)}{a H_0^{(2)}(k_2 a)} \right]}{\pi k_1^2 a^2 \left(H_0^{(2)}(k_2 a) \right)^2 D}; \quad (7)$$

$$D = \left[\frac{J_1(ka)}{a J_0(ka)} - \frac{H_1^{(2)}(k_2 a)}{a H_0^{(2)}(k_2 a)} \right] \left[\frac{k^2 J_1(ka)}{k_2^2 a J_0(ka)} - \frac{H_1^{(2)}(k_2 a)}{a H_0^{(2)}(k_2 a)} \right]. \quad (8)$$

Отримані вирази описують розподіл ЕМП усередині біологічних об'єктів циліндрової форми, коли їх характеристики не міняються за об'ємом.

На основі теоретичних досліджень були проведені чисельні розрахунки розподілу ЕМП в ранах шкіряного покриву тварин з інфекційними мікроорганізмами. Розрахунки були проведені в діапазоні частот 30-40 ГГц і для діелектричних параметрів епідермісу і колоній коків: $\varepsilon' = 5, 4$, $\varepsilon'' = 0, 1$, $\varepsilon' = 10$, $\varepsilon'' = 1, 2$ відповідно.

Результати розрахунків представлені на рис. 2.

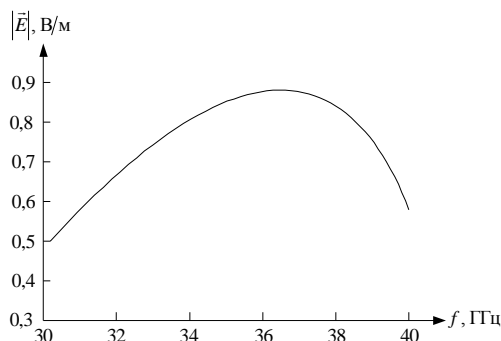


Рис. 2. Залежність амплітуди електричного поля усередині циліндрової хворої ділянки шкіри від частоти падаючого ЕМП

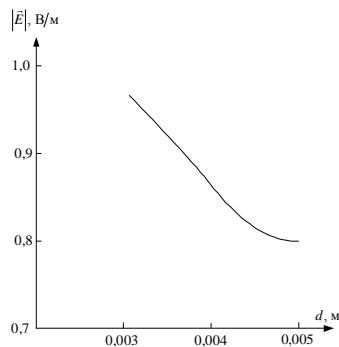


Рис. 3. Залежність амплітуди електричної складової електромагнітного поля на осі циліндрової форми колонії патогенних коків в шкіряному покриві тварин залежно від глибини проникнення ЕМП

З отриманих результатів (рис. 2) виходить, що оптимальна частота ЕМП для пригноблення патогенних мікроорганізмів в ранах шкіряного покриву тварин лежить в діапазоні частот 35-37 ГГц. Розрахунки приведені на графіці рис. 3 показують, що всередині шару епідермісу амплітуда практично лінійно зменшується із збільшенням глибини і лише на межі між шкірою і м'язами даний процес сповільнюється. Для того, щоб обробити ЕМП глибші шари шкіряного покриву, то для цього необхідно збільшити або експозицію або потужність джерела випромінювання. Розробка методів пригноблення патогенних коків в ранах шкіряного покриву тварин за допомогою ЕМ випромінювання пов'язана із зміною потенціалу на мембрані. Найбільш визнаним в даний час є механізм руйнування мембран, обумовлений дефектами типу кризової пори.

Величина критичного радіусу (r_0) дефекту в мембрані, при якому кризна пора не закривається, описується співвідношенням:

$$r_0 = \frac{\tilde{\delta}}{\left(\delta + C \frac{\varphi_{KP}^2}{2} \right)}, \quad (10)$$

де $\tilde{\delta}$ – лінійне натягнення одиниці довжини периметра дефекту;

δ – поверхневе натягнення мембрани;

$$C = C_1 \left(\frac{\varepsilon_B}{\varepsilon_m} \right),$$

де C_1 – ємність одиниці площі мембрани;

ε_B – діелектрична проникність води;

ε_m – діелектрична проникність мембрани;

φ_{KP} – критичний потенціал, перевищення якого приводить до деструкції мембрани.

Величина критичного потенціалу пробою може бути визначена з виразу [10].

$$\varphi_{KP} = \sqrt{0,376 E_{yup} \frac{h^2}{\varepsilon_m \varepsilon_0}}, \quad (11)$$

де E_{yup} – модуль пружності мембрани;

h – товщина мембрани;

ε_0 – електрична постійна.

У даному випадку наведений потенціал на плазматичній мембрані інфекційних коків визначався наступним виразом:

$$\varphi_{KP}^2 - \varphi_0 = P \frac{C_0 V_0 g^2 C_S}{(4\pi \varepsilon_m \varepsilon_0 h)^2} e^{-\frac{F\varphi_0}{RT} t} + P \frac{g C_S^2}{4\pi \varepsilon_m \varepsilon_0 \omega} E \sin \omega t \quad (12)$$

де φ_0 – потенціал на мембрані в початковий момент часу;

P – проникність мембрани;

C_0, C_S – концентрація іонів всередині і поза кліткою;

g – заряд іона;

F – число Фарадея;

R – газова постійна;

T – абсолютна температура;

t – час експозиції;

V_0 – об'єм клітки в початковий момент часу.

В результаті чисельних розрахунків було встановлено, що критичний потенціал (φ_{KP}) для деструкції плазматичної мембрани патогенних коків в ранах шкіряного покриву тварин повинен бути не менше 110 мВ. При потенціалі 110 мВ на мембрані патогенних коків, критичний радіус дефекту (r_0) при якому крізна пора не закривається лежить в межах $0,4 \cdot 10^{-10}$ - $0,5 \cdot 10^{-10}$ м. З проведених розрахунків виходить, що пригноблення патогенних коків в ранах шкіряного покриву тварин слід проводити з використанням електромагнітного поля в діапазоні частот 35-37 ГГц з щільністю потоку потужності не більш $5 \frac{mWt}{cm^2}$ і експозицією 3-5 хв.

Висновки.

1. На підставі аналізу фактичного матеріалу вітчизняних і зарубіжних публікацій встановлено, що для кращого відновлення травмованого шкіряного покриву тварин слід застосовувати низькоенергетичні електромагнітні поля міліметрового діапазону довжин хвиль, які дозволять створити ефективну, енергозберігаючу і екологічно чисту технологію.

2. Пригноблення патогенних коків в ранах шкіряного покриву тварин слід проводити з використанням ЕМП в діапазонах частот 35 – 37 ГГц з щільністю потоку потужності 5 мВт/см² і експозицією 3 – 5 хв.

3. Джерело КВЧ діапазону, для відновлення шкіряного покриву тварин, повинне складатися з транзисторної (до 10 ГГц) і діодної частин із застосуванням методу складання потужностей, на основі подвійного хвилеводного трійника, для отримання вихідної потужності 2 – 2,5 Вт.

4. Для створення джерел КВЧ випромінювання з відносною нестабільністю

частоти 10-6 – 10-7 слід використовувати гармонікові кварцові генератори на частоту 1,02 ГГц.

Список використаних джерел

1. Потапский, П. В. Анализ взаимодействия электромагнитных полей с патогенными микроорганизмами в шерсти [Текст] / П.В.Потапский // 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 [Текст] / А. В. Думанский // 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. Влияние низкоэнергетических ЭМП на клетки тканей вымени коров больных маститом [Текст] / А. Д. Черенков, Л. Ф. Кучин // Вестник ХГТУСХ. – Харьков: ХГТУСХ, 2001. – Вып. 6. С.32 – 33. (Украина)
4. Михайлова, Л. Н. Применение электромагнитного поля крайневысокой частоты для лечения животных [Текст] / Л. Н. Михайлова // 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 [Текст] / В. А. Мазур // Технологический аудит и резервы производства. – 2015. – №4 /2(17). – С. 59–63. (ISSN2226-3780).
7. Черенков, А.Д. Воздействие низкоэнергетических электромагнитных измерений на мембранный потенциал и объем клеток биологических объектов [Текст] / А.Д. Черенков // Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Внедрение. Проблемы. Перспективы. – К.: ТЕС, 2000. – 15 с.
8. Потапский, П., Гарасимчук, И., Панцир, Ю. Возбуждение колебаний в призматическом резонаторе с помощью прямоугольного волновода [Текст] / Павел Потапский, Игорь Гарасимчук, Юрий Панцир // MOTROL. Commission of Motorization and energetics in agriculture-2015. – Vol.17. – No.5. – С. 66–72.

References

1. Potapskyj, P.V. (2009). Analiz vzaymoedjstvija elektromagnytnih polej s patogennymy mykroorganizmamy v shersty [Analysis of the interaction of electromagnetic fields with pathogens in wool]. *Visnyk Harkivs'kogo Nacional'nogo tehničnogo universytetu sil'skogo gospodarstva imeni Petra Vasilenka [Journal of Kharkov National Technical University of Agriculture Petro Vasilenko]*, Vyp. 86, 115 – 119 [in Ukrainian].
2. Dumanskyj, A.V. (2014). Proyzvodstvennie rezul'tati vnutyutrobnogo lechenija endometryta zhyvotnih KRS elektromagnytnim yzluchenym [Production of intrauterine treatment of endometritis animals cattle electromagnetic radiation]. *Visnyk Harkivs'kogo nacional'nogo tehničnogo universytetu sil'skogo gospodarstva imeni Petra Vasilenka. Problemy energozabezpechennja ta energozberezhennja v APK Ukraïny [Journal of Kharkov National Technical University of Agriculture Petro Vasilenko problems of energy supply and energy efficiency in agriculture Ukraine]*, 153, 80–90. [in Ukrainian].
3. Cherenkov, A.D. (2001). Vlyjanye nyzkoenergetyčeskyh EMP na kletky tkanej vimeny korov bol'nih mastytom [The impact of high-energy EMF on the udder tissue cells of cows sick of a mastitis]. *Vestnyk HGTUSH [Bulletin HNTUSKH]*. – Har'kov: HGTUSH, 6, 32–33. [in Ukrainian].
4. Myhajlova, L.N. (2012). Prymenenye elektromagnytnogo polja krajnevisokoj chastoti dlja lechenija zhyvotnih [Application of the electromagnetic field of extremely high frequency to the treatment of animals]. *Vostochno-Evropejskyj zhurnal peredovih tehnologij [Eastern European advanced technology journal]*, 1, 13–16 [in Ukrainian].
5. Garasymchuk, Igor, Potapskyj, Pavel, Pancyr, Juryj, & Gordyjchuk, Yvan (2015). Metodi y vozmozhnomy prymenenija elektronnyh system dlja povishenija ymmunytetu novorozhdennih zhyvotnih

[Methods and abilities of usage electrical systems in increasing process of newborn animals immunity]. *MOTROL. Commission of Motorization and energetics in agriculture-2015, Vol.17 (5)*, 35–38 [in Poland].

6. Mazur, V.A. (2015). Teoretycheskyj analiz processa vzaymodejstvija radyoimpul'snogo yzluchenyja s zhyvotnymi, bol'nimy mastytom [The theoretical analysis of the interaction of radiation with radio pulse animals with mastitis]. *Tehnologicheskij audyt u rezervi proyzvodstva* [Technological audit and production of reserves], 4 /2(17), 59-63. [in Ukrainian].

7. Cherenkov, A.D. (2000). *Vozdejstvyje nyzkoenergetycheskyh elektromagnytnih yzmerenij na membrannij potencyal y ob'em kletok byologycheskyh ob'ektov* [The impact of high-energy electromagnetic measurements on the membrane potential and the amount of biological cells]. *Mykrovolnovie tehnologyy v narodnom hozjajstve. Vnedrenye. Problemi. Perspektyvi* [Microwave technology in the national economy. Introduction. Problems. Prospects]. Kiev : TES [in Ukrainian].

8. Potapskyj, Pavel, Garasymchuk, Igor, & Pancyr, Juryj (2015). Vozbuzhdenie kolebanij v prizmaticheskom rezonatore s pomoshh'ju prjamougol'nogo volnovoda. *MOTROL. Commission of Motorization and energetics in agriculture-2015, Vol. 17 (5)*, 66–72. [in Poland].

Дата надходження статті до редакції: 25.12.2015,

рецензування : 10.01.2016, прийняття в друк 30.01.2016.

Received : 25.12.2015 1st Revision: 10.01.2016 Accepted: 30.01.2016

Alexander Kalinichenko

PhD (Techn.)

Associate Professor

Pavel Potapskyj

PhD (Techn.)

Associate Professor

Igor Garasymchuk

PhD (Techn.)

Associate Professor

Juryj Pancyr

PhD (Techn.)

Associate Professor

Department of Energy and electrical systems in agriculture

Engineering Faculty

State Agrarian and Engineering University in Podilya

Kamenets-Podilsky, Ukraine

E-mail: ov01091979@mail.ru

E-mail: p.v.potap@mail.ru

E-mail: igor_gera@mail.ru

E-mail: panzir_yuriy@mail.ru

THE THEORETICAL ANALYSIS OF LOW ENERGY AND ELECTROMAGNETIC ULTRA-HIGH RANGE FIELDS' IMPACT ON INFECTIOUS MICROORGANISMS IN WOUNDS OF ANIMAL SKIN

Justification of resource-saving electrotechnology with the optimal settings of habitats electromagnetic field and means of radiation of electromagnetic energy to restore the injured skin of farm animals. The article explored the interaction between the electromagnetic fields of ultra-high band of tissue healing and skin of animals by biotopni parameters for EMF suppression of infectious microorganisms in wounds of the skin of its effective recovery. It was proved that biotropny parameters for electromagnetic fields suppression of infectious microorganisms and efficient recovery of injured skin animals are: frequency range 35 ... 37 GHz, the power flux density 3 ... 5 mW / cm², Exposition 3 ... 5 min. The proposed study on the creation of sources of ultra-high band, which should consist of a transistor (10 GHz) and the diode (over 10 GHz) parts using the method of adding capacity for power within the 2,000-2,500 mWt may be applicable to a broad class of sources high output power. For better recovery of injured skin of animals low-energy electromagnetic fields of millimeter wavelength range, which will create an efficient, energy-saving and environmentally friendly technologies should be used.

Keywords: *low-energy electromagnetic field, microwave radiation, the skin of animals, infectious microorganisms.*

Александр Калинин к.т.н., доцент	кафедра энергетики и электротехнических систем в АПК
Павел Потапский к.т.н., доцент	Инженерно-технический факультет Подольский государственный аграрно-технический университет
Игорь Гарасимчук к.т.н., доцент	Каменец-Подольский, Украина
Юрий Панцир к.т.н., доцент	E-mail : ov01091979@mail.ru E-mail : p.v.potap@mail.ru E-mail : igor_gera@mail.ru E-mail : panzir_yuriy@mail.ru

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ КРАЙНЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА НА ИНФЕКЦИОННЫЕ МИКРООРГАНИЗМАМИ В РАНАХ КОЖНЫХ ПОКРОВОВ ЖИВОТНЫХ

В настоящее время для восстановления кожного покрова животных в основном используют медикаментозные способы лечения. Как показывает анализ литературных источников, применение антибиотиков и других медикаментов не всегда способствует выздоровлению животных и, кроме того, лекарственные препараты с молоком и мясом попадают в организм человека, оказывая на него негативное воздействие. В статье исследован процесс взаимодействия низкочастотных ЭМП КВЧ диапазона с тканями ран кожного покрова животных и определены биотропные параметры ЭМП для угнетения инфекционных микроорганизмов в ранах кожного покрова с его эффективным восстановлением. Доказано, что биотропными параметрами ЭМП для угнетения инфекционных микроорганизмов и эффективного восстановления травмированного кожного покрова животных являются: диапазон частот 35 ... 37 ГГц, плотность потока мощности 3 ... 5 мВт / см², экспозиция 3 ... 5 мин. Предложенное обоснование по созданию источников КВЧ диапазона, которые должны состоять из транзисторной (до 10 ГГц) и диодной (свыше 10 ГГц) частей с применением метода добавления мощностей для получения мощности в пределах 2000-2500 мВт, может быть применимо для широкого класса источников с повышенной выходной мощностью.

Ключевые слова: низкоэнергетическое электромагнитное поле, излучение КВЧ диапазона, кожный покров животных, инфекционные микроорганизмы.