

УДК 537.868

**ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ
ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ
ПРИГНІЧЕННЯ ПАТОГЕННИХ МІКРООРГАНІЗМІВ, ЩО
ВИКЛИКАЮТЬ МАСТИТ ВІВЦЕМАТОК**

*І. Гордійчук, к.т.н., Л. Михайлова, к.т.н., В.Дубік, к.т.н.,
М. Торчук, к.т.н., Ю. Панцир, к.т.н., І. Герасимчук, к.т.н.
Подільський державний аграрно-технічний університет*

Постановка проблеми. Серед галузей тваринництва України особливе місце посідає вівчарство. Вівчарство – єдина галузь тваринництва, яка постачає народному господарству незамінну різномірну продукцію з цілющими властивостями: дієтичну ягнятину, молоко, делікатесні сири і бринзу, а також шерсть, шинку та шкіру, вироби з яких не мають аналогів за гігієнічними властивостями.

На жаль, останніми роками вівчарство України переживає глибоку кризу, яка насамперед пов'язана з економічною ситуацією в Україні, що призвело до скорочення поголів'я овець у різних регіонах від 5 до 9 разів і позбавлення текстильної, трикотажної, шубної та інших галузей незамінної сировини [1;2]. Виробництво вовни на душу населення знизилося до 150 г за норми 1кг [3]. Тому серед найактуальніших завдань, які стоять перед аграрним сектором України, є збереження і збільшення поголів'я овець з підвищенням їх продуктивності. У сучасних умовах вирішення цього завдання залежить від багатьох чинників, одним із яких є своєчасне та ефективне лікування молочної залози овець. Перспективним напрямом вирішення завдань такого масштабу і складності є використання інформаційного електромагнітного випромінювання (ЕМВ) з оптимальними біотропними параметрами.

Використання мікрохвильового випромінювання у ветеринарії і медицині відкриває нові можливості для лікування тварин немедикаментозними засобами, що свідчить про високу терапевтичну ефективність, відсутність ускладнень і побічних ефектів. Застосування електромагнітного поля (ЕМП) уможливило лікування багатьох захворювань за рахунок залучення додаткових ресурсів (нервова, ендокринна, імунна, судинна системи тощо) для відновлення систем саморегуляції, заблокованих негативною інформацією на клітинному рівні [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основними хворобами молочної залози овець є мастити, для лікування яких використовують антибіотики. Застосування антибіотиків для лікування маститу овець є малоефективним і небезпечним як для тварин, так і людей [5]. Таке молоко вже не може бути якісним, до того ж воно може становити небезпеку для життя людини [6]. Так, збудниками маститів є переважно антибіотикорезистентна мікрофлора. Тому застосування антибіотиків для лікування тварин, хворих на мастит, не завжди дає позитивні результати. Внаслідок цього продовжується термін лікування тварин, захворювання переходить у хронічну форму. Залишкова кількість антибіотиків виділяється з молоком упродовж 2–5 діб [7].

Раніше для лікування маститу овець намагалися використовувати метод квантової терапії. Проте через велике затухання лазерного випромінювання в шкірі молочної залози овець результати лікування виявляються малоефективними [8]. Літературний аналіз показує, що лікування деяких захворювань овець, а також інших тварин, можливе на основі застосування імпульсного інформаційного ЕМВ міліметрового діапазону [9; 10]. Це пов'язано з тим, що глибина проникнення ЕМВ цього діапазону в області вимені овець, на відміну від оптичного, значно вища, що в підсумку сприяє ефективнішому лікуванню. В основі терапевтичної дії імпульсного ЕМВ міліметрового діапазону лежить загибель патогенних мікробів у молочної залозі овець і підвищення енергетичної активності клітинних мембран. Проникаючи в молочну залозу, імпульсне ЕМВ на певних (резонансних) частотах трансформується в інформаційні сигнали, які здійснюють керування і регулювання відновними або пристосувальними процесами в молочної залозі, впливають на збільшення імуноглобулінів, які виконують провідну роль у гуморальному імунітеті, а їх рівень відображає функціональну активність В-лімфоцитів [11; 12].

Проте лікування хвороб тварин може бути результативним тільки за оптимального поєднання біотропних параметрів електромагнітного поля (частота, щільність потоку потужності, експозиція, модуляція, поляризація). Визначення біотропних параметрів ЕМП для лікування маститу вівцематок пов'язано як з теоретичними, так і експериментальними роботами. Тому немедикаментозне лікування маститу овець є актуальним завданням [13].

Постановка завдання. Метою статті є проведення багатофакторного експерименту з визначення оптимальних біотропних

параметрів імпульсного інформаційного ЕМП НВЧ діапазону для лікування маститу овець.

Виклад основного матеріалу. Як показують попередні дослідження, визначення параметрів електромагнітного поля всередині біологічного об'єкта з метою дослідження впливу на живі організми залежить від розподілу імпульсних ЕМП [13]. Для розрахунків розподілу імпульсних ЕМП в біологічних об'єктах належить використовувати розроблену методику, в основі якої використовується як джерело ЕМ імпульсів щільність електричного струму, локалізована в середовищі, що оточує біологічний об'єкт [14].

Враховуючи те, що найнебезпечнішими бактеріями-збудниками запалення молочної залози вівцематок є стафілококи, для визначення параметрів електромагнітного випромінювання, що призводять до знищення стафілококів у молочній залозі вівцематок, були проведені дослідження в Кегичівській районній державній лабораторії ветеринарної медицини. Для визначення кількісного і якісного складу патогенних мікроорганізмів використані уніфіковані методики, затверджені Міністерством охорони здоров'я.

Мета дослідження – виділення, ідентифікація стафілококів і проведення багатофакторного експерименту з придушення стафілококів імпульсним ЕМВ НВЧ діапазону.

Матеріал для досліджень брали пастерівською піпеткою і засівали на жовточно-сольовий агар і на агар з 3 ... 5% вмістом крові в чашках Петрі. Усі посіви ставили в термостат на добу за температури 37 °С. Протягом трьох днів з цього матеріалу отримували чисту культуру. У перший день краплю досліджуваного матеріалу піпеткою наносили на поверхню агару в чашці Петрі. Потім шпателем втирали матеріал у поверхню середовища і тим же шпателем проводили посів у другій і третій чашках. При такому посіві на першу чашку припадає багато матеріалу, на другу – менше, а на третю – ще менше. На другий день вивчали зростання мікробів на чашках. З третьої чашки ізольовані колонії пересівали на скошений агар. Посіви ставили в термостат. На третій день вивчали характер росту колоній на скошеному агарі і, переконавшись у тому, що культура чиста, розпочали багатофакторний експеримент. Для отримання залежності, що зв'язує кількість стафілококів з параметрами ЕМВ НВЧ діапазону за наявності адитивної перешкоди випадкового характеру, може бути застосовано повнофакторне планування другого порядку.

Після проведення вимірювань та розрахунків отримано рівняння регресії, пов'язане зі знищенням стафілококів ЕМВ НВЧ діапазону:

$$Y=285 +190X_1 + 285X_2 + 304X_3 + 150X_1X_2 + 200X_1X_3 + 100X_2X_3 + 800X_1^2 + 100X_2^2 + 112X_3^2, \quad (1)$$

де Y – вихідний параметр (кількість *Bact. mastitidis ovis*); X_1 – частота заповнення імпульсів; X_2 – амплітуда радіоімпульсу; X_3 – час проміння *Bact. mastitidis ovis*.

На підставі перевірки рівняння на адекватність за критерієм Фішера [15] зроблено висновок, що рівняння адекватно описує реальний процесі, отже, дає змогу оцінити характер впливу кожного з трьох факторів на функцію відгуку. Перевірку значущості коефіцієнтів регресії проводили при рівні значущості $\alpha = 0,05$ за критерієм Ст'юдента [16].

Для знаходження оптимальних параметрів процесу розв'язано систему рівнянь, отриманих при рівнянням до нуля значень градієнтів компонентів, обчислених за виразом:

$$\frac{dY}{dX_1} = b_1 + 2b_n X_1 + \sum_{j=1}^n b_{1j} X_j, \quad (2)$$

де X_1, X_j – кодовані значення факторів, за якими береться похідна і взаємодіюча з ними відповідно;

b_1, b_n, b_{1j} – коефіцієнти рівнянь регресії.

Для виразу (2) отримано таку систему рівнянь:

$$\begin{aligned} \frac{\partial Y}{\partial X_1} &= 190 + 150X_2 + 200X_3 + 1600X_1; \\ \frac{\partial Y}{\partial X_2} &= 285 + 150X_1 + 100X_3 + 200X_2; \\ \frac{\partial Y}{\partial X_3} &= 304 + 200X_1 + 100X_2 + 224X_3. \end{aligned} \quad (3)$$

Розв'язок системи рівнянь (3) дає такі значення факторів в оптимальній точці: $X_{1оп}=0,1$; $X_{2оп}=-1,0$; $X_{3оп}=-1,0$, що відповідає таким значенням натуральних параметрів: частота ЕМП $31,1 \pm 0,1$ ГГц; амплітуда радіоімпульсу 13,1; час дії на *Bact. mastitidis ovis* 80с. Застосування ЕМП з оптимальними параметрами дозволило повністю знищити *Bact. mastitidis ovis* у лабораторних умовах.

На підставі теоретичних і експериментальних досліджень встановлено, що для забезпечення надійності та ефективної роботи джерела ЕМВ для лікування маститу вівцематок необхідно передбачити такі технічні вимоги до джерела:

1. Частота заповнення імпульсів $31,1 \pm 0,1$ ГГц;
2. Імпульсна вихідна потужність генератора 150 ... 155 Вт;
3. Діапазон переналаштування частоти генератора 2%;
4. Короткочасна нестабільність частоти генератора $1,2 \cdot 10^{-6}$ за 10^{-2} с;
5. Шпаруватість імпульсів 100;
6. Період проходження радіоімпульсів $1 \cdot 10^{-6}$ с.

Висновки. Лікування маститу вівцематок необхідно проводити інформаційним імпульсним ЕМВ з параметрами: частота заповнення імпульсів $31,1 \pm 0,1$ ГГц; імпульсна вихідна потужність генератора 150 ... 155 Вт; діапазон перебудови частоти генератора 2%; короткочасна нестабільність частоти генератора $1,2 \cdot 10^{-6}$ за 10^{-2} с; шпаруватість імпульсів 100; період проходження радіоімпульсів $1 \cdot 10^{-6}$ с.

Бібліографічний список

1. Жарук П. Г. Фактори формування ефективності галузі вівчарства [Електронний ресурс] / П. Г. Жарук, Л. В. Жарук // Науковий вісник "Асканія-Нова". – 2015. - Вип. 8. – С. 133-140.
2. Вдовиченко Ю. В. Стан та перспективи розвитку галузі вівчарства України / Ю. В. Вдовиченко, П. Г. Жарук // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2013. – № 1. – С. 136-138.
3. Топіха І. Н. Розвиток вівчарства в Україні / Топіха І. Н. // Вівчарство : міжвідом. темат. наук. зб. – 1998. – Вип. 30. – С. 14 – 17. 2000. – 370 с.
4. Торчук М. В. Использование микроволнового излучения в технологических процессах лечения животных и людей / М. В. Торчук, Л. Н. Михайлова, А. В. Думанский // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені П. Василенка. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – 2013. – Вип. 141. – С. 89-91.
5. Головка А. Етіопатогенез маститів та засобів їх терапії / А. Головка, В. Вейометов, Є. Гутвінська // Ветеринарна медицина України. – 2001. – С. 20 – 21.
6. Гавура В. М. Дослідження молока на мастит у приватному та державному секторах на молокоприймальних пунктах / В. М. Гавура // Ветеринарна медицина України. – 2015. – № 3. – С. 36.
7. Ефективність лікування корів, хворих на субклінічний мастит, з використанням препарату "Мастилін" / Т. В. Бовкун, Ю. В. Жук, В. Л. Коваленко, А. В. Розумнюк // Ветеринарна біотехнологія. – 2015. – № 26. – С. 20-26.

8. Рамазанов С. Д. Маститы у овец / С. Д. Рамазанов // Овцеводство. – 2000. – № 4. – С. 40 – 41.

9. Теоретичний аналіз розподілу радіоімпульсного випромінювання в молочних залозах овець / І. Д. Гарасимчук, В.А. Мазур, Ю. І. Панцир, П. І. Потапський // Збірник наукових праць, Подільського державного аграрно-технічного університету :технічні науки. – 2016. – Вип. 24, ч.2. – С.185-191.

10. Теоретичний аналіз впливу низькоенергетичних електромагнітних полів вкрай високочастотного діапазону на інфекційні мікроорганізми в ранах шкіряного покриву тварин / Калініченко О. В., Потапський П. В., Гарасимчук І. Д., Панцир Ю. І. // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету :технічні науки. – 2016. – Вип. 24; ч.2. – С. 141-149.

11. Бессонов А. Е. Информационная медицина / А. Е. Бессонов, Е. А. Колмыкова. – М.; 2003. – 658 с.

12. Потапский П. В. Производственные результаты повышения иммуноглобулинов в молозиве новотельных коров импульсным излучением / П. В. Потапский, Л. Н. Михайлова, М. В. Торчук // Вісник Харківського національного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – 2014. – Вип. 153. – С. 156 – 157.

13. Дослідження залежності параметрів електромагнітного поля від частоти заповнення імпульсів при лікуванні маститу у овець / В. М. Дубік, В. А. Мазур, Л. М. Михайлова, М. В. Торчук. // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету :технічні науки. – 2016. – Вип. 24, ч.2. – С. 265-268.

14. Гордійчук І.Й. Вирішення задачі визначення електромагнітного поля в середині біологічного об'єкта методом інтегральних рівнянь / І. Й. Гордійчук, В. М. Дубік, Л. М. Михайлова // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. – 2012. – Вип. 20. – С. 483-487.

15. Винарский М. С. Планирование эксперимента в технологических исследованиях / М. С. Винарский. – К. : Техника, 1975. – 168 с.

Гордійчук І., Михайлова М., Дубік В., Торчук М., Панцир Ю., Гарасимчук І. Визначення оптимальних параметрів електромагнітного випромінювання для пригнічення патогенних мікроорганізмів, що викликають мастит вівцематок

Розглянуто результати визначення оптимальних біотропних параметрів інформаційного електромагнітного випромінювання НВЧ

діапазону для лікування маститу вівцематок. Встановлено, що для лікування маститу вівцематок необхідно здійснювати інформаційне електромагнітне випромінювання з параметрами: частота заповнення імпульсів $31,1 \pm 0,1$ ГГц; вихідна потужність генератора в імпульсі 150...155 Вт; короточасна нестабільність частоти генератора $1,2 \cdot 10^{-6}$ за 10^{-2} с; час опромінення однієї частини вимені 80 с; шпаруватість імпульсів 100; період проходження радіоімпульсів $1 \cdot 10^{-6}$ с.

Ключові слова: мастит, лікування, біотропні параметри, електромагнітне випромінювання.

GordiychukI., MihailovaL., DubikV., TorchukM., PanzirY., GarasymchukI. Determination of the optimal parameters of electromagnetic radiation to inhibit pathogens that causing mastitis ewes

The results for the determination of the optimum parameters biotropic Information electromagnetic radiation of extremely high frequency range for the treatment of mastitis ewes. It was established that should be done to treat mastitis ewes Information electromagnetic radiation parameters: frequency pulses filling $31,1 \pm 0,1$ GHz; generator output pulse 150 ... 155 W; short-term instability of the oscillator frequency $1,2 \cdot 10^{-6}$ for 10^{-2} s; the frequency of exposure of one share of the udder 80c; duty cycle 100; RF pulse repetition period of $1 \cdot 10^{-6}$ s.

Key words: mastitis, treatment, biotropic parameters, electromagnetic radiation.

ГордийчукИ., МихайловаМ., ДубикВ., ТорчукМ., ПанцирЮ., ГерасимчукИ. Определение оптимальных параметров электромагнитного излучения для угнетения патогенных микроорганизмов, вызывающих мастит овцематок

Рассматриваются результаты определения оптимальных биотропных параметров информационного электромагнитного излучения КВЧ диапазона для лечения мастита овцематок. Установлено, что лечение мастита овцематок следует проводить информационным электромагнитным излучением с параметрами: частота заполнения импульсов $31,1 \pm 0,1$ ГГц; выходная мощность генератора в импульсе 150...155 Вт; кратковременная нестабильность частоты генератора $1,2 \cdot 10^{-6}$ за 10^{-2} с; частота облучения одной доли вымени 80 с; скважность импульсов 100; период следования радиоимпульсов $1 \cdot 10^{-6}$ с.

Ключевые слова: мастит, лечение, биотропные параметры, электромагнитное излучение.