

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ БІОТРОПНИХ ПАРАМЕТРІВ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ЛІКУВАННЯ ЕНДОМЕТРИТУ ВРХ

Думанський О. В., к.т.н., доц., e-mail: duman.alexsandr@gmail.com

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Актуальність дослідження. Як свідчить літературний аналіз [1], найнебезпечнішими мікроорганізмами ендометриту корів є *Actinomyces ruogenes* (променистий грибок). Ці бактерії виділяють ендотоксин, що викликає запалення слизової поверхні матки.

Для визначення кількісного та якісного складу патогенних мікроорганізмів були використані уніфіковані методики, затверджені Міністерством охорони здоров'я України [2].

Мета досліджень: виділення, ідентифікація *Actinomyces ruogenes* та проведення багатофакторного експерименту з пригнічення *Actinomyces ruogenes* електромагнітним випромінюванням міліметрового діапазону.

Основні матеріали досліджень. Матеріал для досліджень брався пастерівською піпеткою і засіювався на жовтково-сольовий агар і на агар з 3...5% вмістом крові у чашках Петрі. Усі посіви ставилися в термостат на добу при температурі 370 °С. Протягом трьох днів із даного матеріалу отримували чисту культуру. Першого дня краплю досліджуваного матеріалу піпеткою наносили на поверхню агару в чашці Петрі. Потім шпателем втирали матеріал у поверхню середовища і тим самим шпателем проводили посів другої та третьої чашки. При такому посіві на першу чашку припадає багато матеріалу, на другу менше та на третій ще менше. Другого дня вивчали зростання мікробів на чашках. Із третьої чашки ізольовані колонії пересівали на скошений агар. Посіви ставили у термостат. На третій день вивчали характер зростання колоній на скошеному агарі і, переконавшись у тому, що культура чиста, почали багатофакторний експеримент. Для отримання залежності, що зв'язує кількість *Actinomyces ruogenes* з параметрами електромагнітного випромінювання надвисокочастотного діапазону при наявності адитивної перешкоди випадкового характеру, застосовується повнофакторне планування другого порядку. Значення чинників та його інтервали варіювання наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 - Значення чинників в експерименті

Інтервал варіювання та рівень факторів	Частота, ГГц	Щільність потоку потужності, мкВт/см ²	Експозиція, с.
	X_1	X_2	X_3
Нульовий рівень, $x_i = 0$	29	47	70
Інтервал варіювання, λ_i	1	2	20
Верхній рівень, $x_i = +1$	30	49	90
Нижній рівень, $x_i = -1$	28	45	50

Для побудова плану другого порядку використовуються дані, наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 - Дані щодо побудови плану другого порядку

Кількість факторів, K	Кількість точок ядра	Кількість зоряних точок, N_a	Кількість нульових точок, N_0	Зоряні точки, a	Кількість дослідів, N
3	8	6	6	1,682	20

З використанням стандартної методики побудови плану другого порядку складено матриці: планування експерименту; розрахунку коефіцієнтів регресії; визначення дисперсії адекватності та результатів обробки даних. Після проведення вимірювань та розрахунків

отримано рівняння регресії, пов'язане зі знищенням *Actinomyces ruogenes* електромагнітним випромінюванням міліметрового діапазону:

$$Y=1200 - 520X_1 + 1440X_2 + 1480X_3 + 400X_1X_2 - 800X_1X_3 + 400X_2X_3 + 400X_1 + 800X_2 + 600X_3, \quad (1)$$

де Y - вихідний параметр (кількість *Actinomyces ruogenes*);

X_1 - частота електромагнітного випромінювання;

X_2 - Щільність потоку потужності;

X_3 - час опромінення *Actinomyces ruogenes*.

Перевірка значущості коефіцієнтів регресії проводилася за рівня значущості $\alpha = 0,05$ за критерієм Стьюдента [3]. З урахуванням значущості коефіцієнтів, рівняння регресії для пригнічення *Actinomyces ruogenes* (променистий грибок) набуває вигляду (1). Ці бактерії виділяють ендотоксин, що викликає запалення слизової поверхні матки.

На підставі перевірки даного рівняння на адекватність за критерієм Фішера [3] зроблено висновок, що рівняння адекватно описує реальний процес, і, отже, дозволяє оцінити характер впливу кожного із трьох факторів на функції відгуку. Крім того, стало можливим практичне використання отриманої моделі для прогнозування значення вихідного сигналу в області варіювання параметрів.

Для знаходження оптимальних параметрів процесу вирішено систему рівнянь, отриманих прирівнюванням 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 та взаємодіє з ними, відповідно:

b_1, b_n, b_{1j} - коефіцієнти рівняння регресії.

Для виразу (2) отримано таку систему рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial Y}{\partial X_1} &= -520 + 400X_2 - 800X_3 + 800X_1 = 0; \\ \frac{\partial Y}{\partial X_2} &= 1440 + 400X_1 + 400X_3 + 1600X_2 = 0; \\ \frac{\partial Y}{\partial X_3} &= 1480 - 800X_1 + 400X_2 + 1200X_3 = 0; \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Рішення системи рівнянь (3) дає такі значення чинників оптимальної точки: $X_1 = 1$; $X_2 = -1,10$; $X_3 = -0,2$; що відповідає таким значенням натуральних параметрів: частота електромагнітного поля $30 \pm 0,1$ ГГц; щільність потоку потужності $44,8 \pm 0,4$ мкВт/см²; час на *Actinomyces ruogenes* 66 ± 4 с. Застосування електромагнітного поля з оптимальними параметрами дозволило повністю знищити *Actinomyces ruogenes* у лабораторних умовах.

Висновок. На підставі експериментальних досліджень встановлено, що для забезпечення надійності та ефективної роботи джерела електромагнітного випромінювання для лікування ендометриту корів необхідно передбачити такі технічні вимоги до джерела: вихідна частота генератора $30 \pm 0,1$ ГГц; вихідна потужність генератора 150...180 мВт; діапазон перебудови частоти генератора 3%; пригнічення побічних гармонік вихідного сигналу не менше 45дБ; довготривала нестабільність частоти генератора за 1с;

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Практичне акушерство, гінекологія та біотехнологія відтворення тварин з основами андрології. К.: Мета, 2002. 319 с.: іл.
2. Лабораторная диагностика гнойно-воспалительных заболеваний, обусловленных аспорогенными, анаэробными микроорганизмами. Харьков: Ин-т микробиологии и иммунологии им. Мечникова, 1988. 20с.
3. Винарский М. С. Планирование эксперимента в технологических исследованиях/ М.С. Винарский, М.В. Лурье. К.: Техника, 1975. 168с.