

УДК 632.935.4:621.3

## АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАСТОСУВАННЯ НВЧ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ЗНЕШКОДЖЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Вужицький А.В., аспірант\*

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-31-59, e-mail: vuzhitsku@mail.ru

**Анотація** – проведений аналіз технології і технічних засобів застосування НВЧ енергії знищення біологічних об'єктів дає підґрунтя для подальшої математичної обробки експериментальних даних методом експоненціального згладжування в діапазоні частот 2,4 - 2,5 ГГц.

**Ключові слова** – НВЧ–технології, біологічний об'єкт, хрущ садовий, гетерогенна система, ґрунт, біологічний об'єкт.

*Постановка проблеми.* Розвиток новітніх НВЧ - технологій дають підґрунтя ефективної боротьби із біологічними об'єктами - шкідниками фруктових садів. При виборі найбільш раціонального способу захисту плодовоовочевої продукції, дерев необхідно враховувати всі фактори обробки в електричному та магнітному полі надвисокої частоти. З точки зору зручності, дискретності та плавності керування використання надвисокочастотного електромагнітного поля (НВЧ ЕМП) є перспективним способом, який потребує подальшого вивчення [1,2,3].

*Аналіз останніх досліджень.* За відомими даними науковців, інформації з технічних джерел при дослідженні біологічних систем необхідно враховувати закон збереження енергії [4], а також додатково враховувати фізіологічний стан біооб'єкта  $\zeta$  (травневий хрущ)

$$\tilde{N} \cdot m \cdot \Delta T \cdot \zeta = (1 - \tilde{A}^2) \cdot D_{\text{дет.}} \cdot t, \quad (1)$$

де  $C$  – теплоємність біологічного об'єкту;  
 $m$  – маса біологічного об'єкту;  
 $\Delta T$  – зміна температури біологічного об'єкту;  
 $\zeta$  - біологічний стан біооб'єкту (вид, вік, геометричні параметри);  
 $\Gamma$  – коефіцієнт відображення падаючого електромагнітного поля;  
 $P_{\text{вип.}}$  – потужність випромінювання генератора;  
 $t$  – час дії на біологічний об'єкт.

Приведена формула дає можливість визначати зв'язок потужності впливу, часу впливу із зміною температури біологічного об'єкту, що дозволяє визначити на попередньому етапі біотропні параметри електромагнітного поля, що впливає на біологічний об'єкт. Вплив ЕМП на біологічні об'єкти супроводжується поєднанням біотропних параметрів: діапазоном частот ЕМП; стабільності частоти впливаючих електромагнітних коливань; щільності потоку потужності; поляризації та модуляції електромагнітного поля; експозиції й локалізації.

*Формулювання мети статті.* Метою роботи є аналіз технології та технічних засобів застосування НВЧ енергії знешкодження біологічних об'єктів, параметри обробки дослідних зразків, які піддаються впливу НВЧ енергії для знешкодження біологічних об'єктів.

*Основна частина.* Для проведення наукових досліджень у 2009 р на кафедрі автоматизованого електроприводу ТДАТУ була створена науково-дослідна лабораторія в якій було висаджено дев'ять дворічних саджанців черешні сорту «Шанс». Розташування дослідних зразків наведено на рисунку 1: 1 – дослідні саджанці; 2 – психрометр; 3 – термометр контролю температури ґрунту.



Рис. 1. План розташування зразків саджанців дерев.

В лабораторії з моменту висадження саджанців здійснюється контроль температури та вологи повітря, ґрунту. Експериментальні дослідження (перший етап) проводилися як за загальноприйнятими так і розробленими спеціально методиками, з використанням математичних методів і принципів теорії планування. Результати, отримані на

першому етапі, дають підставу для розробки у першому наближенні технологічного процесу в основу якого закладено режими обробки.

Проведений аналіз теоретичних досліджень [5,6] дозволяє сформулювати основні складові процесу життєдіяльності біологічних об'єктів. Для опису процесу пригнічення біологічних об'єктів в умовах знаходження в ґрунті та залежності стану ( $\zeta$ ) від температури запропоновано використати співвідношення

$$L = \int_0^{\tau} \exp[A + B(\zeta)t(\tau)]d\tau, \quad (2)$$

де  $A$ ,  $B$  – коефіцієнти біорезистентності, що характеризують опір біологічних об'єктів НВЧ – впливу.

Для визначення параметрів  $A$  та  $B$  різноманітних біологічних об'єктів (жуків-шкідників, мікроорганізмів, рослин) використовують спосіб, що використовує експериментально отриманні матеріали функцій при НВЧ - обробці  $L = f_l(\tau)$ .

На даному етапі досліджень однією з задач є визначення коефіцієнту стоячої хвилі за напругою (КСХН) та ослаблення хвилі, що проходить через гетерогенну структуру: ґрунт-біологічний об'єкт. Для проведення дослідів був використаний панорамний вимірювач КСХН типу Р2-58 (рисунок 2). До складу вимірювача входить генератор коливальних частот ГКЧ-53, індикатор КСХН та індикатор ослаблення Я2Р-67, і хвилевід з камерою для вимірювання дослідних зразків.



Рис. 2. Панорамний вимірювач КСХН типу Р2-58.

Для промислової обробки гетерогенних структур дозволено використовувати тільки окремі ділянки НВЧ діапазону хвиль:  $f = 900 \pm$

10 МГц та  $f = 2400 \pm 50$  МГц. Для промислових, науково-дослідних і медичних цілей відведені смуги частот, що подані в таблиці 1.

Таблиця 1 – Дозволені смуги частот.

| Дозволені частоти, МГц | Довжина хвилі, см |
|------------------------|-------------------|
| 433,92+0,2%            | 69,0              |
| 915,0+25,0%            | 32,8              |
| 2450,0+50,0%           | 12,2              |
| 5800,0+75,0%           | 5,2               |
| 17850,0...18150,0      | 1,7 (США)         |
| 22125,0±125,0          | 1,4               |

Результатами даного вимірювання являється КСХН, коефіцієнт ослаблення, товщини шару матеріалу (темно-каштанового ґрунту,  $\chi_{\text{сер}} \cdot 10^{-9} = 834$ , м<sup>3</sup>/кг) і частота електромагнітного поля, на якій проводилося вимірювання  $f = 2450,0 \pm 50,0\%$  МГц.

Вихідними даними для розрахунку являються КСХН, коефіцієнт ослаблення в дБ, товщина шару діелектрика в мм, частота в Гц. Крім того необхідно враховувати похибку, з якою виміряні коефіцієнти. Для даного технічного приладу межа допустимої похибки вимірювання КСХН та фіксованої частоти при КСХН < 2 складає + 4 x КСХН %, що дорівнює 0,034 при КСХН = 2. Якщо при введенні мінімальної похибки розв'язання відсутнє, то слід збільшити значення похибки до його появи.

У садівницьких господарствах вологість ґрунту за допомогою зрошення підтримується в раціональних межах. Для ґрунтів з важким механічним складом нижньою границею раціональної вологості є 80...75 %, для середніх суглинків 70...65 %, на легких суглинистих і супіщаних 65...60 %. Виходячи з вище сказаного, досліджування гетерогенної структури доцільно проводити в діапазоні вологи від 60 % до 80 %, з частотою від 2 до 4 ГГц, що відповідає дозволеним частотам.

*Висновки.* Проведений аналіз технології та технічних засобів застосування НВЧ енергії знешкодження біологічних об'єктів дає підстави для подальшої математичної обробки результатів експериментів методом експоненційного згладжування у діапазоні досліджуваних частот 2,4 ... 2,5 ГГц. Таким чином, з'являється можливість зменшувати низько – і високочастотні шумами.

#### Література

1. *Исмаилов Э.Ш.* Биофизические основы действия микроволн / Э.Ш. Исмаилов. – М. : Энергоиздат, 1987. – 220 с.



2. Измеритель КСВН панорамный Р2-58 : техническое описание и инструкция по эксплуатации. – М. : [б.и.], 1984. – 44 с.

3. Федюшко Ю.М. Вимірювання діелектричної проникності біологічних об'єктів в широких частотних діапазонах / Ю.М. Федюшко, Ю.М. Куценко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Кіровоград, 2009. - Вип. №39. – С. 347-356.

4. Ляшенко Г.А. Методологические подходы к оценке воздействия электромагнитных полей сверхвысоких частот на биологические объекты / Г.А. Ляшенко, И.А. Черепнев Н.В. Полянова // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – Харків, 2009. - Вип. 89, т.2. – С. 133-135.

5. Лебедев І.М. До питання проектування НВЧ – апаратів / І.М. Лебедев // Обладнання та технології харчових виробництв. – Донецьк : ДонДУЕТ, 2004. – Вип. 10. – С. 14-20.

6. Бородин И.Ф. Кинематика нагрева почвы при СВЧ - облучении / И.Ф. Бородин, С.П. Рудобахта, Г.А. Шарков, Э.М. Карташов // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1985. - №3. - С. 20-23.

## **АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ СВЧ ЭНЕРГИИ ДЛЯ УНИЧТОЖЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

Вужицкий А. В.

*Аннотация* - проведенный анализ технологии и технических средств применения СВЧ энергии уничтожения биологических объектов дает основания для дальнейшей математической обработки экспериментальных данных методом экспоненциального сглаживания в диапазоне частот 2,4 ... 2,5 ГГц.

## **ANALYSIS OF APPLICATION TECHNOLOGY OF MICROWAVE ENERGY TO DESTROY BIOLOGICAL OBJECTS**

A. Vuzhitskiy

### *Summary*

The analysis of technologies and equipment for applying microwave energy equation, the destruction of biological objects provides the bisections for further mathematical processing of experimental data using exponential smoothing in the frequency range 2,4 ... 2,5 GHz.