

УДК 632.935.4: 621.3

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ ВСЕРЕДИНІ ЛИЧИНОК ШКІДНИКІВ

Вужицький А.В., асп. *

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619)42-31-59

Анотація – робота присвячена аналізу існуючих та розроблювальних методів і технічних засобів знешкодження прикореневих шкідників у садівництві. Встановлено, що найбільш перспективним способом за даним напрямком є застосування електромагнітних полів (ЕМП) дециметрового діапазону.

Ключові слова – електромагнітне поле надвисокої частоти, садівництво, прикореневі шкідники.

Постановка проблеми. Прикореневі шкідники є однією із складних та актуальних проблем в садівництві. Вони наносять значні економічні збитки даній галузі.

Для захисту рослин від шкідників застосовують комплекс фізико-механічних, хімічних, електрофізичних та інших методів боротьби. Фізико-механічний метод недоцільно використовувати після висаджування молодих саджанців. Даний метод не дає можливість обробки в прикореневій зоні та можливе пошкодження кореневої системи, а також відбувається ущільнення ґрунту. Хімічний метод може привести до накопичення хімічних сполук в ґрунті, що негативно відображається на життєдіяльності саджанців. Електрофізичний метод для знешкодження прикореневих шкідників в садах широкий і включає застосування різних фізичних факторів – температури, електромагнітних випромінювань різних діапазонів, акустичних сигналів і т.д. Екологічна чистота, селективність, швидкодія робить застосування цього методу перспективним при організації захисних заходів. Проте недостатнє вивчення процесу залучення та знешкодження шкідників, а також високі потенційні можливості методу, обумовлює необхідність продовження робіт з дослідження та розробці установок та процесів електрофізичних методів боротьби з личинками комах шкідників у садівництві [1].

Аналіз останніх досліджень. До найбільш розповсюджених методів та електрофізичних пристроїв для знешкодження прикореневих

шкідників відносяться використання електричних та електростатичних полів постійного струму, змінного струму низької, високої та надвисокої частоти. Відомо спосіб, який полягає в генеруванні НВЧ променів у напрямі оброблюваної сільськогосподарської культури. Довкола культури, що оброблюється, створюють зону дії НВЧ променів шляхом концентрації НВЧ генеруючих і відбитих променів у обмеженому просторі. Спосіб реалізований на установці, що містить блок живлення, НВЧ генератор, хвилеводи і випромінювачі, поміщені в екран. Багато разів відбитий потік НВЧ променів ефективно впливає на шкідників, розташованих в оброблюваній культурі.

НВЧ генератор характеризується наступними параметрами: рівень щільності потоку НВЧ енергії 22...30 Вт на 1 м^3 на відстані 1 м від випромінювача; споживана потужність 3300 Вт, генерує від кожного випромінювача НВЧ промені, які прямують на протилежну бічну сторону екрану і багато разів відбиваються від його поверхні. Установка екрану відображає НВЧ промені від розсіювання і концентрує їх в обмеженому просторі.

Утворений таким чином потужний потік НВЧ генеруючих і відбитих променів, опромінює оброблювані рослини і шкідників [2].

Відомий також один із пристроїв для узгодженого введення НВЧ енергії в ґрунт, виконаний в вигляді радіопрозорого ободу, встановленого на осі, причому випромінювач розташований в середині ободу. При русі візка, обід качається по поверхні навантаження, повторюючи його профіль. Випромінювач рухається при цьому на мінімальній відстані від поверхні, що опромінюється. Керування пристроєм здійснюється механічно за рахунок того, що величина зазору між випромінювачем та поверхнею, що опромінюється, підтримується постійною. Причому величина зазору не залежить від зміни профілю поверхні, в продовж якої рухається випромінювач, і весь час залишається мінімальною [3].

Проведений аналіз літературних джерел показує, що знешкодження прикореневих шкідників з використанням ЕМП НВЧ діапазону можливе.

Формування цілей статті. Ціллю даної роботи є аналіз існуючих методів та електрофізичних пристроїв для знешкодження прикореневих шкідників у садівництві.

Основна частина. Наукові дослідження, що проводяться на різних рівнях організації матерії, показали, що організми самих різноманітних видів комах чутливі до низькоенергетичних електромагнітних випромінювань надвисокої частоти [4].

У діапазоні дозволених частот найбільше практичне значення для обробітку ґрунту мають частоти 915, 2450, 2375 і 5800 МГц яким відповідає ефективне глибинне проникнення НВЧ енергії 0,1...0,45 м [5].

Механізм діелектричного нагріву матеріалів надвисокочастотною енергією заснований на явищі діелектричній поляризації - переміщенні в деяких обмежених межах зв'язаних електричних зарядів - диполів. Під дією зовнішнього змінного електромагнітного поля в матеріалі відбувається їх коливальний рух і переорієнтація, в результаті дії яких виникають струми провідності і зсуву. Сукупність обох явищ і забезпечує нагрів матеріалу.

Питома активна потужність, що визначає кількість тепла виділеного при НВЧ-нагріві в одиниці об'єму матеріалу розраховують згідно класичному закону Джоуля-Ленца [6]:

$$P_{\text{пит}} = 0,556 \cdot 10^{-6} \cdot \varepsilon' \cdot \text{tg}\delta \cdot f \cdot E^2$$

де $P_{\text{пит}}$ - питома потужність, Вт/м³;

ε' - дійсна частина комплексної діелектричної проникності матеріалу;

$\text{tg}\delta$ - кут діелектричних втрат;

f - частота електромагнітного поля, Гц;

E - напруженість електричного поля, В/м.

Таким чином, нагрів діелектричних матеріалів в ЕМП НВЧ кількісно визначається як, власне, діелектричними властивостями матеріалу ε' і $\text{tg}\delta$, так і параметрами електромагнітного поля - напруженістю E і частотою f . Ці чинники обумовлюють деякі виняткові переваги НВЧ-нагріву:

- високий ККД перетворення НВЧ-енергії в теплову (близький до 100%);

- безінерційний нагрів об'єкту "зсередини" з виключно високою інтенсивністю (температура і швидкість НВЧ-нагріву регулюються напруженістю E і частотою f ЕМП);

- безконтактне екологічно чисте підведення енергії;

- рівномірний нагрів по всій масі продукту і його вибірковість в разі нерівності діелектричних властивостей (параметрів ε' і $\text{tg}\delta$).

Останнє, практично, означає, що, оскільки діелектричні властивості води приблизно в десятки разів вище, а волога личинки, яка знаходиться в ґрунті, більша за вологу ґрунту, то при НВЧ-нагріві в першу чергу нагріватиметься вода в серединні личинки. На макро рівні це виявлятиметься в більшому нагріві вологіших матеріалів в порівняно з менш вологими [6]. Відома інформація, що стосується питань біологічної дії ЕМП на сільськогосподарські об'єкти. Проте слід зазначити, що експериментальні дані носять вельми суперечливий характер. Найбільш вивчена теплова дія НВЧ-випромінювання.

Наприклад, дія НВЧ-випромінювання з довжиною хвилі 3 см при щільності потоку 150 - 200 мВт/см² протягом 1 - 25 хвилин викликала загибель багатьох комах, а також ряду ссавців: мишей, шурів,

кроликів, овець [7]. Промисловість випускає мікрохвильові установки які можуть бути використані в будівництві і експлуатаційно-ремонтному господарстві для протигрибкової обробки, дезінсекції елементів складів, будівельних споруд, овочесховищ, складських контейнерів. Їх також можна з успіхом застосовувати для сушки і бактеріологічної обробки стін, у тому числі після штукатурки, для глибокого просушування стін в місцях протікання води з водопровідних труб. Мікрохвильові установки добре справляються із спінюванням рідкого скла. Мікрохвильове випромінювання ефективно знищує грибок і деревного жука на дерев'яних поверхнях.

Даний пристрій можна також використовувати для знищення прикореневих шкідників. Даний пристрій може обробляти одночасно 1 м² площі, споживаючи 1,4 кВт [8]. У республіці Білорусь випускаються модуля мікрохвильового нагрівання типу ММН КРЭС 434726, що генерує електромагнітну енергію. Хвилевий вихід дозволяє використовувати його в промисловому обладнанні, оптимізованим для конкретних задач сушіння, нагрівання, стерилізації різних діелектричних матеріалів. Конструктивне виконання виробу дозволяє отримувати потрібну потужність електромагнітної енергії шляхом багатомодульної побудови обладнання, як резонансного, так і конвеєрного типу.

При стерилізації ґрунту пристроєм з частотою 2450±100 МГц, експозицією 2...7 хв за даними авторів [9] отримані результати що наведені в табл. 1.

У Росії в Самарській державній сільськогосподарській академії проводилися дослідження впливу НВЧ енергії на репродуктивну здатність колорадського жука. В лабораторних умовах з використанням медичного приладу «ЛУЧ-3», який генерує електромагнітні коливання НВЧ діапазону частотою 2450 ± 49 МГц. Виявилось, що найбільш ефективна була обробка на протязі 4, 5 і 7 хвилин.

Таблиця 1 – Показники ефективності мікрохвильової стерилізації ґрунту.

Етапи розвитку	Кількість життєдіяльних нематод в 0,1 мл ґрунту	
	Контрольні	Експериментальні
Личинка	6,2	0
Самки	7,0	0
Самці	7,2	0

При обробленні личинок з частотою 2450 МГц та експозицією 4 хв загинуло 16 % кладки яєць, за 5 хв загинуло 9 % а при 7 хв загинуло 83 % [10]. Таким чином, електрофізичне випромінювання НВЧ діапазону дає позитивний результат при боротьбі з колорадським жу-

ком а також може бути застосований для знешкодження прикореневих шкідників. Вплив НВЧ енергії на шкідників вивчають також в Україні у Харкові провели дослідження по знешкодженню амбарних комах та грибків. Результати даних досліджень представлено в табл. 2.

Таблиця 2 – Вплив НВЧ випромінювання на комах що перебувають у зерні.

№ п/п	Експозиція, с	Питома потужність випромінювання, Вт/см ³	Смертність, %
1	5	2,3...2,8	68,3
2	15	2,3...2,8	79,3
3	30	2,3...2,8	97,1
4	60	2,3...2,8	100
5	120	0,8...1,1	100

Випромінювання здійснювалося з частотою 2450 МГц та експозицією згідно таблиці 3. Приведені дані свідчать про те що в даному випадку летальність у комах безпосередньо корелювала з експозицією. Підвищення експозиції обробки зерна з 5 до 45...90 с сприяла збільшенню кількості загинувших комах з 68 до 100 %. Температура зерна при цьому не перевищувала 40...45 °С [11].

Фотосинтезу належить центральне місце у загальній енергії клітини, оскільки саме цей процес є першоджерелом всієї енергії, яку використовують живі організми у процесі життєдіяльності. Під час фотосинтезу енергія світла поглинається пігментними системами, перетворюється у хімічний потенціал багатих енергією метаболітів та накопичується у клітці у вигляді вуглеводів, жирів, білків. Фотосинтез нерозривно пов'язаний з реакцією енергетичного та пластичного обміну і тому складає основу метаболізму зеленої рослинної клітки.

До складу видимого освітлення входять промені з довжиною хвилі 380...810 нм, а фотосинтетична активна радіація (ФАР), або фотосинтетично активні промені мають довжину хвилі від 380 до 710 нм. Тобто вони займають смугу сонячного спектра меншу від смуги видимого світла. На рис.1 наведений спектр видимих променів та дія цих променів на фотосинтез, біосинтез хлорофілу та інші процеси життєдіяльності рослини: тропізми, фотоморфогенез, проростання насіння, фотоперіодичні реакції [12].

З даного спектру розвитку рослин можна зробити висновки про межі застосування довжин хвилі для боротьби з личинками прикореневих шкідників. Даний діапазон довжини хвилі знаходиться в межах $1...10^{-1}$ нм, з частотою $3\cdot10^8...3\cdot10^9$ Гц.

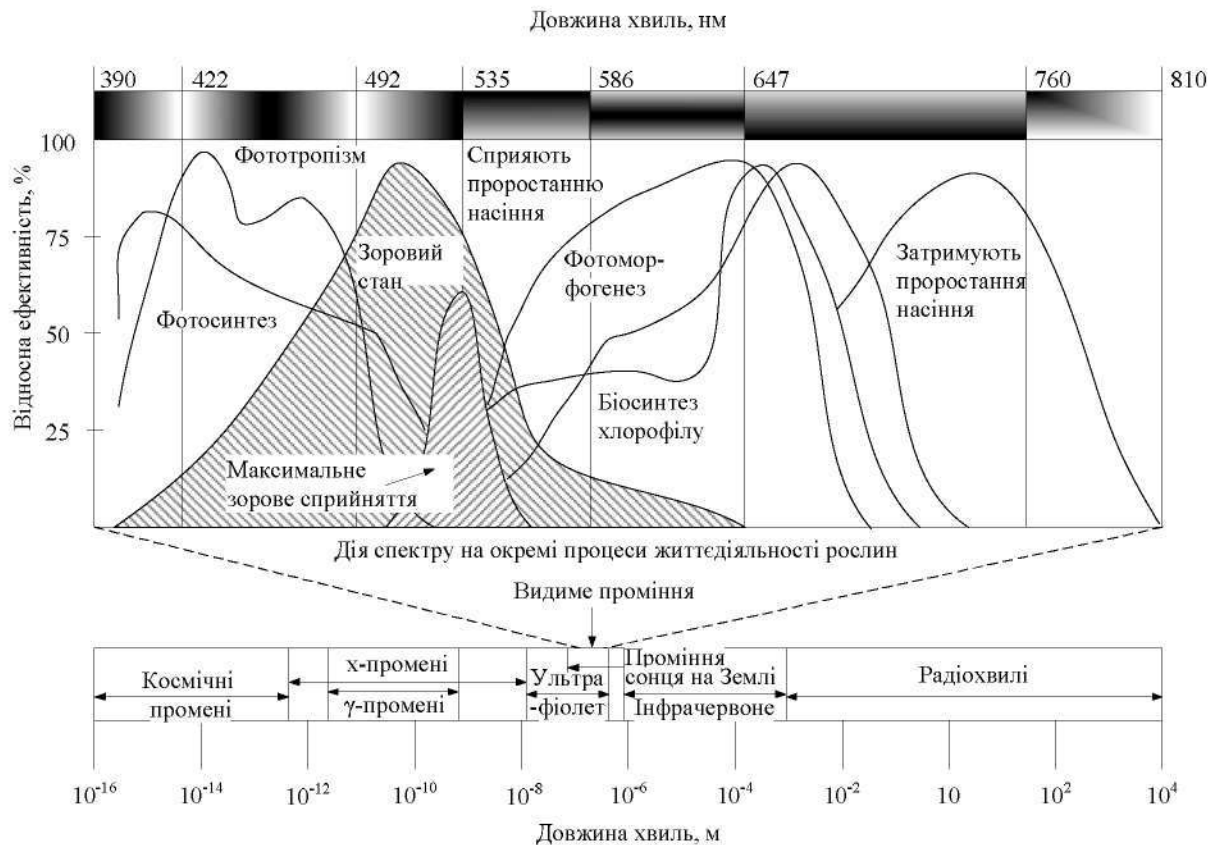


Рис.1. Спектр розвитку рослини.

Так як в даній частині довжини хвилі немає впливу на рослину, тобто боротьба зі шкідниками не буде мати негативних наслідків для рослини. Як відомо після цвітіння яблуні хрущі відкладають яйця в ґрунт на глибину 20...40 см купками по 5...20 яєць. Через 24..35 днів, залежно від температури ґрунту, з'являються шестиногі личинки, які живуть у ґрунті три чотири роки. У цей період відбувається інтенсивне поїдання коренів дерев. У червні – липні з личинки розвивається жук і, не виходячи з ґрунту, залишається там до весни [13]. Виходячи з вище сказаного, пропонується знешкодження шкідників на стадії личинки другого та третього року життя. Установлено вплив на личинку електромагнітних полів на частоті $3 \cdot 10^8 \dots 3 \cdot 10^9$ Гц з щільністю потоку 150...200 мВт/см² на глибину до 15 см. Так як вони проводять життя на глибині від 7 до 10 см.

Таким чином, проведений аналіз наукових літературних джерел показує, що для знешкодження прикореневих шкідників доцільно застосовувати ЕМП дециметрового діапазону, використання яких вимагає розробки фізико-математичних моделей для визначення біотропних параметрів електромагнітного випромінювання. Відсутність спеціалізованих високостабільних монохроматичних джерел НВЧ випромінювань дециметрового діапазону, робить проблематичною постановку питання про створення електротехнології знеш-

кодження прикореневих шкідників в садівництві. Тому розробка електромагнітних пристроїв і технічних засобів дециметрового діапазону для знешкодження прикореневих шкідників в садівництві є актуальною задачею.

Висновки. На підставі узагальнення відомого наукового матеріалу вітчизняних і закордонних наукових публікацій можна зробити наступні висновки:

1. Для знешкодження прикореневих шкідників доцільно застосовувати ЕМП дециметрового діапазону, що дозволяють створити ефективну та екологічно чисту технологію боротьби зі шкідниками.

2. Для визначення біотропних параметрів електромагнітного випромінювання (частоти, потужності, нестабільності частоти, експозиції), що викликають загибель шкідників, необхідно дослідити фізико-математичні моделі з урахуванням будови і електрофізичних властивостей личинки шкідника.

3. Для створення пристроїв знешкодження прикореневих шкідників необхідні подальші дослідження і розробка високостабільних з відносною нестабільністю частоти ($10^{-7} \dots 10^{-9}$) джерел НВЧ випромінювання дециметрового діапазону.

Література

1. *Славгородская-Куртшева Л.Е.* Защита сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней: справочное пособие / *Л.Е. Славгородская-Куртшева, В.Е. Славгородский, А.Е. Алтеев.* – 2-е изд., доп. и перераб. – Донецк: Донеччина, 2003. – 480 с.

2. А.с. 2115316 Российская Федерация, МКИ⁶ А01М1/22, Н05С3/00, Способ уничтожения сельскохозяйственных вредителей / *А.М. Солдаев* [и др.] - №97112214/13; заявл. 15.07.97; опубл. 20.07.98.

3. А.с. 1251839 СССР, МКИ⁴ А01М21/00 Устройство для СВЧ обработки почвы / *Л.Ф. Кучин* [и др.] - №3822401/30-15; заявл. 07.12.84; опубл. 23.08.86, Бюл. №31.

4. *Девятков А.Д.* Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности / *А.Д. Девятков, М.Б. Голант, О.В. Бецкий.* – М: Радио и связь, 1991. – 169 с.

5. *Окресса Э.* СВЧ-энергетика / *Э. Окресса.* – М.: Мир, 1971. – 378 с.

6 *Петров. И.Р.* Влияние СВЧ-излучения на организм человека и животных / Под. ред. *И.Р. Петрова.* – Л.: Медицина, 1970. – 230 с.

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

8. Оборудование микроволновой вакуумной сушки, жарки. – Режим доступа: www.saprex.ru/download/.

9. Разработки в СВЧ диапазоне: приборы и оборудование для решения научных и прикладных задач [Электронный ресурс] / НИИ

ядерных проблем, Республика Беларусь. – Режим доступа: www.bsupproduct.by.

10. Савельева Э.Н. Влияние излучения СВЧ на репродуктивную способность колорадского жука / Э.Н. Савельева – 2009. - №7-9. – С. 30 - 31.

11. Высокочастотная технология защиты зерна от амбарных вредителей / В.А. Кутовой, Б.И. Рудяк, Л.А. Базыма [и др.] // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение (80). – 2001. №4. – С. 129 – 132.

12. Селезньов Г.П. Енергетична оцінка спектрів фотосинтезу та сонячних фотобатарей / Г.П. Селезньов, Ю.М. Куценко // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля: науковий журнал. – Луганск, 2006. - №1(95). - С. 198 – 203.

13. Савковский П.П. Атлас вредителей плодовых и ягодных культур / П.П Савковский. – 5-е изд., доп. и перераб. – К.: Урожай, 1990. – 96 с.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ПРИКОРНЕВЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ В САДОВОДСТВЕ

А.В. Вужицкий

Аннотация - работа посвящена анализу существующих и разрабатываемых методов и технических средств обезвреживания прикорневых вредителей в садоводстве. Установлено, что наиболее перспективным способом в данном направлении является применение низкоэнергетических электромагнитных полей дециметрового диапазона.

ANALYSIS OF METHODS AND ELECTROPHYSICAL DEVICES FOR NEUTRALIZATION OF RADICAL WRECKERS IN GARDENING

A.Vuzhitskiy

Summary

The article is devoted to analysis of existing and developed methods and technical means of neutralization of radical wreckers in gardening. It is ascertained, that using of low power electromagnetic fields in decimeter band is the most perspective.