

ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА РАДІОВИМІРЮВАНЬ

УДК621.317.7.089

**ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЗОНАНСНОГО ПОГЛИНАННЯ
БІООБ'ЄКТАМИ ММ-ВИПРОМІНЮВАННЯ***Яненко О.П., Мельник Є.Т., Зінченко В.І.*

Міліметровий (мм-) діапазон хвиль використовується в біології та медицині для впливу на біологічні об'єкти і організм людини. Одним з перспективних напрямків покращення проростання та врожайності насіння сільськогосподарських культур є використання фізичних методів впливу на насіння – прогрівання, опромінення електромагнітним випромінюванням (ЕМВ) тощо. В останні роки в сільському господарстві все частіше звертають увагу на екологічно безпечні способи вирощування різних культур для отримання відносно екологічно чистої продукції, до яких можна віднести в повній мірі фізичні методи із слабкими сигналами.

Серед фізичних методів підготовки насіння особливої уваги заслуговує опромінення насіння ЕМВ міліметрового діапазону (30...300 ГГц). Визначаючим екологічним фактором впливу є місцезнаходження рослин, яке пов'язане з рівнем сонячної радіації, і вона, в свою чергу, з ЕМВ хвилями різної довжини. Частота коливань мембран клітин біологічних об'єктів знаходиться в мм-діапазоні хвиль [1]. Тому біооб'єкти реагують більш активно на резонансні частоти опромінення. Особливістю ЕМВ є також "лікувальний" специфічний характер. Саме ці властивості використовуються в квантовій медицині для лікування різноманітних захворювань [2,3].

Насіння рослин складаються з покривних тканин, зародків та живильних речовин, які мають різний хімічний склад, структуру і по-різному реагують на зовнішні фізичні подразники, в тому числі і різні частоти електромагнітного опромінюючого поля. Відомо, що активність фотосинтезу визначається рівнем електромагнітної (сонячної) радіації. Таку реакцію біологічних об'єктів можна віднести і до впливу мікрохвильових сигналів, що підтверджуюся експериментами [4,5]. Одним із біологічних ефектів низькоінтенсивного мм-випромінювання є підвищення врожайності сільськогосподарських культур при передпосівній обробці насіння. Експерименти проводили на кропі [6]. В роботі наводяться дані про стимулюючий вплив мм-хвиль як на проростання, так і на врожайність. Контролем було неопромінене насіння. При сприятливих умовах посіву приріст урожаю досліджуваної культури досягав 20%. В ряді інших робіт аналогічні результати отримані для насіння дерев і рослин. Тому постає питання, на яких саме частотах потрібно опромінювати насіння для отримання бажаного результату.

В області НВЧ поглинання енергії біооб'єктом в частот спектрі визна-

часться коефіцієнтом стоячої хвилі за напругою (КСХН):

$$КСХН = \frac{E_{c.x. \max}}{E_{c.x. \min}} = \frac{E_{nad. \max} + E_{відб. \max}}{E_{nad. \min} - E_{відб. \min}} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

де $E_{c.x. \max}$ – максимальна амплітуда стоячої хвилі, $E_{c.x. \min}$ – мінімальна амплітуда стоячої хвилі, $|\Gamma|$ – модуль коефіцієнту відбиття напруги.

За мінімальним значенням КСХН можна визначати резонансні частоти поглинання, на яких біологічна реакція об'єктів опромінення максимальна.

Результати експериментального дослідження

Враховуючи вище наведене нами проведені експериментальні дослідження ряду насіння злакових культур. Дослідження поглинальної здатності насіння проводилося в діапазоні частот 53...78 ГГц за допомогою вимірювача КСХН і ослаблення Р2-69. Рівень сигналу, що опромінював, складав 0,3...3 мВт.

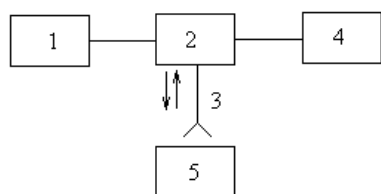


Рис. 1.

До структурної схеми приладу (рис. 1) входять: 1 – генератор, 2 – направлений відгалужувач, 3 – антена, 4 – індикатор, 5 – кювета з насінням. Перед вимірюванням проводилось калібрування по відбиттю від металевої пластини. Вимірювання проведені в діапазоні 53...78 ГГц. Предметом досліджень був набір

насіння соняшника, пшениці, квасолі, гречки, овесу, льону, амаранту, коноплі, бавовнику, рапсу, кунжуту, маку рису, гірчиці. Для порівняння також проводилося опромінення і визначення поглинальної здатності води та тіла людини. В результаті отримано розподіл КСХН у зазначеному діапазоні частот з мінімальним значенням 1,1 і максимальним – 1,7. Найменші значення КСХН визначають частоти, на яких опромінення посівного матеріалу є оптимальним.

Розподіл КСХН насіння амаранту, соняшника, води та БАТ Хе-ГУ приведений відповідно на рис. 2, 3, 4, 5. Для прикладу обране насіння саме таких культур, оскільки амарант має найдрібніші зернини, а соняшник навпаки – найбільш великі. Спектр поглинання води наведено для порівняння; оскільки близько 75% маси живих організмів становить вода, то проводилося дослідження води на поглинання з метою подальшого опромінення організму людини для лікування.

Для зерен амаранту характерними є такі діапазони частот з найбільшим поглинанням: (55,6-56,6) ГГц з найменшим КСХН 1,15, також (64,02-65) ГГц з КСХН 1,2. Для насіння соняшника діапазон частот найкращого поглинання ЕМВ: (55,9-56,4) ГГц з КСХН 1,08 та (64-65) ГГц, для якого КСХН 1,11. Повні результати вимірювання КСХН насіння приведені в табл.1. При цьому $\Delta_{КСХН}$ визначалось як $\Delta_{КСХН} = КСХН_{\max} - КСХН_{\min}$.

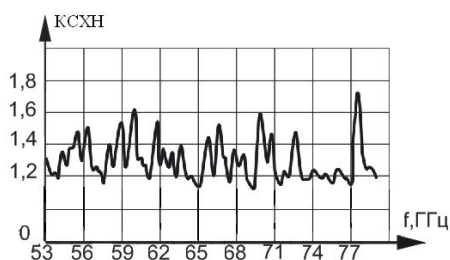


Рис. 2 (амарант)

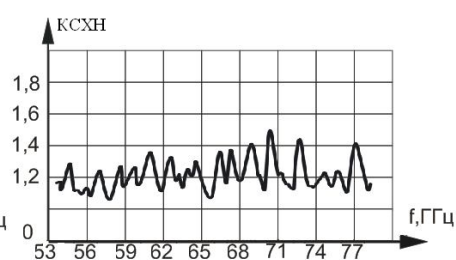


Рис. 3 (соняшник)

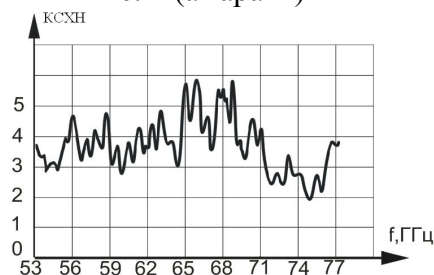


Рис. 4 (вода)

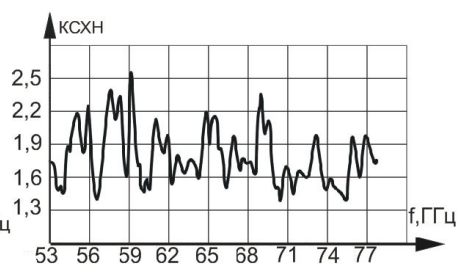


Рис.5 (БАТ Хе-Гу)

Таблиця 1

Назва культури	Максимальний діапазон частот поглинання, ГГц	КСХН			$\Delta_{КСХН}$
		мінім.	середній	максим.	
пшениця	55.9...56.3; 63.8...65.1	1.11	1.25	1.35	0.24
рис	55.9...56.3; 63.8...65.1	1.05	1.23	1.36	0.31
гречка	53.5...54.2; 63.7...65.3	1.1	1.22	1.33	0.23
овес	55.7...56.6; 63.6...65	1.1	1.2	1.37	0.27
мак	56.0...56.6; 63.8...64.9	1.14	1.24	1.4	0.26
соняшник	55.9...56.4; 63.6...65.3	1.08	1.21	1.43	0.35
гірчиця	55.8...56.4; 64...65	1.1	1.2	1.33	0.23
квасоля	55.8...56.4; 64.2...65.1	1.1	1.27	1.32	0.22
амарант	55.6...56.6; 64.02...65	1.1	1.37	1.55	0.45
кунжут	55.9...56.3	1.105	1.21	1.35	0.245
бавовник	56.0...56.6; 64...65	1.11	1.23	1.33	0.22
рапс	53.5...55.1; 63.9...56.4	1.12	1.24	1.37	0.25
конопля	55.8...56.4; 64.3...64.8	1.1	1.22	1.33	0.23
льон	55.9...56.5; 62.05...63	1.115	1.26	1.39	0.275
вода	52.86...54.05; 58.6...60.8	2.5	3.4	5.2	3.4

Спектри поглинання насінням рослин ЕМВ мм-діапазону відкривають можливість ефективною передпосівної обробки насіння, що є підставою для підвищення продуктивності і врожайності сільськогосподарських культур. Причому, для кожної сільськогосподарської культури з метою досягнення максимального біологічного ефекту необхідно вибирати відповідну частоту. Поглинання залежить від вологи насіння, але, як видно із табл.1, зернини мають значно менше значення КСХН в порівнянні з водою, що підтверджує малий відсоток вмісту води. Залежність впливу розміру зерен і їх кольору на рівень електромагнітного поглинання не виявлено.

Отримані результати щодо діапазону поглинання води та БАТ шкіри можуть бути покладені в основу при розробці рекомендацій для викорис-

тання випромінювання мм-діапазону в якості лікувальних процедур і для людського організму. Відзначаються (на рис.5) більш виражені резонансні ефекти при опроміненні БАТ шкіри у порівнянні з водою та насінням, що потребує чіткого визначення цих резонансних частот при проведенні терапевтичних процедур.

Переваги мм-хвиль для впливу на біологічні об'єкти: висока чутливість біооб'єктів до сигналів мм-діапазону і відповідні малі значення потужності для опромінення ($3-10 \text{ мВт/см}^2$), що дозволяє віднести подібні обробки до енергозберігаючих технологій.

Література

1. Frohlich H. Theoretical Physics and Biology // Biological Coherence and Response to External Stimuli/ Ed. by Frohlich H. – New York: Springer-Verlag, 1988.
2. Ситько С.П. Мкртчян Л.Н. Введение в квантовую медицину. К.: Паттерн, 1994.
3. Залюбовская Н.П. К оценке действия микроволн миллиметрового и субмиллиметрового диапазона на различные биологические объекты. Автореф. дис. канд. биол. наук. – Харьков, 1970. – 15 с.
4. Бецкий О.В., Девятков Н.Д. Механизмы взаимодействия электромагнитных волн с биологическими объектами // Радиотехника, 41, №9. – 1996. – С. 4-11.
5. Девятков Н.Д., Голант М.Б. Особенности частотно-зависимых биологических эффектов при воздействии электромагнитных излучений. // Электр. техника. "Электроника СВЧ". – 1982. – Вып. 12 (348). – С. 46-50.
6. Мацibuра А., Яненко А.Ф., Унияка Т.Л. Исследование влияния излучения миллиметрового диапазоне волн на продуктивные и урожайные качества ANETHUM GRAVEOLENS// СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии: материалы 15-ой Междунар. Крым. конф. в 2 т., Севастополь, 12–16 сентября 2005 г. – Т.2 – С. 898–899.
7. Андреев Є.О, Білий М.У, Ситько С.П. Проявлення власних характеристичних частот організму людини. // Доп. АН УРСР. Сер. Б. – 1984. - №10. – с.56-59.
8. Скрипник Ю.А. и др. Микроволновая радиометрия физических и биологических объектов / Под общ. ред. проф. Ю.А. Скрипника. – Житомир: "Вольт", 2003. – 408 с.

Яненко О.П., Мельник Є.Т., Зінченко В.І. Дослідження резонансного поглинання біооб'єктами мм – випромінювання. Приводяться результати досліджень поглинальної здатності насіння злакових рослин, води та шкіри людини в мм-діапазоні хвиль.

Ключові слова: біооб'єкт, поглинання мм-випромінювання біооб'єктом

Яненко А.Ф., Мельник Е.Т., Зинченко В.И. Исследования резонансного поглощения биообъектами мм-излучения. Приводятся результаты исследования поглощающей способности семян злаковых растений, воды и кожи человека в мм-диапазоне волн.

Ключевые слова: биообъект, поглощение мм-излучения биообъектами

Yanenko O.P., Melnik E.T., Zinchenko V.I. Investigation of the resonance absorption of bio-objects mm-radiations. The results of investigation of absorbing capacity of cereals, water and human skin in mm-wave band are presented.

Keywords: bioobject, absorb mm-radiation by bioobject

УДК 621.317

РАДИОМЕТРИЧНИЙ НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ ВИРОБІВ

Куценко В.П., Яненко О.П.

Вироби з діелектричних і композиційних матеріалів широко використовуються в сучасному літакобудуванні, ракетній та космічній техніці. До