

УДК 538.567

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВОДИ, ОПРОМІНЕНОЇ ВКРАЙВИСОКИМИ ЧАСТОТАМИ (ВВЧ), НА ПРОРОСТАННЯ ТА РОЗВИТОК ЗЕРНА ПШЕНИЦІ*Мичковський Ю.Г., к.т.н., доц., Григоренко В.Ю., ас.**Кременчуцький державний політехнічний університет ім. М.В. Остроградського
39614, м. Кременчук, вул. Першотравнева, 20**E-mail: kafea@polytech.poltava.ua*

В данной статье приведены результаты экспериментального исследования влияния воды, облученной миллиметровыми (ММ) волнами низкой интенсивности на злаковые культуры. Объектом анализа выбраны зёрна пшеницы. Исследовался характер их развития, роста и всхожести в зависимости от частоты, мощности, и времени облучения воды, которой производился полив зёрен. Показано, что полив зёрен водой облученной ММ волнами оказывает влияние на их развитие и рост.

Ключевые слова: вода, КВЧ – излучение, биообъекты, информационное влияние, мощность.

In given clause the results of an experimental research of influence of water irradiated are given millimetres (MM) by waves of low intensity on cereal cultures. By object of the analysis are chosen grains of wheat. The character of their development, growth and ascensions was investigated depending on frequency, capacity, and time of an irradiation of water, with which was made having watered grains. Is shown, that having watered grains by water of irradiated MM by waves renders influence on it development and growth.

Key words: water, EHF - radiation, bioobjects, information influence, capacity.

Вступ. Вивчення впливу електромагнітного (ЕМ) випромінювання на поведінку біооб'єктів викликає цікавість у зв'язку з можливістю управління життєвими можливостями організму. Для діагностики та терапії людини достатньо ефективно використовується низькоінтенсивне ЕМ випромінювання ВВЧ – діапазону ($l = 10...1$ мм; $f = 30... 300$ ГГц) [1].

Аналіз попередніх досліджень. Відомо [2], що ділянки клітинних мембран (або водних структур) можуть здійснювати когерентні коливання у діапазоні десятків гігагерц, що відповідає міліметровим (ММ) хвилям ВВЧ – діапазону, та взаємодіяти з електромагнітними хвилями на резонансних частотах води. Згодом було висунуто припущення про інформаційний характер впливу зовнішнього ВВЧ – випромінювання на біологічні та водні структури [3,4] і сформульовано критерії інформаційного характеру взаємодії: рівень щільності потужності опромінювання повинен бути 10 мВт/см² і нижче. При цьому підвищення температури опромінюваного об'єкту складатиме не більше ніж $0,1^{\circ}\text{C}$ [3]. Указується, що у ВВЧ діапазоні відбувається обмін інформацією між живими організмами [1], а синхронізація автоколиваний із зовнішнім електромагнітним сигналом призводить до появи всередині біосистеми інформаційних сигналів, що впливають на регуляторні системи організму [3-5]. Припускають [6], що при впливі інформаційного характеру на резонансній частоті коливань біоструктур міжклітинна та внутріклітинна вода відчуває певні структурні трансформації (конформації), які змінюють її властивості. Зовнішня магнітна або електромагнітна дія зводиться до наведення у водному середовищі або біотканині певної орієнтації

молекулярних структур та підсилення власних ВВЧ радіохвиль. Останнє, як правило, виявляється лише опосередковано через реакції живих організмів або біоструктур.

Результати досліджень [7-9] свідчать, що дія ВВЧ та надвисоких частот (НВЧ) може змінювати посівні якості насіння овочевих та зернових культур, тому що їх кліткові структури ефективно взаємодіють з ЕМ хвилями на резонансних частотах води [10,11]. За експериментальними даними [10,12–15] для води існують частоти, поблизу кожної з яких (50, 65 та 100 ГГц) є два близько розташованих резонансних піка, які належать до двох типів коливань гексагональних кілець води – радіального та поперечного.

Зберігання біологічної активності води після припинення опромінення може свідчити про наявність триваложивучих метастабільних станів рідкої води, що виникають під дією ЕМ опромінення. Тому вода (або водні розчини) після опромінення ММ хвилями здатна зберігати інформацію про факт опромінення [16].

Мета роботи. Дослідити вплив ВВЧ опроміненої води на проростання та розвиток зерен пшениці.

Матеріал і результати дослідження. Величинами, які характеризували реакцію відгуку біологічного об'єкту (зерна пшениці) на вплив ВВЧ опроміненої води, були обрані кількість пророслих зерен та довжина паростків зерен в порівнянні з контрольною партією. Зерна пшениці мали порівняно малу вологість і, відповідно, достатньо малу кількість вільної води. В ході досліджень використовувався генератор ВВЧ випромінювання Г4–142, хвилеводна лінія якого, перетином $3,6 \times 1,8$ мм, була навантажена хвилеводною пірамідалною рупо-

рною антеною. Довжина рупорної антени 35 мм; вихідна апертура 16×12 мм; відстань від рупорної антени до поверхні води 23 мм. При дослідженнях використовувалися частоти у діапазоні 62,7 - 66,4 ГГц. У цьому діапазоні знаходяться частоти резонансної прозорості водного середовища $f_1 = 64,6$ ГГц та $f_2 = 65,7$ ГГц [12]. Потужності на виході антени становили $P_1 = 1 \cdot 10^{-3}$ Вт та $P_2 = 9 \cdot 10^{-3}$ Вт; час експозиції $t = 10 - 15$ хвилин; режим генерації – безперервний. Характер проростання та розвиток зерна досліджувався протягом 21 доби. Повторюваність кожного експерименту – трьохкратна.

Було досліджено 18 партій зерен пшениці одного сорту по 70 зерен в кожній партії. Зерна розміщували в кюветках та поливали щойно опроміненою ЕМ полем водою з різними комбінаціями рівней щільності потужності та частоти. Контролем слу-

гували зерновки, які знаходилися в однакових умовах з експериментальними, але поливалися водою, що не піддавалась електромагнітній обробці. Протягом досліджень вимірювали довжину паростків та фіксували кількість пророслих зерен.

При проведенні експериментів не враховувалися зміни параметрів зовнішнього середовища таких, як температура, вологість, освітлення і т.д., а також пора року проведення експериментів, які оказують вплив на проростання та розвиток зерен. Передбачалося, що зміна таких параметрів подібним чином (однаково) впливає як на дослідні, так і на контрольні партії зерен.

У табл.1 наведені первинні дані експериментів, у яких вода опромінювалася ЕМ полем з нерезонансними частотами ($f = 62,7$ ГГц та $f = 66,4$ ГГц).

Таблиця 1 – Усереднена довжина паростків пшениці (h) та кількість пророслих зерен (k), що поливалися опроміненою (потужність опромінення $P = 1 \cdot 10^{-3}$ Вт, час експозиції $t = 15$ хв.) та неопроміненою водою

Дні опиту	h , мм			k , шт		
	$f_1 = 62,7$ ГГц	$f_2 = 66,4$ ГГц	Контр.	$f_1 = 62,7$ ГГц	$f_2 = 66,4$ ГГц	Контр.
5	2,34	2,19	2,65	29	26	26
8	16,46	15,13	19,28	43	39	57
10	41,51	40,2	48,56	45	40	57
13	73,62	71,29	81,64	47	41	58
17	96,84	96,19	109,93	50	43	58

З табл. 1 видно, що при поливі зерна водою, опроміненою ЕМ полем з вищезначеними параметрами, довжина паростків протягом усього експерименту, а також кількість пророслих зерен, менша, ніж у контрольній партії. При цьому проростання зменшилось на 20 – 30 %, а довжина паростків на 15 – 20 %. Це може свідчити про пригнічуючий вплив опроміненої води на проростання зерен та розвиток ростків.

В табл. 2 у загальному вигляді надано результати впливу частоти та потужності ЕМ опромінення, якими опромінювалася вода, на проростання та розвиток зерна пшениці.

Таблиця 2 – Узагальнені результати розвитку зерен пшениці при поливі водою, опроміненою ЕМ полем з різними параметрами при тривалості опромінення $t = 10$ хв*.

P, Вт	№ опиту	Частота, ГГц					
		$f = 64,6$ ГГц			$f = 65,7$ ГГц		
		1а	1б	1в	2а	2б	2в
$1 \cdot 10^{-3}$	h	+	+	±	+	+	±
	k	+	-	-	+	-	+
$9 \cdot 10^{-3}$	h	±	-	+	+	±	+
	k	+	-	+	-	-	+

* Примітка. Позначення у таблиці: (+) – протягом усього часу експерименту параметр дослідної партії перевищував такий же параметр контрольної партії; (±) – змінювався у процесі експерименту; (-) – був менше, ніж у контрольній партії; (0) – змінювався однаково з контрольною партією.

Як видно з табл. 2, при опроміненні води резонансними частотами ($f = 64,6$ ГГц та $f = 65,7$ ГГц) спостерігалось достатньо стійке збільшення довжини паростків у порівнянні з контрольними партіями, яке для частоти $f = 64,6$ ГГц складало в середньому 5 – 10 %, а для частоти $f = 65,7$ ГГц – 10 – 15 %. Однак, при частоті $f = 64,6$ ГГц кількість пророслих зерен в більшості випадків менше, ніж у контрольних партіях, а для частоти $f = 65,7$ ГГц кількість пророслих зерен у середньому на 10% більше.

При збільшенні потужності опромінювання з $P = 1 \cdot 10^{-3}$ до $P = 9 \cdot 10^{-3}$ Вт кількість пророслих зерен при частоті $f = 65,7$ ГГц у всіх випадках стає меншою, ніж у контрольних партіях, а довжина паростків, хоча і залишається більшою, ніж у контрольних партіях, але це збільшення менше, ніж було при потужності $P = 1 \cdot 10^{-3}$ Вт, і не перевищує 5 %.

З наведених даних можна зробити висновок, що найбільший стимулюючий ефект на розвиток та зростання зерна пшениці справляє вода опромінена частотою $f = 65,7$ ГГц при потужності $P = 1 \cdot 10^{-3}$ Вт.

Різниця результатів для двох резонансних частот може бути пов'язана з фізичною природою цих частот. При нормальних умовах структура води являє собою об'ємну сітку пов'язаних між собою площин з гексагональних кілець, утворених шістьма молекулами води [12,16,17]. Гексагональні кільця мають два види коливань (лібрацій) [12]: радіальні коливання (частота $f = 64,6$ ГГц) та поперечні

коливання вздовж нормалі до площини гексагонального кільця (частота $f = 65,7$ ГГц).

Збільшення часу опромінення з $t = 10$ хв. до $t = 15$ хв. при інших рівних умовах призведе до зменшення висоти паростків (табл. 3).

Таблиця 3 – Вплив часу опромінення на довжину та проростання зерна пшениці при частоті $f = 64,6$ ГГц та потужності $P = 1 \cdot 10^{-3}$ Вт.

Т, хв.	10			15		
№ опиту	1а	1б	1в	2а	2б	2в
h	+	+	±	±	+	-
k	+	-	-	+	-	0

Вплив часу опромінення на проростання зерна виявляється у меншому порядку, що, мабуть, пов'язано з порівняно низьким загальним проростанням для даної частоти.

Висновки. На основі приведенного матеріалу можна зробити наступні висновки:

1. Вплив ЕМ опромінення ВВЧ – діапазону на воду, що використовується для поливу, здійснює помітний вплив на проростання та розвиток зерна пшениці. Знак ефекту (стимулювання або пригнічення) в першу чергу визначається частотою ЕМ опромінення, а також його потужністю.

2. При впливі на воду ЕМ опроміненням з резонансними частотами ($f = 64,6$ ГГц та $f = 65,7$ ГГц) спостерігається ефект стимуляції проростання зерна та подальшого розвитку паростків пшениці. Найбільш сильно він проявляється при частоті ЕМ опромінення $f = 65,7$ ГГц та потужності $P = 1 \cdot 10^{-3}$ Вт: проростання збільшується до 10 % у порівнянні з контрольними партіями, а довжина паростків на 10 – 15%. Різниця результатів для двох резонансних частот може бути пов'язана з фізичною природою цих частот.

3. Опромінення води ЕМ полем з нерезонансними частотами призведе до стійкого зменшення як кількості пророслих зерен (до 20 – 30 %), так і довжини паростків (до 15 – 20%).

4. Збільшення часу опромінення води ЕМ полем з $t = 10$ хв. до $t = 15$ хв. при частоті $f = 64,6$ ГГц та потужності $P = 1 \cdot 10^{-3}$ Вт призведе до зменшення довжини паростків пшениці.

БІБЛІОГРАФІЧНІ ДАНІ

1. Бецкий О.В., Девятков Н.Д., Кислов В.В. Миллиметровые волны низкой интенсивности в биологии и медицине. Вопросы физической метрологии. // Вестник Поволжского отделения метрологической академии России. – 1999. – вып. 1.

2. Frohlich H. Bose condensation strongly excited longitudinal electric modes. – Phys. Lett, vol. 26 A, 1968, p. 402.

3. Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. - М.: Радио и связь, 1991. – 168 с.

4. Бинги В.Н. Магнитобиология: эксперименты и модели. М.: МИЛТА. 2002. – 592 с.

5. Ляпина Е.П., Чесноков И.А., Елисеев Ю.Ю. и др. Некоторые вопросы взаимодействия электромаг-

нитного излучения крайне высокочастотного диапазона и гомеопатических лекарственных средств с биосистемами. // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2004. - №11. – С.65 – 76.

6. Pethig R., Kell D. The passive electrical properties of biological systems: their significance in physiology, biophysics and biotechnology. Phys. Med. Biol., 1987, v. 32, № 8, С. 933 – 970.

7. Тучин С.В., Петросян В.И., Сеницын Н.И. и др. Влияние резонансного КВЧ излучения на ростовые характеристики проса посевного. // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2002. - №1. – С.74 – 75.

8. Шеин А.Г., Никулин Р.Н. Выбор критериев по степени воздействия электромагнитного излучения на биологические объекты. // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2001. - №4. – С.19 – 32.

9. Шеин А.Г., Перченко О.В., Трифоненко А.А., Кривонос Н. В. Исследование влияния СВЧ излучения низкой интенсивности на злаки. // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2001. - №4. – С.14 – 18.

10. Сеницын Н.И., Петросян В.И., Елкин В.А. Особая роль системы «ММ–волны – водная среда» в природе. // Научные технологии. – 2001. – Т.2, №2.

11. Шуб Т.М., Петросян В.И., Сеницын Н.И. Собственные электромагнитные излучения микроорганизмов. // Биомедицинская радиоэлектроника. - 2000. - №2. – С.29 – 36.

12. Петросян В.И., Сеницын Н.И., Елкин В.А. и др. Проблемы косвенного и прямого наблюдения резонансной прозрачности водных сред в миллиметровом диапазоне. // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2000. - №1. – С.34 – 40.

13. Петросян В.И., Сеницын Н.И., Елкин В.А. и др. Вода, парадоксы и величие малых величин. // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2000. - №2. – С.4 – 9.

14. Петросян В.И., Гуляев Ю.В., Житенева Э.А. Взаимодействие физических и биологических объектов с электромагнитным излучением КВЧ диапазона. // Радиотехника и электроника. – 1995. – Т.40, вып. 1.

15. Петросян В.И., Житенева Э.А., Гуляев Ю.В. и др. Физика взаимодействия ММ – волн с объектами различной природы. // Биомедицинская радиоэлектроника. – 1996. - №3. – С.31 – 37.

16. Габуда С.П. Связанная вода. Факты и гипотезы. – Новосибирск: Наука, 1982.

17. Петросян В.И., Сеницын Н.И., Елкин В.А. и др. Роль резонансных молекулярно – волновых процессов в природе и их использование для контроля и коррекции состояния экологических систем. // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2001. - №5-6. – С. 62 – 129.

Стаття надійшла 07.05.2007 р.
Рекомендовано до друку к.т.н., доц.
Мосьпаном В.О.