



УДК 631.371

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ БІООБ'ЄКТІВ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ТА МЕДИЦИНИ

Борохов І. В., к.т.н.,

Федюшко Ю. М., д.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Хандола Ю.М., к.т.н.

Харківський національний технічний університет ім. П Василенка

Тел.: (0619)42-11-74

Анотація – стаття присвячена аналізу особливостей діелектричних властивостей біооб'єктів та аналізу сфери використання електромагнітних технологій. Визначено перспективи застосування діелектричних параметрів біооб'єктів в технологічних процесах сільського господарства та медицини.

Ключові слова – біологічний об'єкт, діелектрична проникність, діелектричні властивості, електромагнітні технології.

Постановка проблеми. Сучасні дослідження щодо впливу електромагнітних хвиль на різні біологічні об'єкти, дозволяють говорити про застосування ЕМП як про екологічно чисту технологію для стимуляції виходу біомаси, прискорення зростання рослин і т.п. Розроблені апарати мають переваги: низьке енергоспоживання, мала вага і габарити, простота експлуатації, придатність для багатоцільового використання, швидка окупність затрат на придбання апаратури [2, 3, 9].

Для створення перспективних інформаційних електромагнітних технологій в сільському господарстві та медицині необхідно створення бази даних про діелектричну проникність біологічних об'єктів на різних рівнях їх організації: мікро-, макро- і нанорівнях [1-5].

Аналіз попередніх досліджень. Тривалий час електромагнітні технології використовуються для вирішення задач у біології та медицині, в тому числі і у сільському господарстві, однак проаналізовані публікації стосуються або одного типу біологічних об'єктів, або переліку діелектричних властивостей біологічних тканин, тобто відомості про діелектричну проникність розрізнені і досліджені тільки в вузьких ча-

стотних діапазонах. Виходячи з цього створення бази даних про діелектричну проникність біооб'єктів є досить актуальною [1...9].

Формулювання цілей статті. Метою статті є ґрунтовний аналіз області використання та визначення особливостей діелектричних параметрів біооб'єктів та подальшої апаратної реалізації комплексу електрообладнання по їх дослідженню.

Основна частина. Діелектричні властивості біооб'єктів визначаються присутністю в їх складі води та розчинених у ній макромолекул, та компартименталізацією клітинних і макроскопічних структур.

Компартименталізація сприяє оптимальному протіканню біохімічних реакцій, але, з іншого боку, призводить до того, що біооб'єкти набувають сегнетоелектричні властивості. Внаслідок наявності заряджених компартиментів, біооб'єкти володіють високим значенням ϵ , особливо на низьких частотах (НЧ). Заряджені шари поведуться в зовнішньому полі як домени з високим значенням електричного дипольного моменту і низькою характеристичною частотою релаксації f_x . Стосовно до диполя f_x , що відповідає максимальній частоті зовнішнього ЕМП, яку вони здатні відтворювати своїм поворотом в ньому. В результаті подібних поворотів досягається висока ступінь екранування зовнішнього ЕМП. Діапазон частот f_x для різних внутрішньоклітинних компартиментів простягається від долів герца до 1^{10} кГц [1].

На межі розділу електроліту і білкового матриксу біотканин утворюється подвійний електричний шар з великим значенням електричного дипольного моменту. Характерний розмір розділених зарядів в діелектрику істотно більше, ніж в електроліті. Наявність регулярно розташованих меж розділу призводить до того, що в межах тканини виникає макроскопічний дипольний момент (рис.1). Зліва електроліт, праворуч білковий матрикс, стрілки вказують напрямок переходу електронів, L - характерна довжина еквівалентного диполя p [2].

На більш високих частотах діелектричні властивості визначаються полярними макромолекулами, зосередженими як всередині і позаклітинній рідині, так і в подвійному шарі мембрани клітин.

У різних білкових молекул f_x охоплює діапазон від 10 кГц до 100 МГц і залежить від розмірів молекули та в'язкості середовища, що описується виразом для оцінки характеристичної f_x в рідких середовищах заповнених диполями [1, 2]

$$f_x = \frac{kT}{8\pi^2 \eta r^2}$$

де r - характерний розмір диполів;

η - в'язкість середовища;

T - температура.

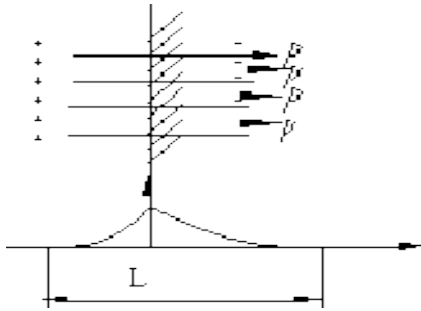


Рис. 1. Виникнення дипольної структури на межі розділу.

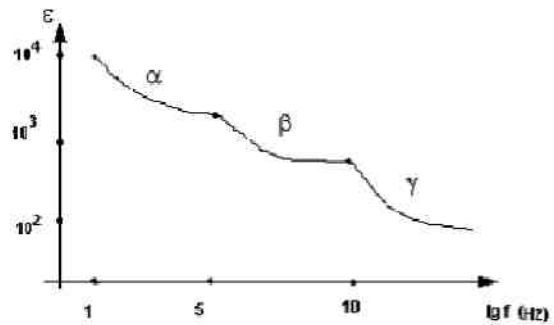


Рис. 2. Дисперсія діелектричної проникності м'яза.

Таким чином частота релаксації однієї і тієї ж молекули в цитоплазмі і в плазмі крові відрізняються, тому і в'язкості різні. При використанні НВЧ основний вплив на діелектричні властивості вносить вода, частота релаксації якої становить 20 ГГц. Саме у воді відбуваються основні діелектричні втрати при дії НВЧ випромінювання (f_x води потрапляє в діапазон сантиметрових хвиль). Всі ці явища призводять до дисперсії - залежності діелектричної проникності від частоти. Типовий вид дисперсії наведено на рис. 2 [5].

Для біооб'єктів виділяють три частотні області дисперсії:

- α -дисперсія: її діапазон простирається до ~ 10 кГц. Ця область зумовлена наявністю клітинних компартментів, релаксацією зарядів на неоднорідностях;

- β -дисперсія ($10^4 \dots 10^8$ Гц): обумовлена релаксацією макромолекул (як правило, білків);

- γ -дисперсія: обумовлена релаксацією молекул води і простягається до та понад 10^8 Гц;

Дані численних досліджень дозволяють припустити, що вибором робочих частот, щільності потоку потужності, модуляційних параметрів ЕМП і значення діелектричної проникності органів і тканин можна досягти сприятливого впливу на процес лікування багатьох хвороб.

Останнім часом, у зв'язку з дефіцитом продовольчих запасів у світовій економіці, велика увага приділяється проблемі контролю якості сільськогосподарської продукції на всіх етапах життєвого циклу: виробництва, зберігання, переробки, споживання. Наприклад, НВЧ контроль параметрів молока, гідратаційна здатність криоконсервантів, оцінка морозостійкості рослин. Але всі вони складні, а деякі вимагають навіть спеціальної попередньої підготовки проби [3, 6].

Питання оптимального застосування електромагнітної енергії в сільськогосподарському виробництві пов'язані, перш за все, з вивчен-

ням діелектричних властивостей біологічних об'єктів. Вивчення діелектричних властивостей насіння і ґрунту в залежності від температури, вологості дозволить визначити режими обробки ґрунту, глибину загортання насіння, оптимальні параметри ЕМП при обробці насіння. Так наприклад, радіохвильовий метод на основі аналізу діелектричних параметрів може замінити численні непрямі методи вимірювання багатоконпонентних сумішей.

При вирішенні завдань, пов'язаних з низькотемпературним консервуванням та тривалим зберіганням біологічних об'єктів: сперми сільськогосподарських тварин, крові, кісткового мозку - особливі вимоги висуваються до контролю властивостей консерваційного середовища (водних розчинів органічних сполук).

Існуючі засоби контролю гідратації рідин володіють недостатньою точністю і чутливістю вимірів в такому широкому діапазоні фізико-хімічних властивостей, якими характеризуються консервуючі розчини.

Зазначені недоліки, властиві існуючим засобам контролю гідратації рідин, можна усунути при застосуванні радіохвильових методів вимірювання вмісту вологи в рідинах в КВЧ діапазоні довжин хвиль.

Висновки. З проведеного аналізу випливає, що для ефективного застосування ЕМП у сільському господарстві, харчовій та переробній промисловості, а також для контролю якості та зберігання сільськогосподарської продукції, актуальним є створення інформаційно-вимірювальних систем для відтворення, зберігання і передавання розмірів одиниць комплексної діелектричної проникності біооб'єктів в діапазоні частот 0 ... 300 ГГц з похибкою вимірювання 1,5 ... 1,7%.

Література.

1. Бессонов А. Е. Информационная медицина / А. Бессонов, Е. Калмыкова. – М.: Парус, 2003. – 656 с.
2. Каменская М. А. Информационная медицина / Каменская М. А. – М.: Академия, 2006. – 386 с.
3. Применение энергии высоких и сверхвысоких частот в технологических процессах сельскохозяйственного производства. Сборник научных трудов. – Челябинск: ЧИМЭСХ, 1983. – 94 с.
4. Жмакин А. И. Физические основы криобиологии. / А. И. Жмакин // Успехи физических наук. – 2008. – №3. – С. 243 – 266.
5. Щеголева Т. Ю. Исследование диэлектрических характеристик биообъектов / Т. Ю. Щеголева. – К.: Наукова думка, 2006. – 285 с.
6. Окресс Э. СВЧ энергетика / Под ред. Э. Окресса. – М.: Мир, 1971. – Т. 2. – 272 с.

7. Брандт А. А. Исследование диэлектриков на сверхвысоких частотах. А. А. Брандт. – М.: Энергия, 1964. – 263 с.
8. Завьялов А.С. Измерение параметров материалов на СВЧ / А.С. Завьялов. – Томск.: Издательство Томского университета, 1985. - 215 с.
9. Андриянов А.В. Радиоимпульсный рефлектометр наносекундного диапазона / Андриянов А.В., Булатов Е.И., Введенский Ю. В. // Приборы и техника эксперимента. - 1977. – № 2. – С. 141 – 154.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БИООБЪЕКТОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И МЕДИЦИНЫ

Борохов И.В., Федюшко Ю.М., Хандола Ю.Н.

Аннотация – статья посвящена анализу особенностей диэлектрических свойств биобъектов и анализу сферы использования электромагнитных технологий. Определены перспективы применения диэлектрических параметров биобъектов в технологических процессах сельского хозяйства и медицины.

FUTURE USE DIELECTRIC PARAMETERS OF BIOLOGICAL OBJECTS IN TECHNOLOGICAL PROCESSES AGRICULTURE AND MEDICINE

I. Borochoy, U. Fediushko, Y. Khandola

Summary

The article analyzes the characteristics of the dielectric properties of biological objects and analyzing field using electromagnetic technology. Prospects use of dielectric parameters of biological objects in technological processes of agriculture and medicine.