

УДК 614.89:537.868

Ю. Н. Федюшко, д-р техн. наук, профессор

Таврийский государственный аграрнотехнологический университет, г. Мелитополь

Л. Н. Михайлова, канд. техн. наук, ст. преподаватель

Подольский государственный аграрно-технический университет, г. Каменец-Подольский

## ДИЭЛЕКОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

*Проведены анализ использования диэлектрического метода в процессах определения диэлектрической проницаемости биологических объектов.*

*Проведено анализ використання діелектричного методу в процесах визначення діелектричної проникності біологічних об'єктів.*

### Введение

При исследовании состояния биологических объектов, находящихся под воздействием различных физических факторов, немаловажное значение имеет выбор метода для контроля состояния биологических объектов в данное время. Взаимодействие физических факторов с биологическими системами связано с их физическими и химическими изменениями [1].

Под этими изменениями следует понимать: нагрев биообъектов, разрыв химических связей, изменение окраски, изменение электрофизических свойств, биологическую реакцию на воздействие.

Таким образом, для измерения параметров биологических объектов можно применять следующие методы: световые, теплофизические, электрофизические, физико-химические. Из многочисленных методов измерения параметров биологических объектов внимания заслуживают диэлькометрические методы.

**Цель исследований:** состоит в определении возможных механизмов воздействия ультразвуковых волн с целью оптимизации условий низкотемпературного консервирования биологических.

### Основные материалы исследования

Диэлькометрия биологических объектов связана с исследованиями: диэлектрической проницаемости разбавленных гетерогенных систем с учетом влияния формы частиц, неоднородностей включений; концентрированных систем с учетом влияния структуры, взаимной поляризации включений (слоистая модель, модель сферических включений); времен релаксации гетерогенных систем, учитывающих критические частоты, релаксацию свободных и связанных зарядов проводящих релаксирующих частиц. Изучаются также системы релаксирующих проводящих частиц в изолирующей среде, поверхности раздела, пленочные эффекты, капиллярно-пористые системы, рассматривается двойной электрический слой [2].

Измерения диэлектрических характеристик биополимеров в широком частотном диапазоне позволили выявить многие физические параметры макромолекул и их фрагментов [3]: распределение зарядов на поверхности макромолекул, поляризацию и характеристики их ионного окружения в растворе, измерить дипольные моменты аминокислот и пептидов, выделить области дисперсии практически для всех компонентов растворов биополимеров и надмолекулярных комплексов.

КВЧ-диэлькометрия была использована для определения гидратации макромолекул белков и нуклеиновых кислот. Методом диэлькометрии на влажных образцах лизоцима была доказана гетерогенность гидратного окружения и определено время релаксации связанной квазисвязанной воды [4].

В ряде работ отмечены большие возможности диэлектрометрии для анализа молекуляр-

ных механизмов взаимодействия биополимеров [5].

Для крови и спермы животных методом диэлектрметрии были установлены различные характеристики заряженной поверхности, объем и толщина оболочки. Для спермы быка была определена зона дисперсии диэлектрической проницаемости и время релаксации  $2,6 \cdot 10^6$  мин, емкость мембраны  $0,668 \cdot 10^{-6}$  пФ/см<sup>2</sup> и ее толщина – 37 А [54–56].

По изменению диэлектрической проницаемости был рассмотрен переход от макромолекул к надмолекулярным системам и к макромолекулярным комплексам в функционально-активных клетках.

На примере аденилатциклазной системы изучен ряд молекулярных механизмов трансмембранной передачи сигнала, показаны широкие возможности методического подхода для анализа систем управления клеткой [6].

Изучение ДП веществ в зависимости от температуры, частоты, влажности, давления, ядерного излучения, газовой среды и т. д. дает информацию о структуре вещества, типах поляризации и видах потерь, размерах молекул и атомов, о резонансных частотах собственных колебаний. С изучением ДП связаны современные методы физико-химических исследований: контроль чистоты непроводящих жидкостей, анализ бинарных и многокомпонентных смесей [7]; измерение влажности сельскохозяйственных культур и процесс определения электрофизических параметров почвы. По величине газа можно судить о дыхании семян и растений, некоторых видов микроорганизмов, о состоянии биологических материалов в процессе низкотемпературного консервирования.

Применение методов исследования ДП к биологическим объектам дает одну из возможностей изучения особенностей структуры биологических систем и их состава, некоторых характеристик воды, связанной с молекулами клетки, открывает возможности изучения биологических мембранных систем, по величине ДП крови можно судить о различных патологических изменениях в организме животных и человека.

В процессах управления клеткой физическими полями существенную роль играет динамика всех структурных элементов системы, поэтому большое значение имеет ее водный компонент [2].

Очевидно, что при любом элементарном акте связывания изменяется гидратное окружение взаимодействующих систем [3].

При исследовании управляющего воздействия физических факторов на процессы в биологических объектах необходимо знать, каким образом структурная организация белков и нуклеиновых кислот определяет гидратное окружение макромолекул и какова роль воды, встроенной в их структуру.

Биологическая активность макромолекул, а также белково-липидных и нуклеиново-белковых комплексов определяется их химической и пространственной структурой, ее динамическими возможностями, при этом в ряде случаев очень небольшие конформационные переходы, под действием физических факторов, играют ключевую роль в механизмах биологического действия макромолекул.

Функционирование биологических объектов на всех уровнях организации должно сопровождаться изменением их гидратного окружения, освобождением или дополнительным связыванием молекул воды из одного типа симметрии решетки глобулы в другой [6].

Учитывая управляющую роль воды в биологических системах, можно ожидать, что регуляция функций клеток должна сопровождаться конформационными изменениями как транспортных систем, так и макромолекулярных комплексов клетки и приводит к значительным изменениям диэлектрической проницаемости [8].

Определение электрофизических параметров сред является одним из важных направлений современной радиофизики, радиотехники, медицины, биологии и других отраслей науки и промышленности. Создание приборов, работающих в СВЧ и КВЧ-диапазонах, способных

определять, контролировать и по данным наблюдений автоматически принимать решения относительно состояния физического объекта или окружающей среды, является основной тенденцией современного приборостроения. Это связано и с разработкой новых методов определения диэлектрической проницаемости (ДП) микрообъектов животноводства. Для измерения ДП наиболее точными являются резонансные методы с использованием объёмных, открытых и диэлектрических резонаторов. Теоретические основы методов измерений значений ДП с использованием резонаторов отображены в работах. Экспериментальные измерения ДП веществ с малыми и большими потерями с применением резонансного метода приведены в работах. Резонансный метод измерения ДП основан на измерении смещения частоты генератора при внесении в объём измерительного резонатора исследуемого объекта. Проведенный анализ работ показал, что точность измерений ДП зависит от стабильности частоты генератора и добротности измерительного резонатора.

### Выводы

Использование метода диелектрометрии дает возможность подойти к исследованию проблемы по повышению жизнеспособности спермиев животных при их криообработке с помощью акустического поля.

### Список литературы

1. Бессонов А. Е. Информационная медицина / А. Е. Бессонов, Е. Калмыкова. – М.: Парус, 2003. – 656 с.
2. Челидзе Т. Л. Электрическая спектроскопия гетерогенных систем / Челидзе Т. Л., Деревянко А. И., Куриленко О. Д. – Киев: Наук, думка, 1965. – 702 с.
3. Pethig R. Some dielectric and electronic properties of biomacromolecules / Pethig R. Dielectric and Related Molec. Processes, 1977. – 3. – P. 219–252.
4. Harvey S. R. The state of surface bound water on lysozyme / Harvey S. R. Doct. diss., Dartmouth college. – Hanover New Hampshire, 1971. – 124 p
5. Vogelhut P. O. Use of microwave techniques for the determination of bound water / Vogelhut P. O. – Nature, 1964. – 203. – P. 1169–1170.
6. Libmrid L. E. GTP, Na-modulate receptor-adrenilalaysese coupling and receptor-mediated functions / Libmrid L. E. – Amer. J. Physiol., 1984. – 247. – N 1, Pt. 1. – P. E59–E68.
7. Шахпаронов М. И. Методы исследования теплового движения молекул и строение жидкости / Шахпаронов М. И. – М.: Изд-во МГУ, 1963. – 323 с
8. Schramm M., Rodbell H. Persistent Active of the Adenylate Cyclase System Produced by the Combined Actiones of Isoproterenol and Guanylyl Imododiphosphate in Frog Erythrocyte Membranes / J. Biol Chem., 1975. – 250. – P. 2232–2238

## DIELCOMETER METHOD OF CONTROL OF THE STATE OF BIOLOGICAL OBJECTS

Ju. N. FEDUSHKO, Dr. Scie. Tech., Pf.  
L. N. MIHAILOVA, Cand. Tech. Scie.

*Conducted analysis of the use of dielectric method in the processes of determination of inductivity of biological objects.*

Поступила в редакцию 27.02 2010 г.