

УДК 57.083.3:537.874

А.В. Шерстюк

Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства имени Петра Василенко, Харьков

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАТИВНОСТИ ИММУНИТЕТА ЖИВОТНЫХ

В статье рассматриваются подходы к определению электрофизических показателей состояния иммунитета животных.

Ключевые слова: иммунный статус, диэлектрическая проницаемость, дисперсия, концентрация белка.

Введение

При использовании КВЧ-излучения в качестве иммуномодулирующего средства для биологических объектов возникает необходимость оценки эффективности его применения.

Одним из наиболее распространенных показателей состояния иммунитета является иммунограмма – анализ крови, в котором исследуются компоненты иммунной системы. В нем учитывается количество клеток (субпопуляционный состав лимфоцитов по 7 показателям), их процентное соотношение и функциональная активность, а также концентрация иммуноглобулинов основных классов (А, G, М), общий анализ крови. Биохимический анализ достаточно информативен, но достаточно продолжителен по времени.

Кроме того, не у всех видов животных достаточно полно изучены биохимические показатели. Поэтому весьма актуальной является задача определения электрофизических показателей состояния иммунитета животных.

Анализ литературы [1, 2] показал, что потере факторов иммунной защиты сопутствует зачастую значительная потеря крови и растворенных в ней белков, часть из которых является иммуноглобулинами и другими компонентами иммунной системы. Известно, что выявление содержания общего белка в ряде подобных случаев может быть очень информативным [2].

Цель статьи – обоснование подходов к определению электрофизических показателей состояния иммунитета животных.

Основной раздел

Количество лейкоцитов, эритроцитов и гемоглобина у больных телят выше, чем у здоровых, но при этом насыщенность эритроцитов гемоглобином более низкая у больных. Данные, приведенные в табл. 1 [6], показывают, что в сыворотке крови больных телят значительно снижено содержание общего белка.

На основе анализа работ по исследованию диэлектрической проницаемости крови биологических объектов [3, 4], оценим возможность диагностики отклонения от нормы иммунного статуса телят на основе относительного показателя изменения диэлектрической проницаемости крови.

Таблица 1

Средние показатели основных параметров периферической крови здоровых и больных острыми кишечными заболеваниями (ОКЗ) телят

Показатели	Здоровые	Больные
Гемоглобин, г/мкл	9,82±1,9	10,25±0,9
Эритроциты, млн/мкл	7,0±0,3	8,1±0,3
Содержание гемоглобина в эритроцитах, пг	14,1±0,08	13,1±0,03
Лейкоциты, тыс./мкл	7,25±0,55	9,47±1,42
Общий белок, г/л	66,4±9,9	52,9±10,1

На основе анализа работ по исследованию диэлектрической проницаемости крови биологических объектов [3, 4], оценим возможность диагностики отклонения от нормы иммунного статуса телят на основе относительного показателя изменения диэлектрической проницаемости крови.

Оценку выполним на основе модели крови как водного раствора общего белка с переменной диэлектрической проницаемостью.

Из [4, 5] известно, что дисперсия диэлектрической проницаемости крови в достаточно широком диапазоне частот представлена зависимостью, показанной на рис. 1.

Диэлектрическая проницаемость белка при частотах от 400 МГц до 4,5 ГГц равна примерно 4 ... 2, а диэлектрическая проницаемость воды определяется значением 74,5... 71,5 в этом же диапазоне частот [3].

Для оценки вклада вариации содержания общего белка в крови в изменение показателя диэлектри-

ческой проницаемости используем предлагаемую модель. В работе [3] исследованы электрические свойства биополимеров, в частности, растворы белков.

Измерялась диэлектрическая проницаемость раствора в СВЧ, КВЧ-диапазонах.

Для обработки результатов использовалось соотношение:

$$\varepsilon - \varepsilon_B = \frac{\beta \cdot p}{1 - p} (\varepsilon_0 - \varepsilon_B), \quad (1)$$

где ε – проницаемость раствора;

ε_B – проницаемость чистой воды;

ε_0 – проницаемость чистого белка;

p – объемная доля белка в растворе;

β – коэффициент, близкий к 3/2, точное значение которого зависит от формы белковой молекулы.

Введем обозначения для диэлектрической проницаемости крови здоровых телят ε_3 , крови больных телят – ε_6 . Соотношение (1) перепишем для ε здоровых и больных телят, временно обозначив сомножитель $\varepsilon_0 - \varepsilon_B = k$, и содержание белка в растворе для здоровых телят p_3 , для больных телят – p_6 :

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_B + \frac{\beta \cdot p_3}{1 - p_3} k, \quad (2)$$

$$\varepsilon_6 = \varepsilon_B + \frac{\beta \cdot p_6}{1 - p_6} k. \quad (3)$$

Диэлектрическая проницаемость

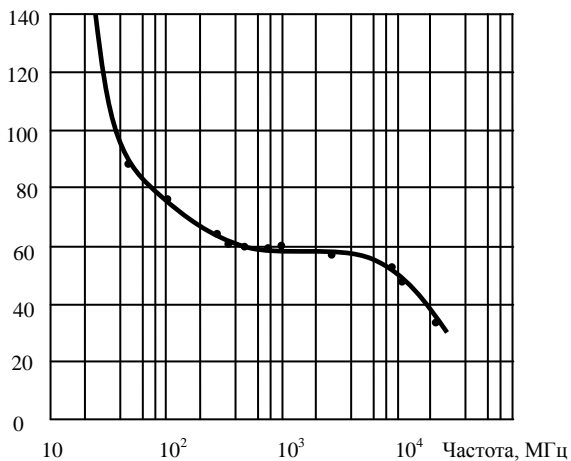


Рис. 1. Дисперсия диэлектрической проницаемости в диапазоне частот [4]

Оценку относительного изменения показателя диэлектрической проницаемости водного раствора белка (в %) от вариации концентрации белка в растворе произведем, используя известное соотношение:

$$\delta = \left| \frac{\varepsilon_3 - \varepsilon_6}{\varepsilon_3} \right| \cdot 100 \%$$

После подстановки получим:

$$\delta = \frac{\frac{\beta p_3}{1 - p_3} - \frac{\beta p_6}{1 - p_6}}{\frac{\beta p_3}{1 - p_3} + \frac{\varepsilon_B}{k}} \cdot 100 \%. \quad (4)$$

Анализ выражения (4) показывает, что значение показателя δ зависит от разности параметров $\Delta p = p_3 - p_6$, а значение слагаемого $\frac{\varepsilon_B}{k}$ близко к 1. Из выражения видно, что δ будет линейно возрастать с увеличением разности.

Для оценки влияния разности содержания общего белка на показатель δ приведем график зависимости $\delta(p)$, зафиксировав значение p_3 на уровне среднего значения 0,0714, и изменяя p_6 от 0,0529 до 0,063.

Анализ данных графиков (рис. 2, 3) показывает, что с уменьшением разности показатель δ снижается с 2,66% до 1,21%.

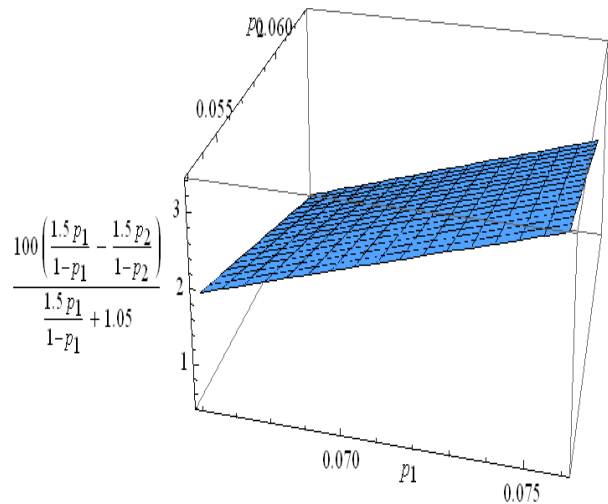


Рис. 2. Зависимость δ от значений p_1 и p_2

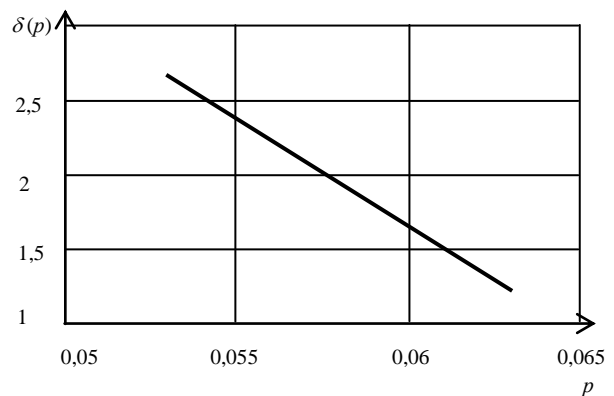


Рис. 3. Зависимость показателя δ от разности Δp

Оценим влияние слагаемого ε_B/k в соотношении (4) на результат определения показателя δ .

В отличие от водного раствора белка кровь обладает более выраженными диспергирующими свойствами, поэтому оценим, насколько изменится показатель δ в зависимости от изменения диэлектрической проницаемости крови вследствие дисперсии $\varepsilon_{кр}(f)$ от 78 до 53 (рис. 1) при $\varepsilon_0 \approx 3$ в диапазоне частот (от 400 МГц до 4,5 ГГц).

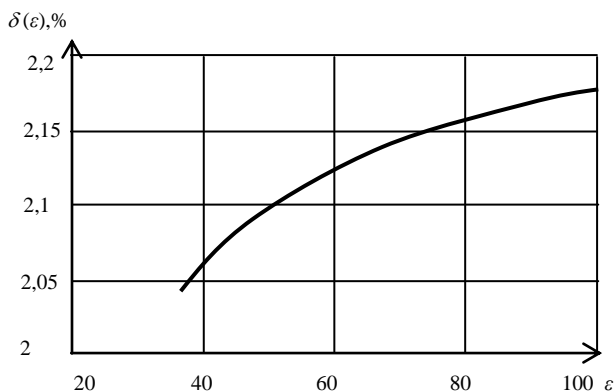


Рис. 4. Зависимость относительного изменения показателя $\delta(\varepsilon), \%$ крови телят от вариации ε , обусловленной дисперсией

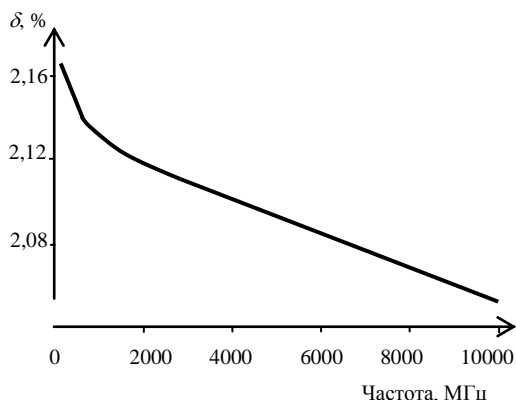


Рис. 5. Зависимость относительного изменения показателя $\delta(\varepsilon), \%$ от частоты, МГц

Анализ зависимостей на рис. 4, 5 показал, что изменение δ несущественно в указанном диапазоне изменения $\varepsilon_{кр}(f) = 78...53$ (диапазон частот $10^2...10^4$ МГц).

Выводы

Данные соотношения (4) позволяют сделать вывод о достаточно существенном отклике показателя изменения диэлектрической проницаемости крови телят в широком диапазоне частот от изменения количества белков в ее составе, что может быть использовано для построения систем экспресс-диагностики состояния иммунитета животных.

Список литературы

1. Кирзон С.С. Клиническая иммунология и аллергология / С.С. Кирзон. – М.: Медицина, 1990. – 435 с.
2. Карпенко Л.Ю. Некоторые биохимические и иммунологические показатели крови кошек / Л.Ю. Карпенко, В.В. Тиханин. Уральская ассоциация практикующих врачей Ветдоктор. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: http://vet.webservis.ru/doc.vet/vet_doc/3-99/399039.html.
3. Седунов Б.И. Диэлектрическая проницаемость биологических объектов / Б.И. Седунов, Д.А. Франк-Каменецкий // Успехи физических наук. – 1963. – Т. LXXIX, Вып. 4. – С. 617-639.
4. Пресман А.С. Действие микроволн на живые организмы и биологические структуры / А.С. Пресман // Успехи физических наук. – 1965. – Т. 86, Вып. 2. – С. 263-299.
5. Финкельштейн А.В. Введение в физику белка. Курс лекций / А.В. Финкельштейн. – 2000. – 270 с.
6. Логинов С.И. Иммуные комплексы у животных и человека: норма и патология / С.И. Логинов, П.Н. Смирнов, А.Н. Трунов. – РАСХН, Сиб. отдел. ИЭВС и ДВ. – Новосибирск, 1999. – 144 с.

Поступила в редколлегию 13.08.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.Д.Черенков, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, Харьков.

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВАРІАТИВНОСТІ ІМУНІТЕТУ ТВАРИН

О.В. Шерстюк

У статті розглядаються підходи до визначення електрофізичних показників стану імунітету тварин.

Ключові слова: імунітет статус, діелектрична проникність, дисперсія, концентрація білка.

GROUND OF APPROACH TO CHOICE OF ELECTRIC AND PHYSICAL PARAMETERS OF VARIETY OF VARIANTS OF IMMUNITY OF ANIMALS

A.V. Sherstyuk

The approaches to determination of electric and physical parameters of the state of immunity of animals are examined in the article.

Keywords: immune status, inductivity, dispersion, concentration of albumen.