

УДК 618.11:636.22/28

*У даній статті представлені та проаналізовані результати ультразвукових досліджень гонад (яєчників) корів в нормі і при патології. Були отримані наступні параметри органів: ширина, довжина, наявність фолікулів, щільність. За отриманими даними для діагностики патології гонад і поділу їх за ознаками на окремі групи застосовано метод дискримінантного аналізу*

*Ключові слова: репродуктивна функція, захворювання гонад, ультразвукові методи діагностики, дискримінантний аналіз*

*В данной статье представлены и проанализированы результаты ультразвуковых исследований гонад (яичников) коров в норме и при патологии. Были получены следующие параметры органов: ширина, длина, наличие фолликулов, плотность. По полученным данным для диагностики патологии гонад и разделения их по признакам на отдельные группы применен метод дискриминантного анализа*

*Ключевые слова: репродуктивная функция, заболевания гонад, ультразвуковые методы диагностики, дискриминантный анализ*

# СПОСОБ ВИТАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ГОНАД КОРОВ МЕТОДОМ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА

**Т. А. Утицкий**

Аспирант\*

E-mail: tanyakarpenko1984@mail.ru

**О. Г. Аврунин**

Доктор технических наук, профессор\*

E-mail: gavrun@list.ru

\*Кафедра биомедицинской инженерии

Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 61166

**О. М. Гетманец**

Кандидат физико-математических наук, доцент

Кафедра мировой экономики сельского хозяйства и информационных технологий

Харьковская государственная зооветеринарная академия  
Харьковская обл., Дергачевский р-н, с. Малая Даниловка,  
ул. Академическая, 1, 62341

E-mail: getmanets\_oleg@ukr.net

## 1. Введение

Несмотря на многочисленные разработки методов управления процессами размножения животных, проблемы профилактики бесплодия и получения здорового приплода у крупного рогатого скота (КРС) продолжают оставаться одними из важнейших проблем ветеринарной науки. Воспроизводство КРС зависит от многих факторов. Наиболее значимым является нормальное функционирование половых и других органов и систем организма коров. Одной из причин, ведущих к нарушению воспроизводительной функции коров, являются дисфункция гонад (гипотрофия, атрофия, склероз и др.) [1, 2]. На сегодняшний день в ветеринарии существуют основные (клинические, ректальные, гистологические) и дополнительные (ультразвуковые) методы исследования для определения функционального состояния яичников [3, 4]. Преимущество ультразвуковой диагностики, как дополнительного, но более информативного, витального метода исследования описано в [5, 6]. Данный метод диагностики позволяет исследовать структуру органа и получить наиболее полные, достоверные и наглядные данные о различиях в плотностях структуры, определять геометрические параметры и выявлять патологические процессы. Однако для увеличения вероятности постановки правильного диагноза актуальным является разработка дополнительных методов исследования. Одним из та-

ких методов является разработка программного обеспечения и метод дискриминантного анализа для дополнительной обработки полученных ультразвуковых данных, которые помогают ветеринару в постановке правильного диагноза с большей вероятностью.

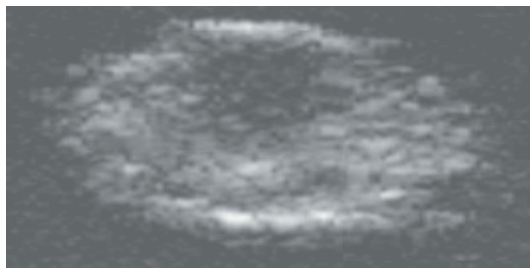
## 2. Постановка задачи и цели работы

Целью данной работы является проведения ультразвуковых исследований и получения необходимых параметров (ширина, длина, наличие фолликулов, плотность) гонад животных для определения их состояния (норма или патология (уплотнение структуры органа)). По полученным данным для диагностики патологии гонад коров и разделения их по признакам на отдельные группы применить метод дискриминантного анализа.

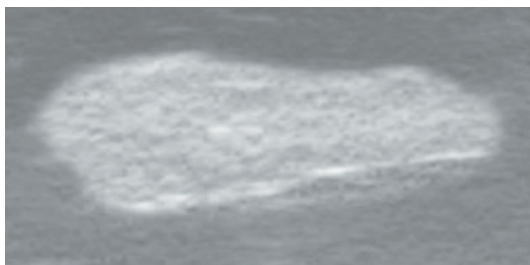
## 3. Материалы и методы исследований

Для получения необходимых данных и решения поставленных задач на кафедре акушерства, гинекологии и биотехнологии размножения животных Харьковской государственной зооветеринарной академии в период с 2011 по 2013 годы провели все необходимые исследования яичников коров с помощью ультразву-

кового диагностического прибора SLE – 101 PC с использованием трансректального датчика (рис. 1).



а

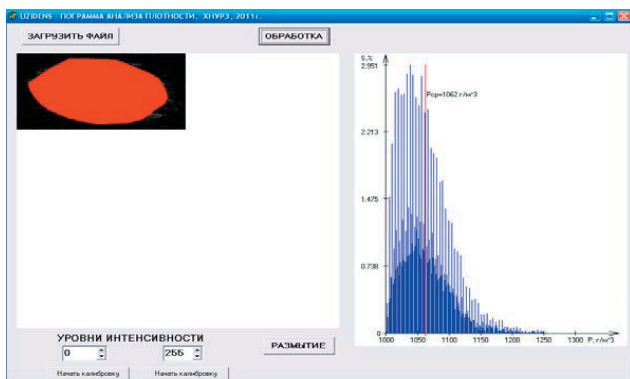


б

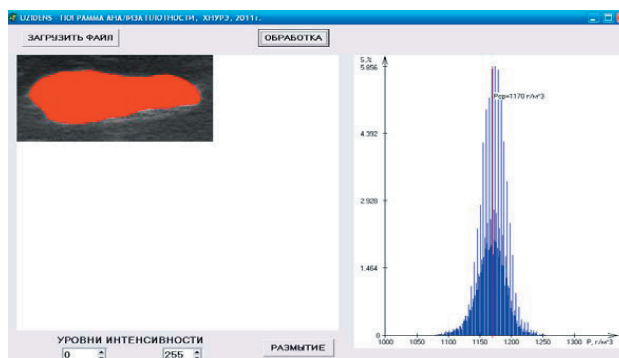
Рис. 1. Сканогаммы гонад: а – норма, б – патология (гипофункция 1 стадии)

В результате исследований было получено 72 сканогаммы гонад. Из них 32 – норма; 40 – патология: гипофункция 1-й стадии (10), гипофункция 2-й стадии (14), склероз (8) и атрофия (8). С помощью данного диагностического прибора, по полученным сканогаммам, определялись следующие параметры яичника: ширина, длина и количество фолликулов. Для постановки более точного диагноза ветеринару необходимо знать плотность гонад, так как с уплотнением структуры органа нарушается репродуктивная функция животного.

Данный диагностический прибор не имеет функции определения плотности органа. Поэтому для определения плотности гонад в норме и при различных патологиях нами было разработано программное обеспечение, которое выполняет в автоматизированном режиме обработку полученных сканогамм и определяет плотность органа (рис. 2).



а



б

Рис. 2. Интерфейс программы для определения плотности гонад: а – норма, б – гипофункция 1-й стадии

Результаты проведенных исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты исследования гонад

Диагноз	Определяемые показатели (среднее значение)			
	ширина, мм	длина, мм	плотность, кг/м <sup>3</sup>	количество фолликулов, шт
Норма	20,2	32,8	1058	13
Гипофункция 1-й стадии (n = 10)	13,8	18,5	1171	0
Гипофункция 2-й стадии (n = 14)	15,7	31,5	1144,6	4,5
Склероз (n = 8)	13	19,8	1233,5	0
Атрофия (n = 8)	4,7	11	1161	0

Существенное различие средних значений определяемых показателей для групп животных с нормой и различной патологией позволяет сделать вывод о возможности применения дискриминантного анализа для диагностики различных заболеваний и сравнения их с нормой. Дискриминантный анализ был проведен стандартными методами согласно [7 – 10].

Дискриминантное уравнение для сравнения и выделения одного из двух видов заболеваний (либо нормы или заболевания)  $A_1$  и  $A_2$  для значений клинических показателей  $x_1, x_2, x_3, x_4$  имеет вид:

$$X_{A_1, A_2} = a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_4 - X_{0, A_1, A_2},$$

где  $X_{A_1, A_2}$  – дискриминантная функция;  $a_1, a_2, a_3, a_4$  – дискриминантные коэффициенты;  $X_{0, A_1, A_2}$  – параметр границы раздела  $A_1$  и  $A_2$ . В дальнейшем примем следующие обозначения для  $A_1$  и  $A_2$  (очевидно, что  $A_1 \neq A_2$ ): N – норма; G – гипофункция 1-й стадии; H – гипофункция 2-й стадии; C – склероз; A – атрофия.

Значения дискриминантных коэффициентов, параметров границы раздела, а также ошибки определения (разделения или дискриминирования) в процентах для попарного сравнения N, G, H, C и A, вычисленные стандартными методами [7] по выборочным данным, приведены в табл. 2.

Для наглядности была построена диаграмма зависимости попарного сравнения заболеваний с ошибкой определения (рис. 3).

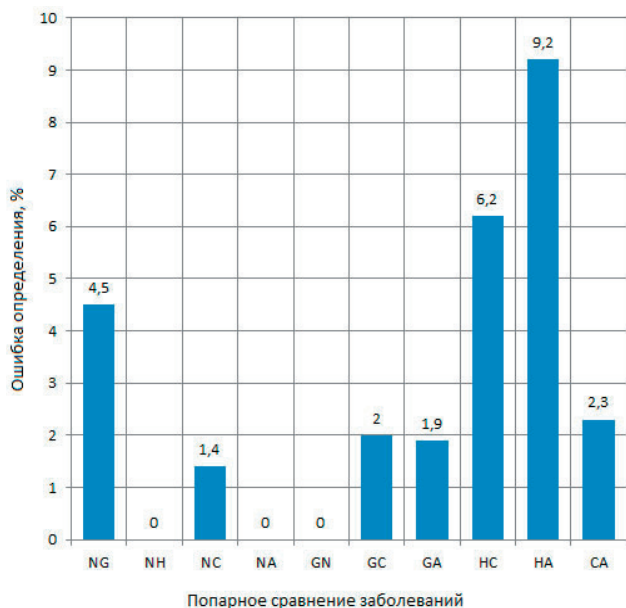


Рис. 3. Диаграмма зависимости попарного сравнения заболеваний с ошибкой определения

Согласно В.Ю. Урбаху [7], для выявления заболевания (или его отсутствия, то есть нормы) все заболевания сравниваются с одним видом, например, с нормой N. При этом, если значения всех дискриминантных функций  $X_{NA_2}$  (где  $A_2 = G, H, C$  или A) при подстановке в уравнения с параметрами 1 – 4 табл. 2 измеренных значений показателей  $x_1, x_2, x_3, x_4$  отрицательные, то животное в норме. Если же полученные значения  $X_{NA_2}$  разного знака, то диагностируется то заболевание, для которого алгебраическое значение  $X_{NA_2}$  максимально.

Но это утверждение справедливо лишь тогда, когда исследуемые выборки животных примерно одинакового объема и хорошо разделяются между собой. В том случае, когда это не так, нами предложен метод последовательного попарного сравнения различных заболеваний (и нормы) с целью повышения достоверности и уменьшения ошибки окончательной диагностики. Так, после сравнения с нормой все заболевания сравниваются с гипофункцией 1-й стадии. Если значение

$X_{NG}$  положительно, а все значения дискриминантных функций  $X_{GA_2}$  (где  $A_2 = H, C$  или A) в уравнениях с параметрами 5 – 7 табл. 2 отрицательны, то диагностируется наличие гипофункции 1-й стадии G. Если же имеются положительные значения  $X_{GA_2}$ , то далее производится сравнение с гипофункцией 2-й стадии H (дискриминантные уравнения с параметрами 8 – 9 табл. 2).

Если при этом все значения дискриминантных функций  $X_{HA_2}$  (где  $A_2 = C$  или A) отрицательные, а полученные ранее значения  $X_{NH}$  и  $X_{GH}$  положительные, то диагностируется гипофункция 2-й стадии. Если имеются положительные значения  $X_{HA_2}$ , то далее производится сравнение с атрофией (дискриминантное уравнение с параметрами 10, табл. 2). При этом, если значение  $X_{AC}$  отрицательное, а полученные ранее значения  $X_{NA}$ ,  $X_{HA}$ ,  $X_{GA}$  и  $X_{CA}$  положительные, то диагностируется атрофия. Если все полученные значения  $X_{NC}$ ,  $X_{HC}$ ,  $X_{GC}$ ,  $X_{CA}$  и  $X_{AC}$  положительные, то диагностируется склероз.

Таблица 2

Результаты дискриминантного анализа

№ п/п	Попарное сравнение	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	Граница раздела, $X_{0A_1A_2}$	Ошибка определения, %
1	NG	0,06	1,74	-2,24	-1,49	59,57	4,5
2	NH	0,21	0,72	-2,09	-3,24	191,34	0
3	NC	0,18	0,36	-0,53	0,97	211,64	1,4
4	NA	0,29	-0,22	1,23	-1,18	334,88	0
5	GH	0,03	1,17	-1,57	-0,32	33,33	0
6	GC	0,17	0,27	-0,43	-0,08	204,46	2
7	GA	0,9	2,61	-4,81	-5,44	1050,46	1,9
8	HC	0,18	0,26	-0,41	0,92	210,36	6,2
9	HA	0,34	-0,76	1,9	-1,59	393,47	9,2
10	CA	0,17	0,48	-0,88	-1,18	193,98	2,3

Предложенная методика демонстрируется на следующих примерах (табл. 3). В ней приведены значения клинических показателей  $x_1, x_2, x_3, x_4$  для пяти животных, представлены рассчитанные значения дискриминантных функций и поставлен окончательный диагноз.

Таблица 3

Примеры диагностики

№ п/п	Показатели				Значения дискриминантных функций										Диагноз
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$X_{NG}$	$X_{NH}$	$X_{NC}$	$X_{NC}$	$X_{GH}$	$X_{GC}$	$X_{GA}$	$X_{HC}$	$X_{HA}$	$X_{CA}$	
1	1030	30	20	12	-11,7	-35,4	-14,8	-33,0	-	-	-	-	-	-	Норма
2	1181	15	13	0	4,4	38,8	-1,0	19,6	-6,4	-0,9	-8,9	-	-	-	Гипофункция 1-й стадии
3	1156	27	16	4	11,2	23,0	1,1	8,7	1,1	-3,7	-36,3	-2,8	-2,2	-	Гипофункция 2-й стадии
4	1281	17	13	0	13,5	61,2	17,7	48,1	-1,6	17,0	86,5	53,5	14,9	14,9	Склероз
5	1161	12	4	0	15,9	49,3	-1,4	4,6	2,1	-1,8	3,7	1,4	-4,4	-0,3	Атрофия

#### 4. Выводы

При применении метода дискриминантного анализа по полученным ультразвуковым данным можно сделать вывод, что окончательный диагноз совпадает с результатами исследований.

Ошибка диагностики отсутствия или наличия определенного заболевания в случае применения

предложенного метода последовательного попарного сравнения не превышает 9,2%. Таким образом, предложенный метод витальной диагностики яичников позволяет надежно диагностировать патологию яичников у коров и может применяться в комплексе с другими методами витальной диагностики для увеличения достоверности и надежности (точности) исследований.

#### Литература

1. Яблонский, В. А. Практичне акушерство, гінекологія та біотехнологія відтворення тварин з основами андрології [Текст] / В.А. Яблонский. – К.: Мета, 2002. – 319 с.
2. Вракин, В.Ф. Морфология сельскохозяйственных животных; Анатомия с основами цитологии, эмбриологии и гистологии [Текст] / В.Ф. Вракин, М.В. Сидорова. - М.: Агромиздат, 1991. – 528с., ил.
3. Кошовий, В.П. Акушерсько – гінекологічна патологія у корів [Текст]: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів / В.П. Кошовий. – Х.: Золоті сторінки, 2004. – 156с.
4. Клінічна діагностика внутрішніх хвороб тварин [Текст] / В.І. Левченко, В.В. Влізло, І.П. Кондрахін та ін.; за ред. В.І. Левченка. – Біла Церква, 2004. – 608с.
5. Довідник з репродуктивної біотехнології великої рогатої худоби [Текст] / В.П. Буркат, В.В. Влізло, Р.Й. Кравців та ін.; за ред. С.Г. Шаловило. – Львів: Нові перспективи, 2004. – 149 с.
6. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики [Текст]: справочник / проф. И.П. Кондрахин. - Москва, «Колос», 2004-520с.
7. Урбах, В.Ю. Статистический анализ в биологических и медицинских исследованиях [Текст] / В.Ю. Урбах. – М.: Медицина, 1975. – 295 с.
8. Кремер, Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст]: учебник для вузов / Н.Ш. Кремер. – 2-е изд. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 573 с.
9. Гмурман, В.Е. Теория вероятности и математическая статистика [Текст] / В.Е. Гмурман. – 10-е изд. – М.: Высш. шк., 2004. – 479 с.
10. Засуха, В.А. Прикладна математика [Текст]: підручник / В.А. Засуха, В.П. Лисенко, Б.Л. Голуб. – 2-е вид. – К.: «Арістей», 2005. – 302 с.