



УКРАЇНА

(19) UA (11) 36883 (13) U
(51) МПК (2006)
A61B 5/117МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ВИДОВОЇ НАЛЕЖНОСТІ ФРАГМЕНТІВ КІСТОК ДРІБНИХ ТВАРИН МЕТОДОМ ІНФРАЧЕРВОНОЇ СПЕКТРОСКОПІЇ

1

2

(21) u200807067

(22) 21.05.2008

(24) 10.11.2008

(46) 10.11.2008, Бюл. № 21, 2008 р.

(72) ЯЦЕНКО ІВАН ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA, ГЕТ-
МАНЕЦЬ ОЛЕГ МИХАЙЛОВИЧ, UA, ГОРДІЄНКО
ВІКТОР ГРИГОРОВИЧ, UA, ДРОЗДОВ ОЛЕК-
САНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA(73) ХАРКІВСЬКА ДЕРЖАВНА ЗООВЕТЕРИНАР-
НА АКАДЕМІЯ, UA(57) Спосіб визначення видової належності фраг-
ментів кісток дрібних тварин методом інфрачерво-
ної спектроскопії, який включає в себе озолення

дрібних шматочків кісток, розтирання та пресуван-
ня зольного залишку з наступним вимірюванням
інфрачервоного спектра поглинання у діапазонах
хвильових чисел $530\text{--}630\text{ см}^{-1}$, $1000\text{--}1200\text{ см}^{-1}$ та
 $3400\text{--}3500\text{ см}^{-1}$, який відрізняється тим, що ви-
значають відносну оптичну щільність на смугах
поглинання з середніми значеннями хвильових
чисел 569 см^{-1} , 602 см^{-1} , 1047 см^{-1} , 1090 см^{-1} та
 3435 см^{-1} , потім одержані значення оптичної щіль-
ності підставляють у системи дискримінантних
рівнянь і шляхом попарного порівняння роблять
експертний висновок щодо видової належності
фрагментів кісток.

Корисна модель відноситься до ветеринарної
медицини, а саме: до анатомії тварин, ветеринар-
но-санітарної експертизи продуктів тваринництва
та судово-біологічної експертизи і може бути вико-
ристана для встановлення видової належності
дрібних свійських, мисливських і промислових тва-
рин за результатами інфрачервоної спектроскопії
фрагментів їх кісток (у тому числі озолених).

Спосіб ідентифікації особи за фрагментами кі-
сток скелету методом інфрачервоної спектроскопії
відомий, він широко використовується у судово-
медичній експертизі [1, 2]. Але подібний спосіб у
судово-ветеринарній, ветеринарно-санітарній експертизах та анатомії тварин мало апробований у зв'язку з відсутністю розроблених критеріїв діагностичних методик.

Найбільш близьким технічним рішенням до
корисної моделі, що пропонується, є спосіб визна-
чення видової належності кісток тварин методом
інфрачервоної спектроскопії [Деклараційний па-
тент України на корисну модель №30559, д. п.
12.12.2007, опуб. 25.02.2008. Бюл. №4], який
включає в себе озолення дрібних шматочків кісток,
розтирання та пресування зольного залишку, ви-
мірювання інфрачервоного спектра поглинання та
наступне визначення видової належності кісток
за аналізом спектру в діапазонах хвильових чисел:
 $530\text{--}630\text{ см}^{-1}$, $1000\text{--}1200\text{ см}^{-1}$ та $3400\text{--}3500\text{ см}^{-1}$.

Але відомий спосіб застосувати неможливо,
коли на експертизу потрапляють не цілі кістки, а

фрагментовані або озолені залишки кісток невідомого походження. Цей спосіб також не бере до уваги фонові умови для кожного вимірюваного спектру, що суттєво впливає на точність визначення.

Тому задачею запропонованої корисної моделі є впровадження інфрачервоної спектроскопії для визначення видової належності фрагментів (у тому числі озолених) кісток дрібних тварин невідомого походження з виключенням впливу фонових умов та наступною ідентифікацією цих фрагментів з застосуванням дискримінантного аналізу для підвищення вірогідності експертизи.

Спосіб визначення видової належності фрагментів кісток дрібних тварин методом інфрачервоної спектроскопії полягає в тому, що дрібні шматочки фрагментів кісток озолують, вимірюють їх інфрачервоні спектри, виділяють характерні смуги поглинання та розраховують значення відносної оптичної щільності для цих смуг, що повністю виключає вплив фону. Потім обчислені значення відносної оптичної щільності підставляють в системи дискримінантних рівнянь, виконують прості розрахунки та на їх основі на підставі попарного порівняння роблять певні експертні висновки.

Поставлена задача вирішується тим, що для визначення видової належності фрагментів кісток дрібних тварин методом інфрачервоної спектроскопії, який включає в себе озолення дрібних шматочків кісток, розтирання та пресування зольного залишку з наступним вимірюванням інфрачерво-

(13) U
(11) 36883
(19) UA

ного спектру поглинання у діапазонах хвильових чисел $530\text{--}630\text{см}^{-1}$, $1000\text{--}1200\text{см}^{-1}$ та $3400\text{--}3500\text{см}^{-1}$, згідно запропонованої корисної моделі, визначають відносну оптичну щільність на смугах поглинання з середніми значеннями хвильових чисел 569см^{-1} , 602см^{-1} , 1047см^{-1} , 1090см^{-1} та 3435см^{-1} , потім одержані значення оптичної щільності підставляють у системи дискримінантних рівнянь і шляхом попарного порівняння роблять експертний висновок щодо видової належності фрагментів кісток.

Суть способу полягає в тому, що, коли на експертизу потрапляє фрагмент (у тому числі озолений) кістки невідомого видового походження, від нього для аналізу відламують дрібний шматочок, який озолують при температурі близько 600°C протягом декількох годин у кварцовому тиглі, потім розтирають з пропорційним додаванням бромиду калію у агатовій ступці та пресують зольний залишок у таблетку для вимірювання інфрачервоних спектрів поглинання на інфрачервоному спектрометрі з Фур'є перетворювачем. З вимірних спектрів виділяють характерні смуги поглинання з середніми значеннями хвильових чисел 569см^{-1} , 602см^{-1} , 1047см^{-1} , 1090см^{-1} та 3435см^{-1} (ці смуги поглинання присутні у всіх спектрах озолоного кісткового матеріалу дрібних тварин). Потім методом базисної лінії [1] визначають значення відносної

оптичної щільності D_1, D_2, D_3, D_4, D_5 , які відповідають цим смугам поглинання, що дозволяє виключити вплив фонових умов для кожного конкретного вимірюного спектру. Одержані значення відносної оптичної щільності послідовно підставляють у системи дискримінантних рівнянь виду [3]:

$$X_i = a_{1i}D_1 + a_{2i}D_2 + a_{3i}D_3 + a_{4i}D_4 + a_{5i}D_5 - X_{0i} \quad (1)$$

де X_i - дискримінантна функція;

$a_{1i}, a_{2i}, a_{3i}, a_{4i}, a_{5i}$ - дискримінантні коефіцієнти; X_{0i} - межа видового розподілу; i - вид тварини, з яким порівнюється фрагмент, що визначається. Значення усіх коефіцієнтів та параметрів рівняння (1) одержують шляхом попереднього вимірювання та обробки спектрів кісток скелету тих видів дрібних тварин, до яких може належати фрагмент кістки невідомого видового походження (шляхом попереднього складання бази даних).

Для прикладу у таблицях 1-6 наведено значення дискримінанти їх коефіцієнтів та параметрів межі видового розподілу для порівняння з кістками кроля ($i = R$), зайця ($i = H$), байбака ($i = B$), нутрії ($i = N$), kota ($i = C$) та песця ($i = P$), які були одержані з аналізу та обробки близько 500 інфрачервоних спектрів озолених кісток цих тварин.

Табл.1

Порівняння з кролем

Порівняння	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	X_0
Заєць-кріль	83,82	38,83	9,51	-69,02	-7,59	7,24
Байбак-кріль	-50,93	-13,17	18,91	-6,18	-6,68	-5,51
Нутрія-кріль	-207,57	56,08	-17,14	83,05	73,32	-3,93
Кіт-кріль	80,08	19,27	39,23	-91,25	-93,37	8,31
Песець-кріль	-81,13	13,44	34,37	-33,11	-3,48	-6,66

Табл.2

Порівняння з зайцем

Порівняння	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	X_0
Кріль-заєць	-83,82	-38,83	-9,51	69,02	7,59	-7,24
Байбак-заєць	-134,75	-52,01	9,40	62,84	0,90	-12,70
Нутрія-заєць	-291,39	17,24	-26,65	152,08	80,91	-11,19
Кіт-заєць	-3,75	-19,57	29,72	-22,22	-85,96	1,12
Песець-заєць	-164,95	-25,40	24,86	35,91	4,10	-15,18

Табл.3

Порівняння з байбаком

Порівняння	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	X_0
Кріль-байбак	50,93	13,17	-18,91	6,18	6,68	5,51
Заєць-байбак	134,75	52,01	-9,40	-62,84	-0,90	12,70
Нутрія-байбак	-156,64	69,25	-36,05	89,23	79,99	0,08
Кіт-байбак	131,00	32,44	20,31	-85,07	-86,69	12,67
Песець-байбак	-30,20	26,61	15,45	-26,93	3,19	0,82

Табл.4

Порівняння з нутрією

Порівняння	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	X_0
Кріль-нутрія	207,57	-56,08	17,14	-83,05	-73,32	3,93
Заєць-нутрія	291,39	-17,24	26,65	-152,08	-80,91	11,19
Байбак-нутрія	156,64	-69,25	36,05	-89,23	-79,99	-0,08
Кіт-нутрія	287,64	-36,81	56,37	-174,30	-166,69	7,62
Песець-нутрія	126,44	-42,64	51,51	-116,16	-76,80	-2,61

Табл.5

Порівняння з котом

Порівняння	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	X_0
Кріль-кіт	-80,08	-19,27	-39,23	91,25	93,37	-8,31
Заєць-кіт	3,75	19,57	-29,72	22,22	85,96	-1,12
Байбак-кіт	-131,00	-32,44	-20,31	85,07	86,69	-12,67
Нутрія-кіт	-287,64	36,81	-56,37	174,30	166,69	-7,62
Песець-кіт	-161,20	-5,83	-4,86	58,14	89,88	-13,89

Табл.6

Порівняння з песцем

Порівняння	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	X_0
Кріль-песець	81,13	-13,44	-34,37	33,11	3,48	6,66
Заєць-песець	164,95	25,40	-24,86	-35,91	-4,10	15,18
Байбак-песець	30,20	-26,61	-15,45	26,93	-3,19	-0,82
Нутрія-песець	-126,44	42,64	-51,51	116,16	76,80	2,61
Кіт-песець	161,20	5,83	4,86	-58,14	-89,88	13,89

Попередній експертний висновок для кожного попарного порівняння наступний [3]: 1) якщо усі значення дискримінантних функцій X_i від'ємні, то невідомий фрагмент кістки належить тому виду тварин, з яким проводиться порівняння; 2) якщо серед значень дискримінантних функцій X_i є додатні, то невідомий фрагмент кістки належить тому виду тварин i , для якого алгебраїчне значення X_i є максимальним.

Таким чином, для кожного попарного порівняння визначають вид тварин, до якого може належати фрагмент кістки, що досліджується, а потім шляхом аналізу частоти1 визначення роблять остаточний експертний висновок щодо видової належності фрагменту.

Приклад конкретного виконання

Спосіб визначення видової належності кісток дрібних тварин методом інфрачервоної спектроскопії здійснюється наступним чином.

На експертизу представлені фрагменти кісток, що були попередньо вилучені з скелетів кроля, зайця, байбака, нутрія, kota та песця (по три з кожного - усього 18 кісток). Ці кістки оглядають, очищаючи від бруду та м'яких тканин. З експертною метою від них відламують дрібні шматочки, які у кварцовому тиглі поміщають у муфельну піч для озолування при температурі близько 600°C протягом 7 годин. Отриманий зольний залишок для кожної кістки розтирають в агатовій ступці з додаванням броміду калію у пропорції 1:300 до одержання однорідної суміші, з якої пресують таблетку для наступної інфрачервоної спектроскопії. Після цього вимірюють інфрачервоні спектри на спектрометрі з Фур'є перетворювачем "Avatar 360" фірми Nicolet. Отримані величини інтенсивностей для смуг поглинання з середніми значеннями хвильових чисел 569см⁻¹, 602см⁻¹, 1047см⁻¹, 1090см⁻¹ та 3435см⁻¹ обробляють методом базисної лінії [1] та одержують відповідні значення відносної оптичної щільності, які наведені в таблиці 7.

Табл. 7

Розраховані значення відносної оптичної щільності

Вид тварини	№ кіст-ки	Хвильове число, см ⁻¹				
		569	602	1047	1090	3435
		Відносна оптична щільність				
		D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅
1 .Кріль	1	0,262	0,254	0,745	0,456	0,149
	2	0,429	0,403	1,361	0,751	0,192
	3	0,405	0,393	1,251	0,820	0,209
2. Заєць	1	0,327	0,296	1,069	0,624	0,140
	2	0,256	0,237	0,686	0,415	0,060
	3	0,363	0,334	1,083	0,642	0,173
3. Байбак	1	0,142	0,136	0,424	0,249	0,137
	2	0,264	0,247	0,808	0,472	0,119
	3	0,279	0,263	0,989	0,577	0,116
4. Нутрія	1	0,252	0,256	0,837	0,510	0,178
	2	0,192	0,194	0,526	0,357	0,158
	3	0,258	0,261	0,667	0,437	0,289
5. Кіт	1	0,430	0,394	1,532	0,847	0,119
	2	0,566	0,522	1,910	1,105	0,145
	3	0,308	0,293	0,959	0,575	0,090
6. Песець	1	0,102	0,102	0,216	0,131	0,066
	2	0,081	0,081	0,181	0,119	0,071
	3	0,123	0,123	0,311	0,203	0,063

У таблиці 8 наведено попередні експертні висновки відносно видової належності кісток, які були зроблені на підставі попарного порівняння.

Табл. 8

Результати попарного порівняння

Вид тварини	№ кістки	З якою твариною порівнюється						Експертний висновок
		Кріль R	Заєць H	Байбак B	Нутрія N	Кіт C	Песець P	
1. Кріль	1	H	H	H	C	H	H	Заєць* (5)
	2	R	R	H	R	H	R	Кріль (4)
	3	R	R	N	R	R	R	Кріль (5)
2. Заєць	1	R	H	H	H	H	R	Заєць (4)
	2	H	H	H	C	H	C	Заєць (4)
	3	B	P	B	C	R	B	Байбак*(3)
3. Байбак	1	B	P	B	P	B	B	Байбак (4)
	2	N	N	N	N	P	N	Нутрія* (5)
	3	B	P	B	P	B	B	Байбак (4)
4. Нутрія	1	N	N	N	N	N	N	Нутрія (6)
	2	N	N	N	N	N	N	Нутрія (6)
	3	N	N	N	N	N	N	Нутрія (6)
5. Кіт	1	C	C	C	C	C	C	Кіт (6)
	2	C	C	C	C	C	C	Кіт (6)
	3	C	C	c	C	C	C	Кіт (6)
6. Песець	1	P	P	N	P	P	P	Песець (5)
	2	P	B	P	C	P	P	Песець (4)
	3	P	P	P	P	P	P	Песець (6)

Примітка: * - невірне визначення.

Остаточний експертний висновок, який було зроблено на підставі частоти визначення даного виду при послідовних попарних порівняннях, наведено в останньому стовпчику цієї таблиці (у дужках показано, скільки разів визначено даний вид тварин, тобто частоту визначення). Як видно з таблиці 8, три з вісімнадцяти фрагментів кісток, що потрапили на експертизу, було визначено невірно, що становить близько 17%. Ця помилка суттєво менша, ніж мінімальна помилка кожного попарного порівняння, що виходить з теореми множення ймовірностей помилок.

Таким чином, запропонований спосіб визначення видової належності кісток дрібних тварин методом інфрачервоної спектроскопії дозволяє:

1. Об'єктивно та вірогідно диференціювати кістки (або фрагменти кісток) дрібних тварин невідомого видового походження і встановлювати їх видову належність.

2. Реалізувати спосіб, якщо на експертизу потрапляють спалені або обгорілі кістки чи їх фрагменти без характерних анатомічних структур.

Джерела інформації:

1. Вайль Ю. С., Варановский Я. М. Инфракрасные лучи в клинической диагностике и медико-биологических исследованиях. - Л.: Медицина, 1969. - 239с.

2. Шафранский Л. Л., Васильев А. Н. Спектроскопия костей плода человека в инфракрасной области. - Алма-Ата: „Наука“ КазССР, 1980. - 88с.

3. Урбах В. Ю. Статистический анализ в биологических и медицинских исследованиях. - М.: Медицина, 1975. - 295с.

