

УДК 619: 343.983.2 : 636.2.05 : 611.71

**СУДОВО-ВЕТЕРИНАРНЕ ЗНАЧЕННЯ ДИНАМІКИ МАСИ, ОБ'ЄМУ ТА ЩІЛЬНОСТІ НИЖНЬОЩЕЛЕПНОЇ КІСТКИ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВІКУ ТА СТАТІ****ЯЦЕНКО І.В.**, д.вет.н., професор, академік  
АН ВО України,  
**ШЕВЧЕНКО К.О.**, аспірантка,  
**ГЕТМАНЕЦЬ О.М.**, к. фіз.-мат. н., доцентХарківська державна зооветеринарна  
академія, м. Харків  
[yacenko-71@yandex.ru](mailto:yacenko-71@yandex.ru)

*Досліджено залежність нелінійних остеометричних параметрів (маси, об'єму та щільності) нижньощелепної кістки великої рогатої худоби від віку та статі тварини. Встановлено, що визначити вік великої рогатої худоби за нижньощелепною кісткою можна із стандартною помилкою: за масою – близько 5 міс. для самок та 1 міс. для самців; за об'ємом – близько 2,5 для самок та 1,7 міс. для самців; за щільністю – близько 2,8 для самок та 2,2 міс. для самців. Доведено, що надійно визначити вік і стать великої рогатої худоби шляхом одночасного вимірювання маси, об'єму та щільності нижньощелепної кістки можна з максимальною помилкою близько 5 міс. у віковому діапазоні від кількох місяців від народження до 10 років*

**Судово-ветеринарна експертиза, нижньощелепна кістка, велика рогата худоба, вік, стать**

Визначення виду, статі і віку попередньо невідомого біологічного об'єкта завжди викликало інтерес у різних фахівців (медиків, судових експертів, археологів, лікарів ветеринарної медицини). На сучасному етапі ці питання вирішує судово-ветеринарна експертиза, яка використовує при цьому передові досягнення різних напрямів науки та техніки.

Значна кількість робіт з видової, статевої і вікової ідентифікації біологічного матеріалу виконана в гуманній медицині [1, 2, 3, 4, 5]. Вагоме практичне значення ці праці мають для судово-медичних експертів під час встановлення особи людини за її останками.

Подібні ситуації трапляються і в галузі тваринництва, що в більшості випадків пов'язано з викраденням та незаконним забоєм великої рогатої худоби. При цьому, на місці забою нерідко залишаються залишки тварини низької товарної цінності, зокрема, нижня щелепа. Зазначені рештки є важливими речовими доказами у розслідуванні скоєного злочину. Вони дають можливість встановити видову належності забитої тварини. Питання ж вікової та статевої характеристики залишається відкритим, що пов'язано з браком відповідних науково обґрунтованих робіт з цього питання.

**Мета дослідження** - визначити функціональну залежність між віком і відповідно масою,

об'ємом та щільністю нижньощелепної кістки (НЩК) великої рогатої худоби (ВРХ). Проаналізувати інформативність отриманих параметрів для встановлення віку та статі тварин за нижньощелепною кісткою.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили на базі кафедри ветеринарно-санітарної експертизи Харківської державної зооветеринарної академії. Досліджували НЩК від 60 голів самців та 60 голів самок ВРХ української червонорябої породи віком від новонароджених до 10 років (самці) та до 12 років (самки). Загальна кількість досліджуваного кісткового матеріалу складала 120 НЩК. Всю вибірку сукупність було розбито на 11 вікових груп для самців та 12 вікових груп для самок.

Масу НЩК визначали на вагах марки ВЛКТ-500 ( $y$  г), об'єм – за кількістю витісненої води ( $y$   $dm^3$ ), щільність  $\rho$  ( $g/cm^3$ ) за формулою  $\rho = m / v$ , де  $m$  – маса НЩК,  $v$  – її об'єм.

Математично-статистичну обробку результатів вимірювань проводили із застосуванням методів варіаційної статистики, регресійного, кореляційного і дисперсійного аналізу та залученням критеріїв перевірки статистичних гіпотез за допомогою системи комп'ютерних обчислень Maple-12 (фірми Maplesoft, 2008). Для параметрів НЩК (маси ( $m$ ), об'єму ( $v$ ) та щіль-

Таблиця 1. Значення коефіцієнтів та параметрів рівнянь регресії для визначення віку та статі ВРХ за показниками маси та об'єму нижньощелепної кістки

Параметри	Стать тварини		
	Самки	Самці	
Маса нижньощелепної кістки:			
$T = a_0 + a_1 \cdot m + a_2 \cdot m^2 + a_3 \cdot m^3 + a_4 \cdot m^4 + a_5 \cdot m^5$ (1)			
Коефіцієнти рівняння регресії (1)	$a_0$	-37,92	-64,81
	$a_1$	0,98	1,06
	$a_2$	-0,0077	-0,0062
	$a_3$	0,000026	0,000017
	$a_4$	$-3,71 \cdot 10^{-8}$	$-2,06 \cdot 10^{-8}$
	$a_5$	$1,94 \cdot 10^{-11}$	$9,32 \cdot 10^{-12}$
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$		0,987	0,999
Стандартна помилка регресії, міс., S		4,88	1,01
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$		0,001	0,001
Об'єм нижньощелепної кістки:			
$T = b_0 + b_1 \cdot v + b_2 \cdot v^2 + b_3 \cdot v^3 + b_4 \cdot v^4 + b_5 \cdot v^5$ (2)			
Коефіцієнти рівняння регресії (2)	$b_0$	-66,13	-158,33
	$b_1$	2,57	4,14
	$b_2$	-0,033	-0,040
	$b_3$	0,00019	0,00018
	$b_4$	$-4,86 \cdot 10^{-7}$	$-3,79 \cdot 10^{-7}$
	$b_5$	$4,54 \cdot 10^{-10}$	$2,99 \cdot 10^{-10}$
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$		0,997	0,997
Стандартна помилка регресії, міс., S		2,50	1,65
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$		0,001	0,001

ності ( $\rho$ ) кожної вікової групи визначали середньо вибіркові значення, помилку середнього та стандартну помилку. Рівень достовірності різниці середньо вибіркових для двох суміжних вікових груп визначали за критерієм Стьюдента.

**Результати дослідження.** Встановлено, що рівень значущості різниці був не більшим, ніж  $p \leq 0,05$ , що свідчить про достовірність розбиття усієї сукупності даних на 11 визначених вікових груп для самців і 12 для самок.

Аналіз результатів вимірювань залежності віку ( $T$ ) ВРХ обох статей від маси, об'єму та щільності НЩК свідчить, по-перше, залежність віку від маси та об'єму може бути описана нелінійною функцією регресії п'ятого ступеня (рівняння 1-2) (табл. 1).

В рівняннях регресії (1) – (2), наведених в табл. 1 позначено:  $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$  та  $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$  – відповідні коефіцієнти ре-

гресій, значення яких наведено в цій же таблиці. Оптимальну кількість членів кожного рівняння регресій (шість) визначали шляхом оптимізації цільової функції – коефіцієнта детермінації ( $R^2$ ) (нормованого на кількість ступенів свободи) за умови виконання критеріїв перевірки статистичних гіпотез за Стьюдентом та за Фішером.

По-друге, для залежності віку тварини від щільності НЩК існує наступна тенденція: ця залежність від народження до деякого межового значення щільності  $\rho_0$ , яке відповідає

віку  $T_0 \approx 1,5$  роки для самок або  $T_0 \approx 3$  роки для самців, носить практично лінійний характер з невеликим нахилом і деякою кривиною, що відповідає відносно швидкому росту щільності кісток в молодому віці. З віком ця залежність стає істотно більш крутою на графіку, що свідчить про уповільнення розвитку і зростання щільності кісток. Це може бути по-

в'язано зі зміною структури кісток у разі досягнення межового значення віку. Тому стає складним описати залежність віку тварини від щільності НЩК у всьому віковому діапазоні однією нелінійною функцією регресії.

З метою застосування регресійного аналізу для аналізу результатів розглядали дві функції регресії третього ступеня за щільністю НЩК ( $\rho$ ): одну – до досягнення межового значення

щільності ( $\rho_0$ ), яка мала вигляд:

$$T = a_0 + a_1\rho + a_2\rho^2 + a_3\rho^3$$

; а другу у вигляді:

$$T = b_0 + b_1\rho + b_2\rho^2 + b_3\rho^3$$

– після досягнення межового значення щільності (де  $a_0, a_1, a_2, a_3$  та

$b_0, b_1, b_2, b_3$  – відповідні коефіцієнти регресій, які необхідно відрізняти від коефіцієнтів регресій (1) і (2)).

Оптимальну кількість членів кожного рівняння регресій (чотири) визначали шляхом оптимізації цільової функції – коефіцієнта детермінації ( $R^2$ ) (нормованого на кількість ступенів свободи) за умови виконання критеріїв перевірки статистичних гіпотез за Стьюдентом та за Фішером. Обидві функції об'єднували в межовій точці за допомогою ступінчастої тета-

$$\theta(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}$$

функції Хевісайда:

Загальне рівняння регресії для визначення віку тварини має наступний вигляд:

$$T = (a_0 + a_1\rho + a_2\rho^2 + a_3\rho^3) \times \theta(\rho_0 - \rho) + (b_0 + b_1\rho + b_2\rho^2 + b_3\rho^3) \times \theta(\rho - \rho_0) \quad (3)$$

Значення коефіцієнтів та параметрів рівняння (3), нормованого коефіцієнта детермінації ( $R^2$ ), а також значущість всього рівняння нелінійної регресії за Фішером наведено в табл. 2.

На рис. 1 середньоінтервальні експериментальні дані щодо залежності віку ВРХ від значень маси, об'єму та щільності НЩК (точки) порівнюються з кривими, побудованими за рівняннями нелінійної регресії (1) – (3). Помітно, що ці криві добре узгоджуються з експериментом, їх можна безпосередньо застосовувати під час проведення судово-ветеринарної експрес-експертизи ВРХ за параметрами НЩК. Але для достовірного визначення віку та статі ВРХ необхідно виконувати всі три виміри НЩК: масу, об'єм та щільність.

Таким чином, результати проведеного експериментального визначення віку і статі ВРХ за нелійними мандибулометричними параметрами доводять, що помилка визначення віку самок за масою (4,88 міс.) і об'ємом (2,50 міс.) дещо більша за самців, помилка визначення віку за масою НЩК складає 1,01 міс., та за об'ємом – 1,65 міс. Проте помилка визначення віку ВРХ за щільністю НЩК для самок і самців має незначну різницю – для самок – 2,82 міс., а для самців – 2,23 міс.

**Таблиця 2. Значення коефіцієнтів та параметрів рівнянь регресії для визначення віку та статі ВРХ за показниками щільності нижньощелепної кістки**

Параметри	Стать тварини		
	Самки	Самці	
$T = (a_0 + a_1\rho + a_2\rho^2 + a_3\rho^3) \times \theta(\rho_0 - \rho) + (b_0 + b_1\rho + b_2\rho^2 + b_3\rho^3) \times \theta(\rho - \rho_0) \quad (3)$			
Коефіцієнти рівняння регресії (3)	$a_0$	-5931,41	-1005,13
	$a_1$	12094,04	2537,75
	$a_2$	-8189,21	-2016,59
	$a_3$	1842,78	51477,07
	$b_0$	20861,79	43370,36
	$b_1$	-6078,06	-37424,81
	$b_2$	-13620,19	1295,01
	$b_3$	5880,25	3399,15
Межове значення щільності, $\rho_0$ , г/см <sup>3</sup>	1,77	1,82	
Межове значення віку, $T_0$ , міс.	18	37	
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,996	0,994	
Стандартна помилка регресії, міс., $S$	2,82	2,23	
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,001	0,001	

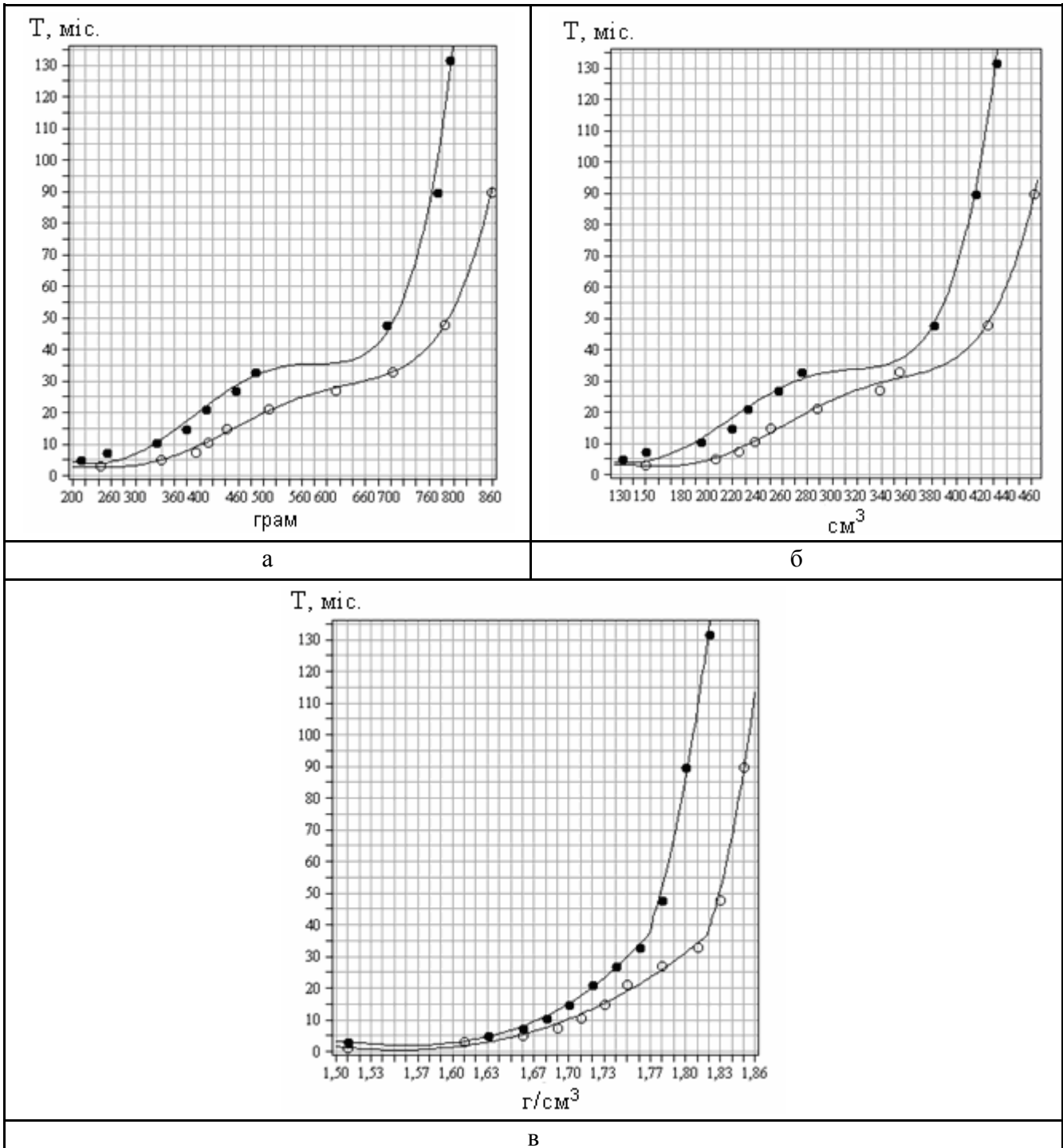
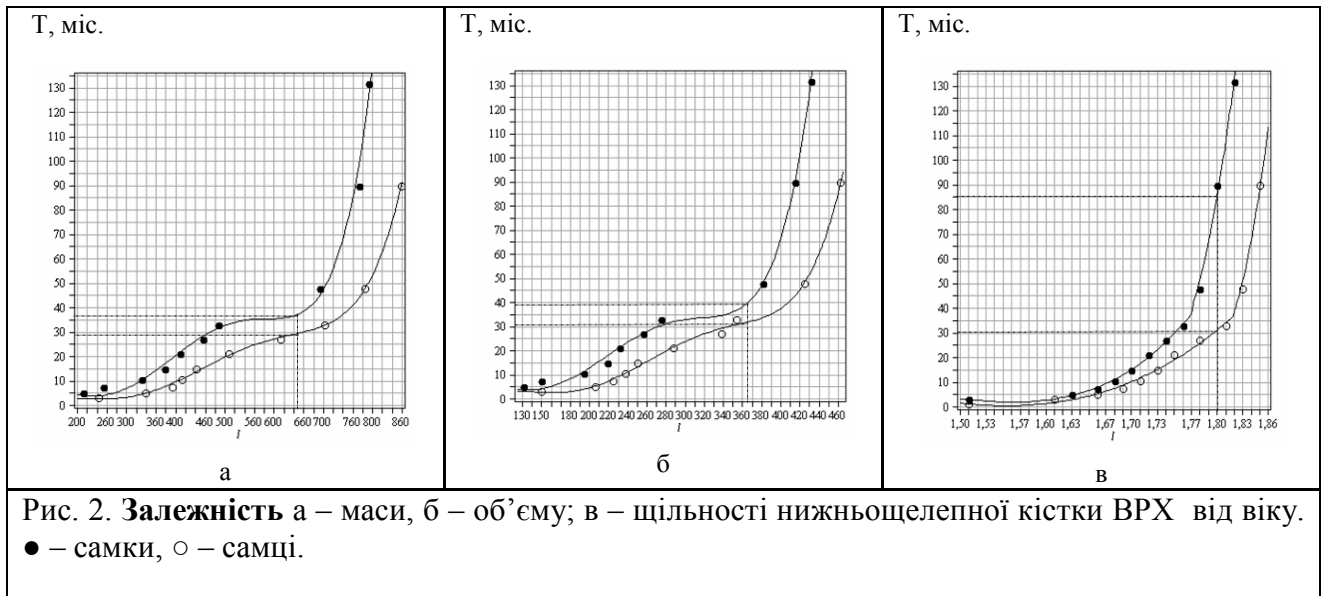


Рис. 1. Залежність нелінійних остеометричних параметрів нижньощелепної кістки (а – маси, б – об'єму; в – щільності) від віку ВРХ. ● – самки, ○ – самці.

Аналізуючи інформативність визначення віку і статі ВРХ за нелінійними мандибулометричними параметрами констатуємо, що високоінформативним є одночасне вимірювання маси, об'єму та щільності НЩК з максимальною помилкою близько 5 міс. в віковому діапазоні від кількох місяців від народження до 10 років.

На основі створеної експериментальної колекції НЩК ВРХ молочного напрямку продуктивності різного віку і статі, проведено визначення віку і статі тварин у так званому «сліпому методі дослідження». Отримали значення НЩК ВРХ невідомого віку і статі: маса  $m = 648$  г; об'єм  $v = 369$  см<sup>3</sup> та щільність  $\rho = 1,80$ .



Таблиця 3. Значення віку ВРХ різної статі в залежності від значень параметрів нижньощелепної кістки

Параметр, значення	Стать, вік	
	Самки	Самці
1. Маса, 648 г	37,2 ± 4,9 міс.	29,5 ± 1,0 міс.
2. Об'єм, 369 см <sup>3</sup>	38,2 ± 2,5 міс.	31,4 ± 1,7 міс.
3. Щільність, 1,80 г/см <sup>3</sup>	85,5 ± 2,8 міс.	31,2 ± 2,2 міс.

Результати визначення віку та статі ВРХ за результатами вимірів маси, об'єму та щільності НЩК проводили за запропонованими графіками, зображеними на рис. 1. В цьому конкретному випадку процес визначення віку і статі ВРХ за нелінійними параметрами нижньощелепної кістки ВРХ наведено на рис. 2 пунктиром.

Підставивши значення маси, об'єму і щільності НЩК в рівняння регресій (1) – (3) з урахуванням даних табл. 1-2, одержимо результати щодо визначення віку і статі ВРХ, які наведено в табл. 3 разом зі значеннями стандартних помилок.

Порівнявши ці значення між собою, робимо остаточний експертний висновок: нижньощелепна кістка належить самцеві ВРХ віком від 28,5 до 33,4 міс. Зауважимо, що якби не було б зроблено вимірювання щільності НЩК, то мо-

жна було б зробити невірний висновок: НЩК належить самці ВРХ віком від 35,3 до 40,7 міс.

#### Висновки.

Проведені дослідження залежності віку ВРХ від маси, об'єму та щільності нижньощелепної кістки дають можливість:

1. Визначати вік ВРХ за масою нижньощелепної кістки зі стандартною помилкою близько 5 міс. для самок та 1 міс. для самців; за об'ємом – з помилкою близько 2,5 для самок та 1,7 міс. для самців; за щільністю – з помилкою близько 2,8 для самок та 2,2 міс. для самців.

2. Надійно визначати вік і стать ВРХ шляхом одночасного вимірювання маси, об'єму та щільності нижньощелепної кістки з максимальною помилкою близько 5 міс. в віковому діапазоні від кількох місяців від народження до 10 років.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Пиголкин Ю. И. Новая методика определения возраста на основании возрастных изменений костей кисти / Ю. И. Пиголкин, А. В. Черепов, Н. Н. Гончаров // Судебная медицинская экспертиза. — 2004. — № 3. — С. 3-7.
2. Незнакомцева Е. П. Возрастные и индивидуальные особенности лобкового симфиза по данным рентгенографии / Е. П. Незнакомцева, А. И. Туровцев // Первый съезд судебных медиков Украины. — Киев, 1987. — С. 146-147.
3. Гладышев Ю.М. Определение видовой и возрастной принадлежности костных фрагментов по их микроскопическим особенностям / Ю. М. Гладышев, М. И. Мелихов // Матер. суд. мед. Казахстана. — Алма-Ата, 1968. — С. 442-444.
4. Алексеев В. П. Остеометрия: Методика антропологических исследований / В. П. Алексеев. — М. : Наука, 1966. — 252 с.
5. Рубежанский А. Ф. Определение по костным останкам давности захоронения трупа / А. Ф. Рубежанский. — М., 1978. — 120 с.

**СУДЕБНО-ВЕТЕРИНАРНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ДИНАМИКИ МАССЫ, ОБЪЕМА И ПЛОТНОСТИ НИЖНЕЧЕЛЮСТНОЙ КОСТИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА И ПОЛА**

Яценко И.В., Шевченко К.А., Гетманец А.Н.

*Исследована зависимость нелинейных остеометрических параметров (массы, объема и плотности) нижнечелюстной кости крупного рогатого скота от возраста и пола животного. Установлено, что определить возраст крупного рогатого скота по нижнечелюстной кости можно со стандартной ошибкой: по массе – около 5 мес. для самок и 1 мес. для самцов; по объему – около 2,5 для самок и 1,7 мес. для самцов; по плотности – около 2,8 для самок и 2,2 мес. для самцов. Доказано, что надежно определять возраст и пол крупного рогатого скота путем одновременного измерения массы, объема и плотности нижнечелюстной кости можно с максимальной ошибкой около 5 мес. в возрастном диапазоне от нескольких месяцев от рождения до 10 лет*

***Судебно-ветеринарная экспертиза, нижнечелюстная кость, крупный рогатый скот, возраст, пол***