

**РОСТОВЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ВЗАИМОСВЯЗИ  
«ВОЗРАСТ-РАЗМЕРЫ ТЕЛА» У МОДЕЛЬНЫХ ТЕЛОК И КОРОВ ИДЕАЛЬНОГО ТИПА**

**Е.Я. Лебедько**, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»

*В статье обобщены аналитические данные долголетних научных исследований по математическому описанию ростовых моделей и взаимосвязи «возраст-размеры тела» у модельных телок и коров идеального типа. Приведены расчетные константы линейного роста коров для ростовых моделей. Показана разрешающая возможность двух ростовых моделей для молочных коров.*

**Ключевые слова:** Селекция, модель, идеальный тип, молочная корова, константа, коэффициент роста, живая масса, закон термодинамики, отбор, подбор.

Все большее привлечение математики, инструмента количественного описания, свидетельствуют о том, что зоотехния вступает в зрелую фазу, когда начинают доминировать нормальные способы выполнения научных исследований. В основе ростовых моделей лежит алгебра, дифференциальное и интегральное исчисление, обычные нелинейные уравнения. Ростовая модель представляет собой набор формальных соотношений, которые отображают поведение системы (организма) во времени. Их относят к классу динамических (детерминистических), которые формируют прогноз живой массы или промера в виде числа, а не распределения вероятностей. Результаты анализа представляют собой способ, форму материалов, для использования их практикой.

Оценке разрешающих возможностей двух ростовых моделей, описывающих взаимосвязь «возраст-размеры тела», посвящено решение ниже изложенной задачи. В данном случае прогноз сопоставляется с фактическим результатом. По их соотношению определяется надежность ростовой модели [1,4].

В зоотехнии были предложены две ростовые модели для описания взаимосвязи «возраст-размеры тела». Первая – в 1927 году Самуилом Броди; вторая – в 1928 году Н.В. Найденовым. Оба автора – выходцы из республики Беларусь. С. Броди в начале XX-го века эмигрировал в США. В последующие годы, в биологии и зоотехнии, больше других моделей не появилось. Есть множество ростовых моделей, описывающих взаимосвязь «возраст-живая масса». Судьба этих двух моделей оказалась трудной в отечественной зоотехнии. Со времени их появления, за полстолетия (1928-78 гг.), только единожды ростовая модель С. Броди была использована Н.Н. Колесником в 1936 году для описания линейного роста швицкого скота. Спустя 40 лет, в 1976 году, желая упростить математические расчеты для зоотехников-практикантов, профессор Н.Н. Колесник предложил специальные шкалы для пяти промеров и живой массы, рассчитанные с помощью ростовой модели С. Броди. Д.А. Кисловский в 1936 году включил в практикум по разведению животных нелинейные уравнения С. Броди для описания роста животных и лактационной кривой

у коров. Однако, после 1948 года математизация зоотехнии была заторможена на 25 лет.

В странах Западной Европы и Америки ростовая модель С. Броди широко используется. Ростовая модель Н.В. Найденова полстолетия вообще замалчивалась и не изучалась в ВУЗах. Начиная с 1977 года обе модели широко стали использоваться для описания роста телок и коров в Институте разведения и генетики животных Украинской академии аграрных наук но сравнительная характеристика их впервые приведена ниже. Оба метода объединяет единый подход – первое начало термодинамики. Кривая роста млекопитающих имеет пространственную сигмовидную конфигурацию. Ее условно можно разделить на три части: фаза прогрессивного роста (молодость) – возраст окончания у молочно-мясных пород 80 месяцев, фаза стабильного роста (зрелость) – возраст 6,5-10 лет; фаза регрессивного роста (старость) – после 10 лет. После интегрирования балансового уравнения, лежащего в основе первого начала термодинамики, ростовая модель С. Броди приняла следующий вид:

$$W=A-B \cdot e^{-Kt}$$

$$W=A \cdot (1-e^{-K(t-t_1)})$$

Метод Н.В. Найденова. В основе ростовой модели лежит базовое уравнение:

$$\Delta Y / \Delta X = (A - Y) \cdot K,$$

В результате интегрирования, Н.В. Найденов предложил следующую ростовую модель:

$$Y = A \cdot (1 - 10^{-Kx}),$$

Обозначения:

Y-прирост промера за время X (от зачатия в месяцах);

Y-величина промера, см в возрасте X;

A-асимптота, величина промера в возрасте 72-80 месяцев, см;

K-константа роста промера = lg [(A-Y):A]/X.

При последовательном решении базового уравнения с помощью интегрального исчисления была получена уточненная формула ростовой модели. Она имеет следующий вид:

$$Y = A \cdot (1 - 10^{-Kx}),$$

$$Y = A \cdot (1 - 10^{-MKx}),$$

В частности, введена величина «K» (основание натуральных логарифмов 2,718282) в пятое уравнение или модуля десятичных логарифмов

( $M=0,4343\dots$ ) в шестое уравнение. Соответственно упрощение величины «К» через величину « $K_1$ »:

$$K_1 = \ln [(A-Y):A]/X \text{ или} \\ K_1 = \lg [(A-Y):A]/X.$$

В количественном отношении величина  $K_1$ , приближается к характеристике относительной нормы роста по С. Броди или удельной скорости роста по И.И. Шмальгаузену, предложенной в 1932 году. При этом разрешающие возможности ростовой модели Н.В. Найденова не изменятся, поскольку « $K$ »= $M \cdot K_1$ . В уравнении С. Броди наибольшую сложность представляет определение величины « $t_1$ », поправки на неравномерность роста с помощью графико-аналитического метода на полулогарифмической бумаге. В методе Н.В. Найденова такая поправка не используется и не составляет сложности для использования ростовой модели.

**Экспериментальный материал.** Для решения поставленной математической задачи были использованы результаты 10-летних наблюдений над группой телок и коров симментальской породы, потомков партии животных поступивших из Германии. Численность группы – 12 голов. Измерение животных проведено в следующем порядке: новорожденные, в 3-, 6-, в 9-, 12-, в 18-месячном возрасте, в 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7-, 8-, 9-, 10-летнем возрасте. Животные были полусестрами по отцу, Зениту 59, основателю линии в породе [1].

Живая масса животных: новорожденные 38 кг; в 12 месяцев – 300 кг; в 24 месяца – 510 кг; в 84 месяца – 680 кг. Живая масса до годовалого возраста определена ежемесячно, на втором году – один раз в три месяца, в последующем – ежегодно на 5-6 месяцах лактации и при бонитировках [2,3].

Таблица 1

Константы линейного роста коров для ростовых моделей

Промеры, см	A <sub>1</sub>	С. Броди		Н.В. Найденов		
		K	t <sub>1</sub> мес	K	K <sub>1</sub>	M*K <sub>1</sub>
Длина головы	49,0	0,102	4,0	0,028	0,064	0,028
Ширина лба	23,0	0,110	1,6	0,046	0,091	0,040
Высота в холке	142,0	0,090	0,90	0,038	0,086	0,037
Высота в крестце	148,5	0,090	0,90	0,040	0,091	0,040
Глубина груди	70,0	0,081	3,5	0,025	0,057	0,025
Ширина груди	46,0	0,079	3,0	0,024	0,055	0,024
Ширина зада в маклоках	53,0	0,065	3,8	0,017	0,040	0,017
Косая длина туловища	162,5	0,091	3,5	0,026	0,059	0,026
Длина зада	57,0	0,080	3,1	0,025	0,057	0,025
Обхват груди	206,0	0,080	3,1	0,024	0,055	0,024
Обхват пясти	22,0	0,065	0,5	0,041	0,094	0,041

Таблица 2

Результаты измерения животных и математического описания линейного роста, см

Промеры	Новорожденные	Возраст в месяцах														
		6			12			24			36			72		
		измерение	По Броди	По Найденову	измерение	По Броди	По Найденову	измерение	По Броди	По Найденову	измерение	По Броди	По Найденову	измерение	По Броди	По Найденову
Длина головы	21,4	35,0	34,0	30,0	42	41	36	47	47	43	49	48	46	49	49	49
Ширина лба	13,0	15,0	18,0	16,0	19	20	19	22	22	22	23	23	23	23	23	23
Высота в холке	76,0	107,0	104,0	104	122	120	120	136	134	134	141	139	140	142	142	142
Высота в крестце	83,0	113,0	108,0	11,0	129	125	127	142	140	141	146	146	146	148	148	148
Глубина груди	28	48,0	43,0	41,0	58	54	50	66	64	59	68	65	65	70	70	69
Ширина груди	18	30,0	29,0	26,0	39	35	32	43	42	39	44	44	42	46	46	46
Ширина зада в маклоках	16,0	31,0	28,0	24,0	39	36	30	48	45	39	51	49	45	53	53	52
Длина зада	22,5	38,0	36,0	33,0	46	44	40	55	52	49	57	55	53	57	57	57
Косая длина туловища	67,0	115	98	96	134	121	117	152	148	140	160	158	152	162	162	162
Обхват груди	80,2	132	129	116	162	158	141	186	185	178	200	199	189	206	206	204
Обхват пясти	12,5	17,0	15,0	17,0	18	16	19	21	19	21	21	21	21	22	22	22

Анализ данных в таблице 2, свидетельствует о том, что оба метода имеют высокую разрешающую возможность, достаточно надежны. Наибольшее совпадение фактических и расчетных данных наблюдается с возрастом животных или приближения к зрелому размеру (асимптоте).

Наименьшие отклонения наблюдаются по таким промерам в сравнении с измерением:

- Высота в холке – 2-3%;
- Высота в крестце – 3-4%;
- Глубина груди – 4-8%;
- Ширина груди – 8-9%;
- Обхват груди – 2-4%;

Обхват пясти – до 1%.

Оба метода базируются на фундаментальной теоретической основе и доступном математическом аппарате.

В методе Н.В. Найденова для характеристики темпов роста отдельных статей введена величина  $R=100 \cdot K$ . Период роста разделен на отдельные этапы:

От оплодотворения до 10 месяцев (0,5 месяца после рождения); от 11 до 20 месяцев; от 21 до 30 месяцев; от 31 до 40 месяцев; от 41 до 80 месяцев.

На каждом этапе определяется величина «К». Например, увеличение высоты в холке в эмбриональном периоде происходит в 3,54 раза быстрее, чем на последующем этапе.

Показатель « $100 \cdot K$ » используется также в

методе Броди для количественной характеристики отклонений в росте, а также для сравнения особенностей роста телок разных пород.

Использование математических ростовых моделей позволяет описать возрастные кривые роста отдельных животных и групп животных. Это в свою очередь дает возможность оценить интенсивность роста на отдельных этапах постэмбриогенеза. Собственно, внести коррективы в схемы кормления. В дальнейшем осуществляется сравнение с эталонами американских породных типов и ростовыми стандартами для элитных групп и установленными в бонитировочных стандартах. Применение описанных методик в отечественной зоотехнии весьма актуально и значимо.

#### **Список использованной литературы:**

1. Лебедько Е.Я., Демьянчук В.П. Модельные молочные коровы идеального типа: Учебное пособие.–Брянск: Издательство БГСХА, 2008.–84с.
2. Лебедько Е.Я. Измерение крупного рогатого скота: Практическое руководство.–Брянск: Издательство БГСХА, 2009.–90с.
3. Лебедько Е.Я. Определение живой массы сельскохозяйственных животных по промерам: Практическое руководство.–М.:Аквариум, 2009.–64с.
4. Лебедько Е.Я. Модельные молочные коровы идеального типа // Эффективное животноводство.– 2009.–№6.–С. 18-19

*У статті узагальнені аналітичні дані довголітніх наукових досліджень з математичного опису ростових моделей і взаємозв'язку «вік-розміри тіла» у модельних телиць і корів ідеального типу. Приведені розрахункові константи лінійного збільшення корів для ростових моделей. Показана вирішуюча можливість двох ростових моделей для молочних корів.*

**Ключові слова:** Селекція, модель, ідеальний тип, молочна корова, константа, коефіцієнт зростання, жива маса, закон термодинаміки, відбір, підбір.

*The paper summarizes the analytical data of many years of research on the mathematical description of growth patterns and relationships "age, body size" of the model heifers and cows, the ideal type. The calculated constants of the linear growth of cows for growth models. It is shown that the possibility of resolving the two growth models for dairy cows.*

**Key words:** Selection, model, an ideal type, dairy cow, a constant growth rate, live weight, the law of thermodynamics, selection, selection.

Дата надходження в редакцію: 10.10.2012 р.

Рецензент: д.с.г.н., професор Л.М. Хмельничий