

槟榔江水牛体重及体尺生长规律的研究*

熊飞¹, 苗永旺^{1**}, 李大林², 袁峰¹, 李卫真¹, 屈在久³

(1. 云南农业大学 动物科学技术学院, 云南 昆明 650201;

2. 云南巴福乐水牛技术研究所, 云南 昆明 650021;

3. 云南省腾冲县畜牧技术推广中心, 云南 腾冲 679100)

摘要: 为了阐明槟榔江水牛的生长发育规律, 分别利用 Brody, Gompertz 和 Logistic 模型对其体重、体高、体斜长、胸围、腹围、管围 6 个指标进行了累积生长曲线方程的拟合和比较分析, 并利用日增重描述了该水牛的绝对生长, 进一步采用改进的计算方法对其相对生长规律作了分析。结果表明: 3 种曲线模型拟合的效果都很好 ($r^2 > 0.95$)。通过比较各个性状的拟合度, Brody 模型的拟合度最大, 最适合用于槟榔江水牛的生长发育研究。由 Gompertz 模型计算出槟榔江水牛公牛的拐点月龄和拐点体重分别为 7.1 月龄和 122.4 kg; 母牛的拐点月龄和拐点体重分别为 6.0 月龄和 107.9 kg。公、母牛都在 6 月龄达到绝对生长高峰, 而 18 月龄绝对生长速度最慢。公牛的日增重呈先下降后上升的过程。母牛的日增重出现了 2 个峰, 一个在 6 月龄, 另一个在 24 月龄。公、母牛的相对生长曲线较一致, 后期生长强度明显不如前期, 整条曲线大致上呈下降趋势, 表明在幼年时新陈代谢旺盛, 生长发育的强度大, 成年后趋于稳定。本研究提示应加强槟榔江水牛的饲养管理, 特别应重视其母牛和育成期牛的饲养管理。

关键词: 槟榔江水牛; 生长曲线; 累积生长; 绝对生长; 相对生长

中图分类号: S 823.83 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-390X (2011) 04-0472-07

Growth Regularities of Body Weight and Size of Binglangjiang Buffalo

XIONG Fei¹, MIAO Yong-wang¹, LI Da-lin², YUAN Feng¹, LI Wei-zhen¹, QU Zai-jiu³

(1. College of Animal Science and Technology, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China;

2. Yunnan Institute of BAFULE Bafflo Science and Technology, Kunming 650021, China;

3. Popularization and Service Center of Animal Science and Technology of Tengchong, Tengchong 679100, China)

Abstract: To elucidate growth and development patterns of Binglangjiang buffalo, Brody, Gompertz and Logistic model were employed to fit its cumulative growth curves by using 6 experimental indexes (viz. body weight, body height, body slanting length, chest circumference, abdominal circumference, circumference of cannon bone). Meanwhile, average daily gain (ADG) was adopted to describe and analyse its absolute growth, and an improved method was used to analyse its relative growth. The results revealed that three models could be fitted very well for all the indexes analyzed ($r^2 > 0.95$), and Brody model was the best model for studying growth and development patterns of Binglangjiang buffalo. The growth age and body height at inflection points estimated by using Gompertz model were 7.1 months old and 122.4 kg for male, and 6.0 months old and 107.9 kg for female buffalo, respectively.

收稿日期: 2010-11-29

修回日期: 2010-12-21

网络出版时间: 2011-07-11 10:59

* 基金项目: 云南省应用基础研究重点项目 (2007C0003Z); 国家自然科学基金项目 (30660024); 云南省应用基础研究计划面上项目 (2006C0034M, 2007C057M); 国家高技术研究发展计划 (“863”计划) 项目 (2008AA101001); 云南省教育厅科学研究基金项目 (2010Y344)。

作者简介: 熊飞 (1985-), 男, 江西赣州人, 硕士研究生, 主要从事动物分子遗传研究。

** 通讯作者 Corresponding author: 苗永旺 (1964-), 男, 内蒙古通辽市人, 博士, 教授, 主要从事动物遗传学研究。E-mail: yongwangmiao999@yahoo.com.cn

网络出版地址: http://www.cnki.net/kcms/detail/53.1044.S.20110711.1059.201104.472_032.html

Both of the male and female buffalo reached their absolute growth peak at 6 months old and their absolute growth rate became slowest at 18 months old. The ADG of male buffalo first descended, and then ascended, while the ADG of female buffalo was relatively complicated. There were two absolute growth peaks, one at their 6 months old, and the other at their 24 months old. The relative growth curve of male and female buffalo were basically similar, The growth intensity at later stage was significantly inferior to that of at early stage, The relative growth curve displayed generally downward trend, which indicated that the vigorous metabolism and the highest growth intensity for juvenile buffalo, and tending to be stable for the adult animals. The results in this study suggested that we should strengthen the feeding and management of Binglangjiang buffalo, especially its female buffalo and growing buffalo.

Key words: Binglangjiang buffalo; growth curve; cumulative growth; absolute growth; relative growth

水牛在动物分类学上的地位为哺乳纲 (Mammalia), 偶蹄目 (Artiodactyla), 反刍亚目 (Ruminantia), 牛科 (Bovidae), 水牛属 (*Bubalus*), 属下又分为亚洲水牛种 (*Bubalus bubalis*) 和非洲水牛种 (*Syncerus*)。家养水牛属于亚洲水牛种, 又分为河流型水牛 (river) 和沼泽型水牛 (swamp)^[1-3]。沼泽型水牛多为役用, 河流型水牛主要为乳用^[4]。传统意义上的中国水牛属沼泽型水牛, 但近年在云南西部槟榔江流域发现了我国第一个本土河流型水牛类群——槟榔江水牛。该牛具有重要的研究和开发价值, 是发展中国水牛乳业的宝贵遗传资源。槟榔江水牛与国外河流型水牛外貌特征极为相似, 如被毛稀短, 皮薄黝黑, 被毛黑色; 角基扁, 角型螺旋形, 角质黑色; 乳房发育良好等, 但在体型上该牛比国外著名的河流型水牛小^[2-3,5-6]。该牛产奶量较高, 平均泌乳天数为 269.53 d, 年平均产奶量为 2 452.20 kg, 产奶量最高的个体可达到 3 685.80 kg^[7]; 乳中乳脂、乳蛋白、乳糖含量分别为 10.80%, 5.26%, 4.88%^[7]。

研究家畜的生长发育, 揭示其生长发育规律, 对家畜的培育和饲养管理具有重要指导意义^[8]。通常采用定期称重和测量体尺的方法, 计算出家畜不同时期的累积生长、绝对生长和相对生长, 进而拟合出生长曲线, 来分析家畜的生长发育规律^[8]。生长曲线可用来描述动物体重或器官重量、体尺随年龄增长而发生的规律性变化过程。近年来, 已建立了多种非线性的数学模型对家畜生长发育规律进行描述, 其中, Brody, Gompertz 和 Logistic 曲线模型对家畜生长曲线拟合效果好, 在进行动物生长发育规律研究时被广泛采用^[9-12]。国内对牛生长发育规律的研究主要集中在

在黄牛上, 前人已分别对福建黄牛、湘西黄牛、南阳黄牛、中国荷斯坦牛、徽成盆地黄牛、安格斯杂种后代、三峡库区川南黄牛及杂种后代的生长发育规律进行了研究, 且都建立了合适的生长曲线的拟合方程^[13-19]。水牛的生长发育研究, 特别是生长曲线方程拟合方面的研究很少, 有关槟榔江水牛生长曲线的研究未见报道。本研究以槟榔江水牛良种繁育场的槟榔江水牛体尺、体重数据为基础, 采用 Brody, Gompertz 和 Logistic 曲线方程对该水牛的体尺、体重性状进行拟合和比较, 并分析了该牛不同时期的绝对生长和相对生长情况, 以全面阐明槟榔江水牛的生长发育规律, 揭示其种质特性, 为其选育和合理的饲养管理提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

本文 82 头公牛、114 头母牛的初生、6 月龄、12 月龄、18 月龄、24 月龄和 30 月龄的体尺、体重数据由云南腾冲县巴福乐槟榔江水牛良种繁育有限公司提供。初生只测量了体重, 体尺未进行测量。

1.2 生长曲线方程拟合

利用 SPSS 16.0 软件, 根据槟榔江水牛各月龄的平均体尺、体重, 运用 Brody, Gompertz 和 Logistic 模型建立月龄与体尺、体重的回归方程, 对累积生长曲线进行拟合。用残差平方和与相关指数 r^2 (拟合度) 的大小评价拟合的结果。若残差平方和越小或 r^2 越大, 说明此曲线方程越能反映槟榔江水牛的生长发育规律, 同时, 根据曲线方程推算出拐点的体重和月龄。

1.2.1 Brody 模型

$$y = A (1 - Be^{-kt})$$

式中 y 为 t 月龄的体尺或体重, A 为成熟体尺或体重极限值, B 为未知参数, k 为生长速率参数^[9]。

1.2.2 Gompertz 模型

$$y = Ae - Be^{-kt}$$

式中 y 为预测 t 月龄时的体重, A 为极限体重生长量, B 为待定参数, k 为瞬时相对生长率。拐点月龄为 $(\ln B) / k$, 拐点体重为 $A/e^{[10-11]}$ 。

1.2.3 Logistic 模型

$$y = \frac{A}{1 + (Be^{-kt})}$$

式中 y 为 t 月龄时的体尺或体重, A 为体尺或体重增长极限值, k 为生长速率, B 为待定参数。拐点月龄为 $(\ln B) / k$, 拐点体重为 $A/2^{[10,12]}$ 。

1.3 绝对生长

绝对生长指用以描述某个时期家畜生长发育的绝对速度。本文采用日增重描述槟榔江水牛的绝对生长规律。利用 Excel 2003 软件计算出槟榔江水牛体重的绝对生长, 然后根据结果作出相应的曲线图。

$$G = \frac{W_1 - W_0}{30 \times (t_1 - t_0)}$$

式中 G 为日增重, W_1, W_0 分别为末重 (后一次测定的重量或体尺) 和始重 (前一次测定的重量或体尺), t_1 为后一次测定的月龄, t_0 为前一次测定的月龄^[8]。

1.4 相对生长

利用 Excel 2003 软件计算出槟榔江水牛体重的相对生长, 然后根据结果作出相应的曲线图。

相对生长表示生长发育的强度, 本文采用改进的方法计算相对生长。

$$R = \frac{W_1 - W_0}{(W_1 + W_0)/2}$$

R 表示相对生长, W_1, W_0 分别为末重 (后一次测定的重量或体尺) 和始重 (前一次测定的重量或体尺)^[8]。

2 结果与分析

2.1 体尺、体重的平均值与标准差

不同性别槟榔江水牛 0~30 月龄的体重和体尺各项指标的平均值及标准差见表 1。除管围外, 公、母牛各月龄的体重、体尺都增长明显。公、母牛体重在 0~6 月龄增长最快, 分别增长了 85.20 和 81.25 kg。由于缺乏出生时的体尺资料, 只能进行 6 月龄到 30 月龄体尺资料的分析。表 1 显示, 在 6~12 月龄间, 体尺增长较快, 公牛和母牛体高、体斜长、胸围、腹围、管围分别增长了 14.57, 16.05, 20.02, 17.61, 0.94 cm 和 14.51, 17.65, 23.28, 20.62, 1.24 cm, 之后增长趋于缓慢, 在 24~30 月龄间增长最慢。公母牛比较显示, 除 24 月龄的腹围外, 公牛各阶段的体重和体尺都大于母牛。

表 1 槟榔江水牛不同月龄的体重和体尺
Tab. 1 Body weights and sizes of Binglangjiang buffalo at different ages

月龄 months	性别 sex	体重/kg body weight	体高/cm body height	体斜长/cm body slanting length	胸围/cm chest circumference	腹围/cm abdominal circumference	管围/cm circumference of cannon bone
0	公 male	35.24 ± 4.08					
	母 female	32.70 ± 5.33					
6	公 male	120.44 ± 21.27	96.35 ± 3.56	94.80 ± 7.16	124.73 ± 5.10	141.35 ± 10.14	14.99 ± 0.81
	母 female	113.95 ± 17.52	94.54 ± 4.11	91.63 ± 5.56	120.84 ± 6.38	135.93 ± 10.36	14.21 ± 1.00
12	公 male	186.28 ± 43.14	110.92 ± 6.71	110.85 ± 8.71	144.75 ± 9.99	158.96 ± 11.58	15.93 ± 1.09
	母 female	185.03 ± 20.48	109.05 ± 5.06	109.28 ± 6.56	144.12 ± 7.50	156.55 ± 7.74	15.45 ± 0.76
18	公 male	216.36 ± 32.75	115.00 ± 7.49	115.11 ± 8.19	154.64 ± 13.87	172.05 ± 12.90	17.00 ± 1.52
	母 female	206.94 ± 27.49	111.96 ± 4.89	113.42 ± 6.80	148.42 ± 7.48	162.28 ± 8.94	16.10 ± 0.89
24	公 male	259.05 ± 25.55	122.17 ± 3.42	122.97 ± 2.77	163.00 ± 3.99	173.93 ± 7.84	17.08 ± 0.78
	母 female	258.51 ± 27.10	120.52 ± 4.24	122.85 ± 3.39	160.98 ± 5.76	176.67 ± 8.96	17.13 ± 0.93
30	公 male	306.33 ± 29.14	122.33 ± 4.36	126.94 ± 6.23	167.00 ± 6.40	183.55 ± 6.98	18.22 ± 1.00
	母 female	279.40 ± 10.07	121.20 ± 5.01	125.00 ± 4.64	166.90 ± 7.27	179.70 ± 4.76	17.70 ± 0.86

2.2 生长曲线方程拟合分析

采用 Brody、Gompertz 和 Logistic 3 种曲线模型对槟榔江水牛体重和体尺各项指标的拟合的结果见表 2。3 种曲线方程对公、母牛各性状的拟合

度 r^2 均大于 0.95, 表明以上 3 种模型都能很好地描述槟榔江水牛的生长发育规律。但 Brody 模型的 r^2 值最大, 其次为 Gompertz 模型, Logistic 模型的 r^2 值最小。

表 2 不同生长曲线模型拟合参数的估计值与拟合度

Tab. 2 The estimated values of parameters (k) and degree of fitting (r^2) under different growth curve mod

模型 model	指标 index	公 male				母 female			
		A	B	k	r ²	A	B	k	r ²
Brody	体重 body weight	429.904 5	0.908 6	0.036 3	0.992 8	350.587 3	0.904 6	0.049 4	0.993 0
	体高 body height	124.985 7	0.427 5	0.105 2	0.984 3	125.009 8	0.410 4	0.088 9	0.972 6
	体斜长 body slanting length	132.687 8	0.438 6	0.074 1	0.983 7	129.761 2	0.484 6	0.085 5	0.980 4
	胸围 chest circumference	173.490 7	0.461 7	0.083 3	0.998 5	176.837 4	0.466 4	0.067 8	0.973 9
	腹围 abdominal circumference	190.004 2	0.398 9	0.074 4	0.983 3	192.896 7	0.423 5	0.061 9	0.978 5
	管围 circumference of cannon bone	23.846 3	0.410 7	0.017 5	0.951 9	21.377 6	0.394 3	0.027 8	0.993 7
Gompertz	体重 body weight	332.651 8	1.929 6	0.092 0	0.982 5	293.176 6	1.966 2	0.111 8	0.986 3
	体高 body height	124.586 1	0.511 8	0.116 4	0.983 8	124.435 7	0.491 9	0.099 8	0.971 8
	体斜长 body slanting length	131.577 8	0.538 1	0.086 1	0.982 5	128.812 3	0.605 3	0.098 9	0.979 2
	胸围 chest circumference	172.183 4	0.572 1	0.096 6	0.998 2	174.857 9	0.582 8	0.080 5	0.972 4
	腹围 abdominal circumference	188.549 2	0.480 0	0.085 9	0.982 7	190.655 5	0.518 1	0.073 5	0.978 0
	管围 circumference of cannon bone	22.644 2	0.475 1	0.024 7	0.951 6	20.653 8	0.463 2	0.036 8	0.993 6
Logistic	体重 body weight	310.439 8	4.483 2	0.143 0	0.970 6	278.545 0	4.668 6	0.169 5	0.975 5
	体高 body height	124.246 4	0.615 3	0.127 8	0.983 2	123.960 3	0.592 0	0.110 8	0.971 0
	体斜长 body slanting length	130.701 5	0.663 3	0.098 1	0.981 3	128.061 9	0.760 9	0.112 4	0.978 0
	胸围 chest circumference	171.137 6	0.713 2	0.109 9	0.997 7	173.352 2	0.732 0	0.093 2	0.970 8
	腹围 abdominal circumference	187.366 8	0.580 2	0.097 6	0.982 1	188.925 8	0.637 0	0.085 3	0.977 4
	管围 circumference of cannon bone	21.884 4	0.551 4	0.031 9	0.951 3	20.156 2	0.545 8	0.045 8	0.993 5

2.3 累积生长分析

由表 2 可知, 比较各个性状的拟合度, Brody 模型的 r^2 最大, 最适合用于槟榔江水牛的生长发育研究。由此得到槟榔江水牛各项观察指标的生长曲线方程, 见表 3。

表 3 槟榔江水牛的生长曲线方程

Tab. 3 The growth curve equation of Binglangjiang buffalo

指标 index	性别 sex	生长曲线方程 the growth curve equation
体重 body weight	公 male	$y = 429.90 \times (1 - 0.91e^{-0.04t})$
	母 female	$y = 350.59 \times (1 - 0.90e^{-0.05t})$
体高 body height	公 male	$y = 124.99 \times (1 - 0.43e^{-0.11t})$
	母 female	$y = 125.01 \times (1 - 0.41e^{-0.09t})$
体斜长 body slanting length	公 male	$y = 132.69 \times (1 - 0.44e^{-0.07t})$
	母 female	$y = 129.76 \times (1 - 0.48e^{-0.09t})$
胸围 chest circumference	公 male	$y = 173.49 \times (1 - 0.46e^{-0.08t})$
	母 female	$y = 176.84 \times (1 - 0.47e^{-0.07t})$
腹围 abdominal circumference	公 male	$y = 190.00 \times (1 - 0.40e^{-0.07t})$
	母 female	$y = 192.90 \times (1 - 0.42e^{-0.06t})$
管围 circumference of cannon bone	公 male	$y = 23.85 \times (1 - 0.41e^{-0.02t})$
	母 female	$y = 21.38 \times (1 - 0.39e^{-0.03t})$

根据 Brody 曲线方程做出的槟榔江水牛公、母牛体重的生长曲线见图 1。公、母牛的生长曲线形状相似, 前期体重增长明显, 后期趋于缓慢, 公牛各年龄阶段的体重都高于母牛。从拟合的结果来看, Brody 的拟合效果最佳, 但由于 Brody 模型不能计算拐点月龄和拐点体重, 因此, 利用拟合效果较好的 Gompertz 曲线方程计算拐点月龄和拐点体重。结果显示, 槟榔江水牛公牛和母牛分别在 7.1 月龄和 6.0 月龄时体重出现拐点, 拐点体重分别为 122.4 和 107.9 kg。在拐点之前, 生长曲线显示体重增长速度快; 在拐点之后, 体重增长速度趋于缓慢。

由于缺乏出生时的体尺资料, 可由曲线方程估算, 当 $t=0$, 可算出初生重的体尺, $t \rightarrow \infty$, y 值趋于成熟体尺。根据 Brody 曲线方程做出的槟榔江水牛公、母牛体尺的生长曲线见图 2, 3。胸围和腹围生长曲线的形状相似, 表明两性状在不同月龄间的生长规律相近; 体斜长和体高曲线相似, 两曲线几乎重叠, 表明两者在同一阶段增长的幅度几乎相

同。从总的趋势来看，在 18 月龄前，除管围外，其他体尺指标均有较快增长，之后趋于缓慢。公、母牛相同体尺指标的生长曲线较一致，前期槟榔江牛的体尺增长较快，特别在 0~6 月龄，体尺增长最快；后期变缓，趋于稳定。

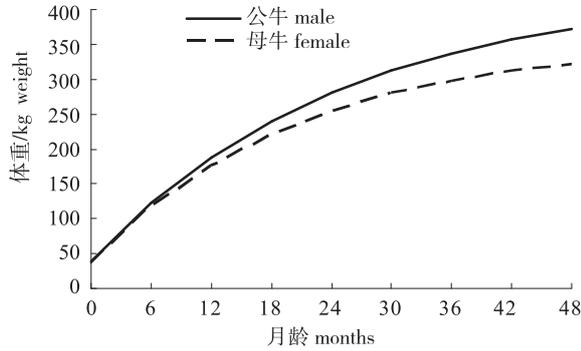


图 1 槟榔江水牛体重Brody模型生长曲线图
Fig. 1 The body growth curve of Binglangjiang buffalo fitted by Brody model

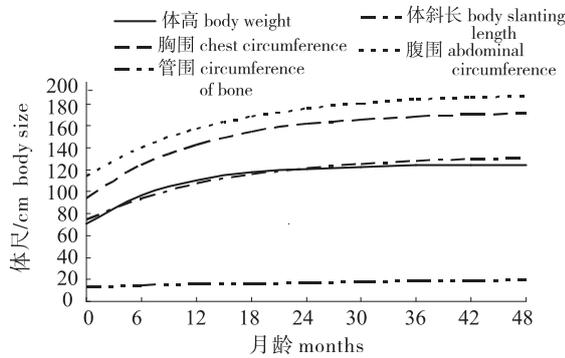


图 2 槟榔江水牛公牛体尺指标Brody模型曲线图
Fig. 2 The body size growth curve of Binglangjiang male buffalo fitted by Brody model

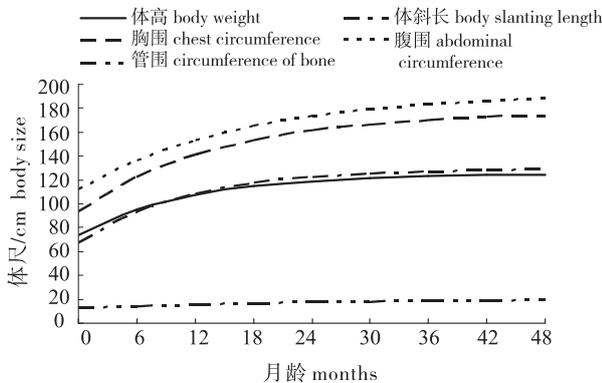


图 3 槟榔江水牛母牛体尺指标Brody模型曲线图
Fig. 3 The body size growth curve of Binglangjiang female buffalo fitted by Brody model

2.4 绝对生长与相对生长

槟榔江水牛绝对生长结果及曲线见表 4 和图

4。公、母牛都在 6 月龄达到绝对生长速度高峰，而 18 月龄生长速度最低。公牛的日增重呈现先下降后上升的过程。母牛的日增重较复杂，出现两个峰，一个在 6 月龄，另一个在 24 月龄。公、母牛平均最大日增重都出现在 0~6 月龄，分别为 0.473 6 和 0.451 4 kg，而公、母牛平均最小日增重分别在 12~18 月龄和 24~30 月龄，分别为 0.167 0 和 0.116 0 kg。据估算，在 0~8 月龄、14~21 月龄和 26~30 月龄公牛的生长速度大于母牛，而 8~14 月龄和 21~26 月龄则相反。

槟榔江水牛相对生长结果及曲线见表 4 和图 5。公、母牛的相对生长曲线较一致，后期生长强度明显不如前期，整条曲线大致上呈下降趋势。公牛和母牛在 0~6 月龄生长强度最大。公牛在 0~18 月龄，生长强度逐渐下降，18 月龄时生长强度最小，之后生长强度趋于稳定。母牛在 0~18 月龄，曲线逐渐下降，在 6 月龄生长强度最大，18 月龄时生长强度到达低谷，之后又有个上升的趋势，在 24 月龄达到另一个高峰，后逐渐下降。经估算，在 0~15 月龄和 21~26 月龄间母牛的生长强度大于公牛，而在 15~21 月龄和 26~30 月龄，则相反。由此可见，在初生后的几个月，公牛的生长速度比母牛快，但是生长强度不如母牛。

表 4 槟榔江水牛日增重与相对增重

Tab. 4 Average daily gain (ADG) and relative growth of Binglangjiang buffalo

月龄 months	日增重/kg ADG		相对生长 relative growth	
	公 male	母 female	公 male	母 female
0~6	0.473 6	0.4514	0.273 8	0.277 0
6~12	0.365 9	0.394 9	0.107 4	0.118 9
12~18	0.167 0	0.121 7	0.037 3	0.027 9
18~24	0.237 2	0.286 5	0.044 9	0.055 4
24~30	0.262 6	0.116 0	0.041 8	0.019 4

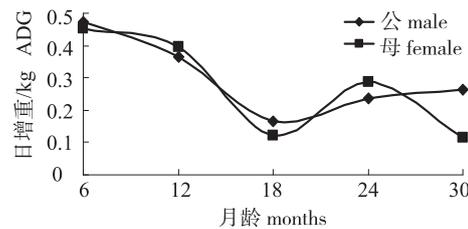


图 4 槟榔江水牛体重的绝对生长曲线图
Fig. 4 The absolute growth curve of body weight of Binglangjiang buffalo

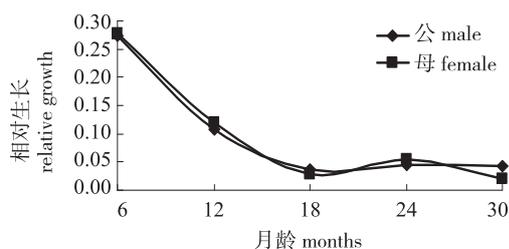


图5 槟榔江水牛体重相对生长曲线图
Fig. 5 The relative growth curve of body weight of Binglangjiang buffalo

3 讨论

本文通过槟榔江水牛生长曲线方程拟合分析,发现 Brody, Gompertz 和 Logistic 3 种曲线方程都能较好地反映槟榔江水牛的生长发育规律。相比较而言, Brody 曲线模型拟合度最高,拟合效果最好,其次是 Gompertz 模型,最后是 Logistic 模型。所以,可采用 Brody 模型进行槟榔江水牛的生长发育研究。

从体重的累积生长来看,基本呈“S”形,揭示槟榔江水牛公、母牛均为前期体重增长较快,后期趋于缓慢的趋势。由 Gompertz 方程计算出该水牛公牛和母牛的生长拐点的月龄和体重,分别为 7.1 月龄、122.4 kg 和 6.0 月龄、107.9 kg。在拐点之前,体重累积增长速度快,而在拐点之后,体重累积增长速度趋于缓慢。所以,在饲养过程中,注意加强拐点前后的营养水平,以保证获得理想的增重效果。另外,本文分析结果还揭示出公牛的拐点月龄和体重都比母牛的大,因此,在饲养过程中应考虑公、母牛在体重增长规律上的差异,按性别实施科学的饲养管理。从槟榔江水牛体尺指标累积生长来看,除管围外,其他各项指标在 18 月龄前增长明显,其中,0~12 月龄的体尺增长较快,之后增长趋于缓慢。这揭示出与体重基本一致的规律,即早期该水牛生长发育快,后期生长变缓。

绝对生长是检查家畜营养水平的重要指标,一般在其性成熟之前,绝对生长随着年龄增长逐渐增加,到达性成熟之后,随着年龄增长逐渐下降。从槟榔江水牛体重的绝对生长曲线来看,公、母牛都在 6 月龄达到绝对生长速度高峰,但该牛绝对生长曲线与一般家畜的绝对生长的变化规律和趋势存在一定的差异,明显的未呈现出典型的“钟形”曲线。特别是在 6 月龄到性成熟之前,

该牛的绝对生长基本呈下降趋势,这揭示该牛在饲养管理过程中可能存在一些问题。其绝对生长曲线出现异常,可能与犊牛断奶后,饲料供给不充分,营养水平跟不上有关。

槟榔江水牛体重的生长强度随着月龄的增长而下降,尽管公、母牛表现略有差异,但两者均表现出在 0~6 月龄生长强度最大。这与家畜一般的生长发育规律基本一致,即在幼年时由于新陈代谢旺盛,生长发育强度较大,而成年后生长强度则趋于稳定。

以上结果揭示出,槟榔江水牛在 0~12 月龄,特别是在 0~6 月龄生长发育速度快,生长强度大;但该牛绝对生长曲线出现异常,揭示其断奶后营养水平较差,对其正常的生长发育产生了影响。为了取得较好的培育效果,充分发挥其种用价值和提高经济效益,建议在槟榔江水牛饲养过程中应格外重视饲养管理。可从提高怀孕母牛及其产后的营养水平,犊牛断奶后给予充足的饲料并适当补充精料和保持牛舍良好的卫生环境等方面入手,改善槟榔江水牛的生长发育状况。

[参考文献]

- [1] 徐旺生. 中国家水牛的起源问题研究(上) [J]. 四川畜牧兽医, 2005, 32 (3): 56.
- [2] 苗永旺, 李大林, 霍金龙, 等. 中国水牛的遗传多样性与起源分化 [J]. 中国牛业科学, 2008, 34 (4): 16-20.
- [3] 屈在久, 李大林, 苗永旺, 等. 槟榔江水牛种质资源调查与评价 [J]. 云南农业大学学报: 自然科学版, 2008, 23 (2): 265-269.
- [4] 章纯熙. 水牛产业资源的利用和开发 [J]. 中国食物与营养, 2006 (3): 19-21.
- [5] 屈在久, 沈雪鹰, 杨加用, 等. 腾冲槟榔江水牛的起源及初步研究 [J]. 云南畜牧兽医, 2008 (A02): 34-37.
- [6] 李大林, 霍金龙, 霍海龙, 等. 槟榔江水牛群体遗传结构的 RAPD 分析 [J]. 云南农业大学学报: 自然科学版, 2007, 22 (3): 340-344.
- [7] 刘成果. 中国奶业年鉴 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2008: 264.
- [8] 刘震乙. 家畜育种学 [M]. 北京: 农业出版社, 1981: 13-39.
- [9] 王玲, 左福元, 周沛, 等. 不同性别的川南山地黄牛生长曲线分析 [J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2010, 35 (3): 204-207.

- [10] 杨远清. 动物生长曲线拟合方法探讨 [J]. 畜牧兽医学报, 1992, 23 (3): 219-224.
- [11] LAIRD A K. Postnatal growth of birds and mammals [J]. *Growth*, 1966, 30 (3): 1027-1038
- [12] WU R L, MA C X, CHANG M, et al. A logistic mixture model for characterizing genetic determinants causing differentiation in growth Trajectories [J]. *Genetical Research*, 2002, 79 (3): 235-245
- [13] 徐学荣. 福建黄牛生长发育规律的曲线拟合研究 [J]. 农业系统科学与综合研究, 1998, 14 (1): 9-12.
- [14] 姚亚铃, 陈斌, 李青. 湘西黄牛母牛生长曲线的探讨 [J]. 中国牛业科学, 2006, 33 (1): 17-18.
- [15] 张丽, 张良志, 张爱玲, 等. 南阳黄牛体重曲线拟合的比较分析 [J]. 广东海洋大学学报, 2008, 28 (1): 98-100.
- [16] 毛永江, 杨章平, 王杏龙, 等. 中国荷斯坦牛早期生长曲线拟合研究 [J]. 中国畜牧杂志, 2009, 45 (3): 1-4.
- [17] 张文举. 徽成盆地黄牛生长曲线方程的研究 [J]. 甘肃畜牧兽医, 1998, 28 (1): 3-6.
- [18] 王玲, 左福元, 周沛. 安格斯杂种后代生长曲线拟合分析 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2007 (9): 37-38.
- [19] 左福元, 王玲, 周沛, 等. 三峡库区川南山地黄牛及杂种后代生长曲线拟合分析 [J]. 中国畜牧杂志, 2010, 46 (9): 1-4.

(上接第457页)

于加热水浴液, 而解冻档的火力较小, 适用于固定等步骤中维持试剂的温度。在各个操作步骤中, 都应注意水浴温度的保持, 避免温差过大, 影响实验效果^[12]。可通过在每一步操作前都用温度计测温的方法来保持水浴的温度。

目前微波石蜡切片在植物上的应用还比较少, 不同的植物组织、相同植物的不同部位和不同成熟程度的植物组织, 需要的处理时间可能需要作适当调整以使切片后的组织完整不变形以满足实验的需要。在动物组织的实验中已有报道说明微波石蜡切片切片不会对样品的后处理, 例如常规染色和利用免疫组织化学对组织中的目标物进行定位观察等产生明显影响且与传统石蜡切片的结果基本一致^[13]。但其是否适合植物组织的除苯胺蓝外的染色观察, 尤其是能否有效对植物在受到细菌和真菌等病原物侵染后组织化学的观察, 还需要更广泛和系统地研究及验证。

[参考文献]

- [1] 张锦生. 现代组织化学原理及应用 [M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 2003: 17-18.
- [2] 方中达. 植病研究方法 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 91-93.
- [3] 王立东, 孙予, 郭花芹. 微波固定组织与福尔马林固定组织的比较 [J]. 临床与实验病理学杂志, 1992, 8 (1): 52-54, T044.
- [4] SCHICHNES D, NEMSON J A, RUZIN S E. Microwave protocols for plant and animal paraffin microtechnique [J]. *Microscopy Today*, 2005, 13 (3): 50-53.
- [5] SCHICHNES D, NEMSON J A, SOHLBERG L, et al. Microwave protocols for paraffin microtechnique and in situ localization in plants [J]. *Microscopy and microanalysis*, 1999, 4 (5): 491-496.
- [6] 杨虎彪, 李晓霞, 罗丽娟. 植物石蜡制片中透明和脱蜡技术的改良 [J]. 植物学报, 2009, 44 (2): 230-235
- [7] 郑兴峰. 石蜡切片法中细长或薄片状材料的包埋 [J]. 生物学杂志, 2003, 20 (4): 43, 41.
- [8] 杨捷频. 常规石蜡切片方法的改良 [J]. 生物学杂志, 2006, 23 (1): 45-46.
- [9] 朱书生, 刘西莉, 刘鹏飞, 等. 6种染色方法对黄瓜霜霉病菌不同发育阶段的染色效果比较 [J]. 植物病理学报, 2006, 36 (1): 86-90.
- [10] SCHICHNES D, NEMSON J A, RUZIN E S. Microwave paraffin techniques for botanical tissues [M] // *Microwave Techniques and Protocols*. New York: Humana Press, 2001: 181-188.
- [11] 潘美华, 王晓秋. 微波技术在快速石蜡切片中的应用 [J]. 临床与实验病理学杂志, 1993, 9 (3): 216-217.
- [12] 侯春春, 徐水. 浅析影响石蜡切片质量的关键因素 [J]. 中国农学通报, 2009, 25 (23): 94-98.
- [13] 王亚东, 吴明. 微波处理抗原修复后免疫组化染色效果的比较 [J]. 现代消化及介入诊疗杂志, 1999, 4 (3): 55-56.