

不同性别黑番鸭生长曲线的拟合和分析

朱志明¹, 黄种彬², 钟志新², 缪中纬¹, 陈 晖¹, 郑嫩珠¹

(1. 福建省农业科学院畜牧兽医研究所, 福建 福州 350013; 2. 福建省石狮市水禽保种中心, 福建 石狮 362700)

摘 要: 以黑番鸭为试验材料, 测定了不同性别黑番鸭从初生到 10 周龄的体重, 用 Gompertz、Logistic、von Bertalanffy 3 种非线性生长模型拟合其生长曲线, 研究不同性别黑番鸭生长模式的差异。结果表明: 公、母黑番鸭在 4 周龄前生长较为缓慢, 4 周龄后生长速度开始明显加快, 在 6~10 周龄达到生长高峰。通过比较拟合度 (R^2) 发现 3 种曲线模型拟合度均达到 0.99 以上, 但 Gompertz 模型的拟合结果更接近于实际测量值, 拟合效果最佳。进一步比较不同性别黑番鸭 Gompertz 模型拟合参数, 结果发现公鸭和母鸭相比, 有较高的初始体重、极限体重和拐点体重, 但公鸭拐点周龄为 5.3 周, 较母鸭的 4.3 周晚。公黑番鸭的 Gompertz 模型方程为: $W = 3111.4 [\exp - 4.4482 \exp (-0.2802t)]$, 母黑番鸭的 Gompertz 模型方程为 $W = 2100.4 [\exp - 4.1071 \exp (-0.3225t)]$ 。

关键词: 黑番鸭; 生长曲线; 体重; 模型

中图分类号: S 858

文献标识码: A

Analysis and Fitting of Growth Curve in Different Sexual Black Muscovy

ZHU Zhi-ming¹, HUANG Zhong-bin², ZHONG Zhi-xin², MIAO Zhong-wei¹, CHEN Hui¹, ZHENG Nen-zhu¹

(1. Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China; 2. ShiShi Waterfowl Conservation Center, Shishi, Fujian 362700, China)

Abstract: As the black Muscovy for experimental material, the early bodyweight of different sexual black Muscovy from 0 to 10 weeks old were measured, in order to investigate the growth model in this study, three kinds of nonlinear models of Gompertz, Logistic and von Bertalanffy were used to fit the growth curve respectively. The results showed that black Muscovy grew slowly before age of 4 weeks, the growth rate accelerated significantly after age of 4 weeks, and reached the growth peak at age of 6 to 10 weeks. Compared with goodness of fit (R^2), the results showed the growth curve could be well fitted with these three models and the R^2 was above 0.99, but the Gompertz model had well closed to the actual observed values. Further more, the fitting parameters of Gompertz model between genders were compared, and the male black Muscovy showed higher initial weight, maximum bodyweight, and inflection point weight than female black Muscovy. The inflection age of male was 5.3 weeks and the female was 4.3 weeks. The Gompertz model equation for male and female black muscovy was $W = 3111.4 [\exp - 4.4482 \exp (-0.2802t)]$ and $W = 2100.4 [\exp - 4.1071 \exp (-0.3225t)]$ respectively. This study would help to understand the growth model and development of different sexual black Muscovy, and would provide the scientific basis for rational use of resources, breeding germplasm and selection in black Muscovy.

Key words: Black Muscovy; growth curve; body weight; model

黑番鸭原产于中、南美洲热带地区, 数百年前引入福建饲养, 经过长期驯化选育, 早已成为具有福建特色的优良品种^[1]。目前, 黑番鸭主要分布于福建省内的龙海、古田、永春等地, 在莆田、龙岩、福清等地亦有饲养。黑番鸭具有耐粗饲、适应性强、肉质鲜美等特点, 人们将其视为滋补珍品,

市场开发前景广阔。

生长曲线是用来描述畜禽在生长发育过程中随年龄增长而发生的规律性变化。畜禽生长曲线的分析和拟合是研究畜禽生长发育规律主要方法之一, 开展该项研究是现代畜禽育种和生产的基础工作。利用生长曲线模型, 可以动态地了解畜禽生长发育

收稿日期: 2011-04-08 初稿; 2011-05-28 修改稿

作者简介: 朱志明 (1979-), 男, 硕士, 助理研究员, 专业方向: 畜禽遗传育种 (E-mail: zzm10203@163.com)

通讯作者: 陈晖 (1949-), 女, 研究员, 研究方向: 家禽遗传育种 (E-mail: chh5555@163.com)

基金项目: 福建省科技计划项目 (2008N0112); 现代农业产业技术体系 (nycytx-45-06)

规律, 指导饲养管理和生产。近几十年来, 已建立了多种非线性数学模型对畜禽生长曲线进行拟合, 最常用的主要有 Logistic、Gompertz 和 von Bertalanffy 模型^[2-4]。目前, 仅张海波等^[5-6]对白羽番鸭的生长曲线进行了相关研究, 尚未见到有关黑番鸭生长曲线的研究报道。本研究的目的是对不同性别黑番鸭生长曲线选择较为适宜的拟合方程, 并利用拟合参数比较公、母黑番鸭生长模式差异, 揭示黑番鸭早期生长发育规律, 为合理利用黑番鸭种质资源和选种繁育提供依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验用同批出雏的黑番鸭 162 只, 其中公鸭

75 只, 母鸭 87 只, 均来自福建省石狮市水禽保种中心。

1.2 饲养管理

将黑番鸭逐只编号, 地面平养, 自由采食、饮水。试验喂饲配合颗粒饲料, 执行常规免疫程序。分别于出雏后每隔 2 周对试验鸭群进行空腹称重, 并记录整理, 按性别分别计算平均体重。

1.3 数学模型表达式

选用 Gompertz、Logistic 和 von Bertalanffy 3 种数学模型作为非线性生长模型, 对不同性别黑番鸭体重生长过程进行拟合。各模型表达式及特征参数^[7-9]见表 1。模型中 W 表示 t 周龄时的体重估计值, 参数 A 为极限体重 (成熟体重), K 为瞬时相对生长率, B 为调节参数, t 为周龄。

表 1 用于拟合的 3 种非线性生长模型表达式及特征参数
Table 1 Three kinds of nonlinear growth models and characteristic parameters

模型	表达式	拐点体重 (g)	拐点周龄 (w)
Gompertz	$W = Ae^{-\ln B \exp(-Kt)}$	A/e	$(\ln B)/K$
Logistic	$W = A/(1 + Be^{-Kt})$	$A/2$	$(\ln B)/K$
von Bertalanffy	$W = A(1 - Be^{-Kt})/3$	$8A/27$	$(\ln 3B)/K$

1.3 数据处理及分析方法

根据不同性别黑番鸭不同周龄的平均体重资料, 利用 SAS9.2 软件, 计算出各种模型的极限体重、拐点体重和拐点周龄等参数, 建立生长曲线模型, 根据拟合度 (R^2) 评价生长曲线模型, R^2 愈接近 1, 曲线拟合的越好。

2 结果与分析

2.1 公、母黑番鸭体重生长情况

对不同性别黑番鸭在各周龄体重的测量分析结果见表 3 和图 1。从表 3 公、母黑番鸭体重生长测定结果可见, 在各个生长阶段公鸭的体重值均高于母鸭。从图 1 可以看出, 公、母鸭在 4 周龄前生长较为缓慢, 4 周龄后生长速度开始明显加快, 在 6~10 周龄达到生长高峰。公、母鸭在 4 周龄前生长曲线趋于一致, 4 周龄后公鸭生长速度明显强于母鸭, 且一直延续到观测结束。

2.2 模型拟合结果分析

公、母黑番鸭 Gompertz、Logistic 和 von Bertalanffy 模型生长曲线拟合参数估计值及拟合度 (R^2) 见表 2。3 种模型均能很好地拟合公、母黑番鸭的生长发育, 拟合度都达到 0.99 以上。3 种模型拟合的曲线与实际曲线基本吻合 (图 2、图

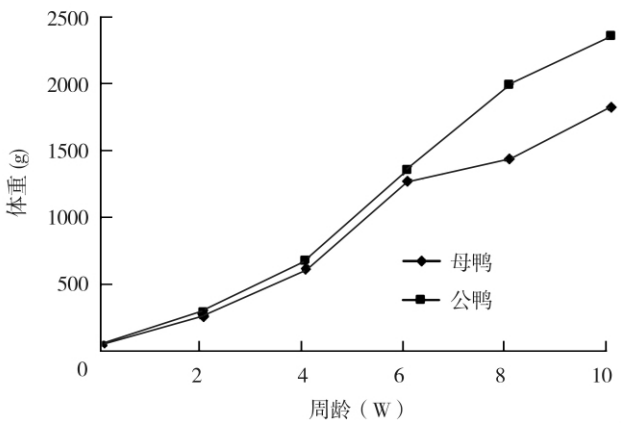


图 1 黑番鸭体重累积生长曲线
Fig 1 Cumulate growth curve of weight of Black Muscovy

3)。从表 2 知, 就 3 种模型而言, Gompertz 曲线模型的对公、母黑番鸭的拟合效果 (R^2 分别为 0.999 7、0.996 3) 较 Logistic 和 von Bertalanffy 模型更佳。Gompertz 模型拟合的公、母黑番鸭拐点周龄分别为 5.3 周和 4.3 周, 拐点体重分别为 1 144.61 g 和 772.60 g。通过 Gompertz 模型得到公黑番鸭生长曲线方程为: $W = 3111.4 [\exp - 4.4482 \exp (-0.2802t)]$, 母黑番鸭生长曲线方程为: $W = 2100.4 [\exp - 4.1071 \exp (-0.3225t)]$ 。

表 2 黑番鸭 3 种模型拟合参数
Table 2 The fitting parameters of three models in black Muscovy

性别	模型	A	B	K	R ²	拐点周龄	拐点体重
♂	Gompertz	3111. 4	4. 4482	0. 2802	0. 9997	5. 3	1144. 61
	Logistic	2563. 7	26. 6284	0. 5661	0. 9993	5. 8	1281. 85
	Bertalanffy	3687. 8	0. 8647	0. 1857	0. 9987	5. 1	1092. 68
♀	Gompertz	2100. 4	4. 1071	0. 3225	0. 9963	4. 3	772. 60
	Logistic	1832. 4	20. 9515	0. 6063	0. 9955	5. 0	916. 20
	Bertalanffy	2325. 4	0. 8415	0. 2322	0. 9960	4. 0	689. 01

表 3 体重实际观测值与拟合曲线估计值比较
Table 3 Comparison between observed value and estimated value of fitting curve

性别	周龄	0	2	4	6	8	10
♂	观测值	46. 77	290. 68	681. 25	1355. 53	1985. 89	2350. 16
	Gompertz	36. 40	245. 43	729. 70	1359. 39	1939. 21	2375. 29
	Logistic	92. 79	267. 53	680. 66	1355. 23	1991. 35	2364. 33
	Bertalanffy	9. 13	242. 37	751. 99	1354. 93	1918. 43	2386. 68
♀	观测值	46. 12	262. 15	611. 43	1270. 85	1441. 38	1818. 27
	Gompertz	34. 56	243. 48	678. 12	1160. 63	1538. 67	1783. 98
	Logistic	83. 47	253. 39	642. 19	1181. 25	1574. 29	1747. 20
	Bertalanffy	8. 64	239. 65	687. 44	1147. 29	1521. 40	1793. 78

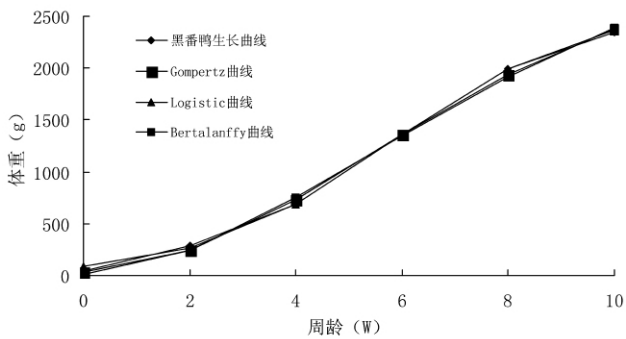


图 2 黑番鸭（公）生长曲线与 3 种拟合曲线的比较

Fig 2 Comparison between growth curve and three fitting curve models in black Muscovy (male)

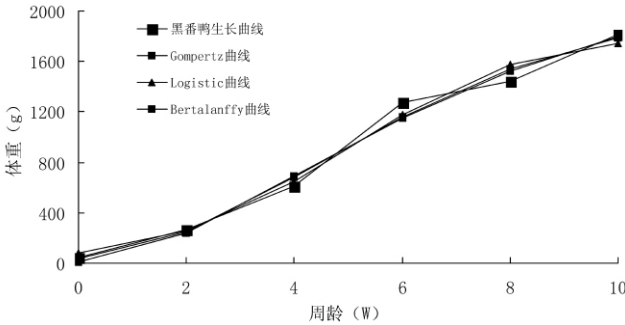


图 3 黑番鸭（母）生长曲线与 3 种拟合曲线的比较

Fig 3 Comparison between growth curve and three fitting curve models in black Muscovy (female)

3 讨 论

利用 Gompertz 模型、Logistic 模型和 Bertalanffy 非线性模型均能对不同性别黑番鸭早期生长发育进行生长曲线模拟，刻画其生长过程的特点，拟合度均达到 0.99 以上。从表 2 的拟合结果来看，Gompertz 模型对公、母黑番鸭的成熟体重、拐点周龄、拐点体重的拟合较 Logistic 和 Bertalanffy 模型更精确；另外，从表 3 可以看出

Gompertz 模型对黑番鸭得早期生长拟合结果更接近于实际测量值。本研究结果说明 Gompertz 模型能更好地描述黑番鸭早期生长发育过程。施寿荣等^[10]，肖慎华等^[11]，唐雪峰等^[12]对不同鸭品种进行生长曲线拟合也说明 Gompertz 模型更适于描述鸭的早期生长发育过程。

本研究中 Gompertz 模型拟合结果表明，公、母黑番鸭拐点体重和拐点周龄分别为（1 144. 61 g, 5. 3 周）和（772. 60 g, 4. 3 周），即黑番鸭在生长发育过程中，公鸭在 5. 3 周时，体重达到

1 144.61 g, 母鸭在 4.3 周时, 体重达到 772.60 g, 体重增长速度由越来越快变为越来越慢; 公鸭的拐点周龄的出现晚于母鸭, 拐点体重高于母鸭, 这与畜禽生长曲线相关的文献结论较为一致^[11~14], 拐点出现得越晚, 拐点体重就越大。这说明公鸭的生长周期较母鸭长, 公鸭早期生长相对缓慢。因此在实际生产中, 尤其是公、母鸭的生长前、后期的生长特点, 注意不同生长阶段提供适宜营养水平的饲料, 满足其生长发育需要, 挖掘生产潜力。

参考文献:

- [1] 《福建省家畜家禽品种志和图谱》编写组. 福建省福建省家畜家禽品种志和图谱 [M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1985, 55.
- [2] 杨海明, 徐琪, 戴国俊. 禽类三种常用生长曲线浅析 [J]. 中国家禽, 2004, 8 (1): 164—166.
- [3] NARUSHIN V G, TAKMA C. Sigmoid model for the evaluation of growth and production curves in laying hens [J]. Biosystems Engineering, 2003, 84 (3): 343—348.
- [4] BILGIN O C, EMSEN E, DAVIS M E. Comparison of non-linear models for describing the growth of scrotal circumference in Awassi male lambs [J]. Small Ruminant Research, 2004, 52: 155—160.
- [5] 张海波, 段修军, 张依裕, 等. 白羽番鸭生长曲线拟合比较分析 [J]. 中国畜牧兽医, 2009, 36 (2): 148—151.
- [6] 张海波, 张依裕, 徐琪, 等. 半番鸭及其亲本生长曲线拟合与杂种优势分析 [J]. 中国畜牧杂志, 2009, 45 (21): 5—9.
- [7] MIGNON G S, PILEST M, VARONA L, et al. Genetic analysis of growth curve parameters for male and female chickens resulting from selection on shape of growth curve [J]. Journal of Animal Science, 2000, 78: 2512—2524.
- [8] AGGREY S E. Comparison of three nonlinear and spline regression models for describing chicken growth curves [J]. Poultry Science, 2002, 81: 1782—1788.
- [9] AKUPOGLU C, ATIL H. Comparison of growth curve models on broilers comparison of models [J]. Online Journal of Biological Sciences, 2001, 1 (7): 682—684.
- [10] 施寿荣, 龚道清, 王志跃. 螺鸭早期生长曲线的研究 [J]. 黑龙江畜牧与兽医, 2005, (10): 37—38.
- [11] 肖慎华, 闻涛, 虞德兵, 等. 樱桃谷鸭生长曲线拟合与比较分析 [J]. 畜牧与兽医, 2008, 40 (11): 45—47.
- [12] 唐雪峰, 李建柱, 赵聘, 等. 淮南麻鸭生长发育规律及生长曲线拟合研究 [J]. 河南农业科学, 2010, (2): 105—107.
- [13] 张海波, 段修军, 张依裕, 等. 白鸭番鸭生长曲线拟合比较分析 [J]. 中国畜牧兽医, 2009, 36 (2): 148—151.
- [14] 余德勇, 徐桂云, 詹凯, 等. 填饲对北京鸭生长曲线的影响 [J]. 中国畜牧杂志, 2005, 41 (5): 25—27.

(责任编辑: 柯文辉)