

罗斯 308 祖代肉种鸡生长长期性能监测 和生长曲线拟合

田亚东, 焦显芹, 孙桂荣, 刘学蕊, 康相涛
(河南农业大学 牧医工程学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 选用从美国安伟捷公司引进的 1 日龄罗斯 308 祖代 D 系肉种鸡 10823 只, 监测其 0~20 周的生长性能和生活力性状, 并采用 Logistic、Gompertz 和 Von Bertalanffy 3 种非线性数学模型对其生长曲线进行拟合。结果表明: 罗斯 308 祖代 D 系肉种鸡在良好的饲养管理下生长发育正常、均匀度较高, 死淘率低; 3 种数学模型均能很好地拟合罗斯祖代 D 系肉种鸡的生长曲线, 拟合度均在 0.98 以上, 比较拟合度、成熟体重、生长拐点、最大周增重等指标, 以 Von Bertalanffy 方程的拟合效果为最佳。

关键词: 罗斯 308 祖代肉种鸡; 生长性能; 生活力; 生长模型

中图分类号: S831 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2009)08-0128-04

Monitoring Performance and Modeling Growth Curve for Ross 308 Grandparent Stock at Growth Stage

TIAN Ya-dong, JIAO Xian-qin, SUN Gui-rong, LIU Xue-rui, KANG Xiang-tao

(College of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: A total of 10823 Ross 308 grandparent stock were used to monitor their growth performance and viability. Three mathematic models including Logistic, Gompertz and Von Bertalanffy were applied to fit the growth curve of Ross 308 grandparent stock. The results showed that Ross 308 grandparent stock well developed with higher body weight uniformity, lower mortality and culling rate under the good management. The growth curves could be fitted well with three non-linear models and degrees of fitting were more than 0.98. Compared the parameters of degree of fitting, maturational body weight, growth inflexion and maximum weekly gain, Von Bertalanffy model was the best effect on fitting the growth curve.

Key words: Ross 308 grandparent stock; Growth performance; Viability; Growth model

生长是指动植物在一定时期内体积、数量和重量的总增加, 是一个渐进的过程。受内在因素(品种、性别、体重、年龄)和外在环境因素(营养、温度、湿度、光照、通风)的影响, 动物的生长一般均具有非线性特性, 可以用非线性数学模型来描述动物个体在生长发育过程中某部分或整体的规律性变化。通过数学模型对畜禽生长曲线进行拟合与分析, 不仅可以动态地了解畜禽的生长过程、预测生长规律, 而且还可以指导饲养管理, 判断与分析在饲养、管理、防疫上的成功与失败, 比较和检验不同品种类型、不同亲缘

关系以及不同性别畜禽的遗传品质, 提高选育效果^[1~3]。目前已建立了多种对畜禽累积生长曲线进行描述的非线性数学模型, 其中, Gompertz、Logistic 和 Von Bertalanffy 方程对畜禽生长曲线拟合效果较好, 不仅可以把一系列的日龄-体重数据压缩成为方程中的几个参数, 有效地消除部分试验误差造成的影响, 而且各个参数具体估计值还能够反映不同种群在生长率、成熟体重方面的差异^[4], 具有实际参考意义, 被广泛采用。近年来, 国内外学者采用不同的数学模型对不同家禽品种的生长曲线进行了拟合与分析, 获

收稿日期: 2009-02-25

基金项目: 河南省重点科技攻关项目(072102210102)

作者简介: 田亚东(1971-), 男, 河南上蔡人, 副教授, 博士, 主要从事家禽育种和营养研究。E-mail: ydtian111@163.com

得了许多有实践价值的结论或信息。但对快大型肉用种鸡早期的生长曲线研究相对较少。

罗斯 308 肉鸡是美国安伟捷公司培育的著名商品品系,由四系杂交配套而成,其祖代种鸡 D 系作为配套系的母系母本已引入我国近 20 年,繁殖性能表现颇佳。尽管安伟捷公司对罗斯 308 祖代肉种鸡各项性能指标进行了系统测定并给出了推荐标准,但由于特定的种质在一定的环境条件下有一定的生长模式,我国不断出现由于限饲管理操作不当而使种鸡生长长期体重偏离安伟捷公司的推荐标准,最终影响生产性能的现象。鉴此,对罗斯 308 祖代 D 系肉种鸡在产蛋后备期进行性能监测,确定其生长模型,并以此推导出参数方程,制定标准生长曲线,以期能对生产实践提供有意义的指导。

1 材料和方法

1.1 试验动物与管理

选用从美国安伟捷公司引进的 1 日龄罗斯 308 祖代 D 系肉种鸡 10823 只,于遮黑式鸡舍,地面厚垫料平养至 20 周龄,饲养密度 5.1 只/m²。育雏初期采用围栏控制雏鸡的活动范围,每栏 500 只,随鸡龄增大逐渐扩大围栏直至撤除。雏鸡前 2 周自由采食,第 3 周开始采用限制饲养,整个生长期逐渐过渡到 4/3 限饲的方式给料,预产期采用每日限饲。

1.2 试验饲料

根据安伟捷公司推荐的种鸡营养标准配制饲

粮。饲料组成为典型的玉米—鱼粉—豆粕型,其营养水平见表 1。

表 1 罗斯 308 祖代 D 系肉种鸡饲料营养水平

项目	饲料类型		
	育雏料 (1~4 周)	育成料 (5~16 周)	预产料 (17~20 周)
代谢能(MJ/kg)	11.70	10.90	11.50
粗蛋白质(%)	20.00	14.00	15.00
钙(%)	1.00	0.90	1.50
有效磷(%)	0.45	0.35	0.40
赖氨酸(%)	1.07	0.64	0.69
蛋氨酸+胱氨酸(%)	0.80	0.51	0.56

1.3 测定项目与方法

1.3.1 生长性能 分别于每周末按 5% 随机抽样,每栏选取至少 30 只鸡,称取空腹体重,记录周耗料量,依此计算体重均匀度和平均日耗料量。

1.3.2 生活力 记录死亡鸡只数,并计算周死亡率 and 累计死亡率。

1.4 拟合曲线模型

采用 Logistic、Gompertz 和 Von Bertalanffy3 种常用的非线性数学模型拟合罗斯 308 祖代 D 系肉种鸡的生长曲线。3 种生长曲线拐点体重、达拐点体重的时间、生长速度(最大周增重)和相对增长率见表 2。

1.5 数据处理

根据罗斯 308 祖代 D 系肉种鸡不同周龄体重

表 2 3 种非线性生长模型及参数

数学模型	表达式	拐点体重	拐点周龄	最大周增重	相对增长率
Logistic	$W_t = A / (1 + B \cdot \exp(-kt))$	A/2	(LnB)/k	kW _i /2	k(1-W _i /A)
Gompertz	$W_t = A \cdot \exp^{-B \cdot \exp(-kt)}$	A/e	(LnB)/k	kW _i	k(LnA-LnW _i)
Von Bertalanffy	$W_t = A(1 - B \cdot \exp(-kt))^3$	8A/27	(Ln3B)/k	3kW _i /2	3k((A/W _i) ^{1/3} -1)

注:A 为成熟体重;k 为瞬时生长速度;B 为参数;t 为周龄;W_i 为拐点体重

资料,运用 Spss11.5 软件的非线性回归过程拟合模型参数的最优估计值 A、B、k,建立生长曲线模型,推算出拐点体重、拐点周龄和最大周增重。用相关指数衡量所拟合曲线的拟合度:

$$R^2 = \sum \frac{(W_i - W'_i)^2}{(W_i - \bar{W}_i)^2}$$

其中,W_i 为观测值体重,W'_i 为拟合曲线估计体重值, \bar{W}_i 为观测体重平均值。拟合度 R² 越接近 1,曲线拟合的越好。

2 结果与分析

2.1 生长性能和生活力的测定结果

由表 3 可以看出,整个生长期鸡群死淘率为

0.40%,育雏期死淘率为 0.34%,占整个生长期的 85%。从表 3 可以看到,第 1 周的死淘率占整个生长期的 55%,可见育雏期尤其第 1 周是鸡死亡的高发期,这可能是国外到国内长途运输所致。在体重增长方面,安伟捷公司推荐的标准体重增长是一条平滑的曲线,基本上周增重都在 100g 上下浮动。而本次试验中,种鸡周增重出现了忽高忽低的现象,20 周龄时距离标准体重偏差 80g,说明本次试验执行的限饲程序或工人日常操作还有待改进。种鸡体重均匀度状况良好,总体呈现逐渐上升趋势,基本上都在 80% 以上。实际日耗量与推荐标准相差不大,实际体重与标准体重出现偏差,可能是限饲程序、布料速度、舍内环境等因素的影响所致。

表 3 罗斯 308 祖代 D 系肉种鸡生长性能和生活力性状

周龄	死淘率 (%)	标准体重 (g)	实际体重 (g)	周增重 (g)	均匀度 (%)	标准日耗料量 (g)	实际日耗料量 (g)
1	0.22	110	127	85	69.7	25	19.9
2	0.08	215	193	66	73.8	27	19.5
3	0.02	330	318	125	66.9	33	33.4
4	0.02	450	418	100	59.8	38	45.5
5	0.00	560	616	198	81.1	43	48.6
6	0.01	660	706	90	85.2	47	49.4
7	0.00	760	781	75	80.4	52	52.7
8	0.00	860	855	74	67.4	55	55.5
9	0.01	960	1003	148	84.8	57	59.5
10	0.00	1060	1089	86	81.4	59	60.8
11	0.00	1160	1209	120	78.9	61	63.1
12	0.00	1250	1312	103	80.5	61	64.1
13	0.01	1340	1414	102	79.8	63	64.8
14	0.00	1430	1486	72	82.5	63	67.3
15	0.00	1525	1561	75	82.8	63	68.7
16	0.00	1640	1677	116	79.5	71	71.9
17	0.00	1765	1736	59	85.8	76	74.3
18	0.00	1890	1869	133	81.2	81	82.6
19	0.00	2020	1999	130	84.8	87	91.6
20	0.03	2155	2074	75	83.7	93	100.9

2.2 生长曲线拟合

根据生长性能监测的数据,分别用 Logistic、Gompertz 和 Von Bertalanffy 3 种数学模型拟合罗

斯 308 祖代 D 系肉种鸡的生长曲线,拟合参数、体重实际观测值与生长曲线拟合值的比较结果分别见表 4、表 5。

表 4 3 种生长曲线拟合参数与生长拐点

数学模型	A(g)	B	k	R ²	拐点体重 (g)	拐点周龄 (w)	最大周增重 (g)
Logistic	2233.17	9.57	0.22	0.9882	1116.59	10.38	121.50
Gompertz	2635.01	2.90	0.12	0.9941	969.36	8.96	115.24
Von Bertalanffy	2987.77	0.67	0.09	0.9958	885.26	8.15	112.93

表 5 罗斯 308 祖代 D 系肉种鸡实际体重观测值与拟合曲线估计值比较 (g)

周龄	实际 观测值	估计值		
		Logistic	Gompertz	Von Bertalanffy
1	127	257	201	174
2	193	310	268	251
3	318	373	346	338
4	418	446	434	434
5	616	529	531	537
6	706	621	636	645
7	781	724	746	756
8	855	834	859	869
9	1003	950	974	981
10	1089	1071	1089	1093
11	1209	1192	1202	1203
12	1312	1312	1313	1311
13	1414	1427	1420	1414
14	1486	1535	1522	1515
15	1561	1635	1618	1611
16	1677	1725	1709	1703
17	1736	1806	1794	1790
18	1869	1876	1873	1873
19	1999	1937	1946	1951
20	2074	1988	2013	2025

由表 4、表 5 可以看出,3 种生长曲线拟合后的数值与实际测定数值的相关指数 R²(拟合度)均大于 0.98,体重实际观测值和拟合曲线估计值除在第 1、2、5、6 周相差较大外,其余各周体重基本接近,这表明 3 种生长曲线均能较好地进行罗斯 308 祖代 D 系肉种鸡的生长曲线拟合,但以 Von Bertalanffy 方程的拟合度最好。从拟合的母鸡成熟体重、生长拐点体重、生长拐点周龄、最大周增重等 4 项生长参数进行比较分析,Logistic 生长曲线拟合的成熟体重与安伟捷公司推荐的标准体重相差较远,并且生长拐点体重、拐点周龄、最大周增重等指标的拟合结果与实际生长情况相比偏大,说明用 Logistic 生长曲线并不适宜用来拟合罗斯 308 祖代 D 系肉种鸡的成年体重。用 Gompertz 和 Von Bertalanffy 生长曲线拟合的罗斯 308 祖代 D 系肉种鸡成熟体重与推荐的成年标准体重相比仍然偏低,但用这 2 种生长曲线拟合生长拐点、拐点周龄、最大周增重等指标时,拟合结果与实际生长结果相近。根据成熟体重、

生长拐点体重、拐点周龄、最大周增重等 4 个指标的综合拟合结果,以 Von Bertalanffy 生长曲线的拟合效果最佳。

3 讨论

家禽在育雏、育成期的生长发育状况与产蛋期的生产性能具有较大的相关,特别是体重及均匀度情况,直接影响开产日龄、产蛋期存活率和产蛋效果。白羽肉种鸡具有采食快、食量大,消化吸收好、增重迅速等特点,必须采用有效的限饲程序来控制体重,以保证性成熟适时化、同期化,减少产蛋期的死淘率,提高种蛋合格率、受精率和孵化率。Kwakkel 等^[5]认为,青年母鸡的生长是“多阶段生长”,存在着若干个互不相同的生长“波”或“高峰”。其中第一和第二生长期内的发育,主要是在维持组织的生长,如内脏和骨骼,分别于 5 周龄和 10~16 周龄出现生长高峰;第三生长期称为性成熟生长高峰,在 19 周龄前后,这一阶段增加的全部体重的 40%~70%是由于繁殖器官的生长;第四生长期是由脂肪沉积构成。本研究对罗斯祖代 D 系肉种鸡生长性能的监测结果基本符合这一规律,第 5 周、11~13 周及 18~19 周的周增重相对较高,这其中包含固有生长规律的因素,也有饲料更换和限饲操作方面的原因。从目前来看,生长期采用 4/3(喂四限三)限饲方案过于强烈,容易给鸡群造成较大应激,影响正常的生长发育,限饲方式应由 5/2 逐渐过渡到 6/1。

生长曲线的分析和拟合是研究畜禽生长发育规律的主要方法之一。不同个体生长曲线的特征被看作是重要的综合经济指标,能反映其生长发育的进程与规律。通过生长曲线不仅可对品种和品系进行比较,用于家禽品种的选育,还可对满足动物最大生长率所需营养供给量进行精确计算。Mignon 等^[3]通过对肉鸡 8 周龄体重的正向选择,改变 Gompertz 生长曲线的参数,选择结果是提高了肉鸡 4~16 周龄的体重、初始瞬时生长率和成熟率,并且使生长拐点提前。王志跃等^[6]运用 Logistic、Gompertz 和 Von Bertalanffy 3 种非线性生长模型对新扬州鸡的生长曲线进行拟合,所选生长曲线模型可以较好地预测机体的生长发育情况,利用生长曲线提供的信息进行饲养管理,提高了经济效益。汪峰等^[7]、朱志明等^[8]、杨海明等^[9]和葛剑等^[10]采用 Logistic、Gompertz 和 Von Bertalanffy 3 种模型分别对太湖鸡、藏鸡、丝羽乌骨鸡和河北柴鸡的生长曲线进行了

拟合与分析,得出的结论是 3 种生长模型均能很好地拟合相应鸡种的生长曲线,但都以 Gompertz 方程的拟合效果最佳。本研究拟合的结果是以 Von Bertalanffy 方程的拟合效果为最佳,这与王志跃等^[6]的报道一致,原因在于本研究的试验用鸡是在限饲条件下的罗斯祖代 D 系肉种鸡,而太湖鸡、藏鸡、丝羽乌骨鸡和河北柴鸡是在自由采食条件下生长缓慢的中国地方鸡种,并且本研究进行生长曲线拟合利用的基础数据是 20 周的体重数据,生长期也明显长于上述的几个鸡种;王志跃等^[6]研究的新扬州鸡是导入新汉夏血缘的新培育品种,生长速度与罗斯祖代 D 系肉种鸡相似,因而生长曲线的拟合也出现类似的结果。就拟合出的生长曲线参数而言,特定品种在特定饲养管理条件下的生长规律不同,不同模型参数的计算方法存在差异,因此各种生长曲线参数也就不尽相同。

参考文献:

- [1] Mark H L. Growth curve changes associated with long-term selection for body weight in Japanese quails[J]. *Growth*, 1978, 42: 129—140.
- [2] Grossman M, Bohren B B. Logistic growth curve of chickens, heritability of parameters[J]. *The Journal of Heredity*, 1985, 76: 459—462.
- [3] Mignon G S, Piles M, Varona L, *et al.* Genetic analysis of growth curve parameters for male and female chickens resulting from selection on shape of curve[J]. *Journal of Animal Science*, 2000, 78: 2515—2524.
- [4] Mignon G S, Beaumont C, Bihan D E, *et al.* Genetic parameters of growth curve parameters in male and female chickens[J]. *British Poultry Science*, 1999, 40(1): 44—51.
- [5] Kwakkel R P, Zandstra T, Koops W J. Pubertal growth spurt in layer pullets predicts point of lay[J]. *World Poultry*, 1997, 13(6): 39—42.
- [6] 王志跃, 陈伟亮, 白群安, 等. 新扬州鸡生长模型的比较研究[J]. *黑龙江畜牧兽医*, 2002(12): 4—6.
- [7] 汪峰, 潘如芳, 张家良, 等. 太湖鸡生长发育与曲线拟合情况分析[J]. *畜牧与兽医*, 2008, 40(1): 57—60.
- [8] 朱志明, 强巴央宗, 朱猛进. 藏鸡生长曲线拟合和分析的比较研究[J]. *中国农业科学*, 2006, 39(10): 2159—2162.
- [9] 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.
- [10] 葛剑, 谷子林. 河北柴鸡 1—16 周龄生长曲线分析与拟合的比较研究[J]. *中国饲料*, 2005(4): 22—24.