



李 婷, 杜炳旺, 戚子烨, 等. 珍珠鸡体质量、体尺性状发育规律曲线拟合分析[J]. 华南农业大学学报, 2017, 38(2): 6-11.

珍珠鸡体质量、体尺性状发育规律曲线拟合分析

李 婷, 杜炳旺, 戚子烨, 张柱明, 王 章, 张 权, 张 丽

(广东海洋大学 农学院, 广东 湛江 524088)

摘要:【目的】为系统选育和改良珍珠鸡 *Guinea fowl* 生产性能提供基本数据资料。【方法】以 1~9 周龄珍珠鸡为研究对象, 分析其生长发育规律, 并采用 Logistic、Gompertz、Bertalanffy 3 种模型进行拟合分析, 探讨其合适的生长模型。【结果】公、母珍珠鸡的体质量、龙骨长、胫长和胫围差异不显著 ($P > 0.05$), 生长发育规律呈现一致趋势。体尺性状在 2 周龄生长速率最大, 呈直线上升趋势。珍珠鸡体质量与体尺性状间均呈正相关, 公珍珠鸡的胫长与体质量的相关系数最大 ($r = 0.752$), 且达到极显著水平。母珍珠鸡的体质量与龙骨长的相关系数最大 ($r = 0.600$), 其次为胫长 ($r = 0.509$), 且胫长与龙骨长之间相关性达到显著水平, 相关系数为 0.477。3 种曲线模型均适合珍珠鸡生长曲线的模拟, 其中 Gompertz 模型是珍珠鸡体质量的最佳拟合模型, 龙骨长、胫长和胫围的最佳拟合模型均为 Bertalanffy 模型。【结论】公、母珍珠鸡体质量和体尺生长发育规律趋势一致, Gompertz、Bertalanffy 模型分别是体质量和体尺性状的最佳拟合模型, 应加强对胫长指标的选育, 有可能间接提高珍珠鸡龙骨长度和胸肌产量, 并提高体质量。

关键词: 珍珠鸡; 生长发育规律; 生长曲线; 拟合分析

中图分类号: S833

文献标志码: A

文章编号: 1001-411X(2017)02-0006-06

Fitting analysis on growth curves of body mass and size of *Guinea fowl*

LI Ting, DU Bingwang, QI Ziye, ZHANG Zhuming, WANG Zhang, ZHANG Quan, ZHANG Li

(College of Agriculture, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, China)

Abstract:【Objective】To provide basic data for selective breeding and improving of reproduction performance of *Guinea fowl*. 【Method】The growth and development patterns of one- to nine-week-old *G. fowl* were studied. Three different models including Logistic, Gompertz and Bertalanffy models were compared to identify the best model fitting *G. fowl* growth. 【Result】Growth traits including body mass, keel length, shank length and shank girth showed no significant differences between male and female *G. fowl* ($P > 0.05$) and exhibited similar trends. The growth rate of body size was the highest with a straight ascending trend at the age of two weeks. The body mass of *G. fowl* was positively correlated with its body size. For male ones, the correlation coefficient ($r = 0.752, P < 0.01$) between body mass and shank length was the largest. For female ones, the correlation coefficient ($r = 0.600$) between body mass and keel length was the largest, followed by the correlation coefficient ($r = 0.509$) between body mass and shank length. In addition, the correlation ($r = 0.477$) between shank length and keel length was significant ($P < 0.01$). All three models could be used for fitting *G. fowl* growth, among which the Gompertz

收稿日期: 2016-04-13 优先出版时间: 2017-01-10

优先出版网址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/44.1110.s.20170110.1423.020.html>

作者简介: 李 婷 (1990—), 女, 硕士研究生, E-mail: liting901028@163.com; 通信作者: 张 丽 (1976—), 女, 副教授, 博士, E-mail: zhangli761101@163.com

基金项目: 中国博士后科学基金 (2013T60808); 广东省大学生创新训练项目 (CXXL2015064); 广东海洋大学教育教学改革项目 (XJG201333)

model was the best for body mass and the Bertalanffy model was the best for body size. 【Conclusion】 There are similar trends in growth and development of body mass and body size between male and female *G. fowl*. The Gompertz and Bertalanffy models are the best for fitting body mass and body size, respectively. Improving the shank length of *G. fowl* may help to increase its keel length, pectoral production as well as body mass.

Key words: *Guinea fowl*; growth and development pattern; growth curve; fitting analysis

珍珠鸡 *Guinea fowl* 属鸟纲鸡形目珠鸡科珠鸡属,原产于非洲,因其头似孔雀,形似火鸡,羽毛淡蓝色,有圆形白点,形似珍珠^[1],故称珍珠鸡,又称珠鸡。珍珠鸡羽毛光彩艳丽,体态优雅,一直被世界各地动物园作为珍稀的观赏鸟饲养。近几年来,珍珠鸡在我国南方饲养数量日益增多,其肉质鲜嫩细滑,含高蛋白、低脂肪,野味浓郁,属滋补保健食品,具有较高的经济价值,越来越受到重视。

我国最早于1956年从苏联引进珍珠鸡并饲养成功,因其怕冷,经过驯化,在冬季气候条件下虽然能够生存,但其生产性能的发挥受到限制^[2]。据调研,1985年以来,我国又从法国引进珍珠鸡,主要分布在北京、上海、广东、广西、新疆及江苏等地,规模日趋扩大,并有肉、蛋出售。但是国内目前对珍珠鸡的系统选育工作、基本生长发育规律研究比较欠缺,仅对珍珠鸡体质量^[3]、肉用性能^[4]、公母珍珠鸡间发育差异^[5]、羽毛特征^[6]等有研究报道。因此,本研究以随机选取的广东海洋大学珍珠鸡养殖场提供的260只1日龄珍珠鸡为材料,利用常见的 Logistic、Gompertz 和 Bertalanffy 3种模型^[7-10],分析早期生长周龄珍珠鸡体质量、体尺发育规律,并对1~9周龄珍珠鸡体质量和体尺性状数据进行拟合分析,研究其生长发育规律及种质特性,为其系统选育、遗传改良及生产实践等提供基本数据资料。

1 材料与方法

1.1 试验动物及饲养管理

从广东海洋大学珍珠鸡养殖场随机选取260只1日龄珍珠鸡为研究对象,戴翅号,笼养并自由采食。整个试验期为9周,日粮采用金钱(湛江)有限公司生产的全价配合饲料,在1~6周龄所用日粮营养水平中,代谢能、粗蛋白质量分数分别为11.66 MJ·kg⁻¹、19.9%,7~9周龄的代谢能、粗蛋白质量分数分别为11.98 MJ·kg⁻¹、18.0%,常规免疫。

1.2 测定指标及方法

第1~9周,每周固定时间点空腹12 h后测定体质量,并随机挑选公、母珍珠鸡各20只进行体尺性状的测定,包括龙骨长、胫长和胫围。测量方法参照《中华人民共和国农业行业标准家禽生产性能名词术语和度量统计方法》进行。龙骨长和胫长用游标卡尺测量,胫围用皮尺测量。

1.3 数学模型与统计分析

试验所获得的数据先用 Excel 2003 进行整理,再利用 IBM SPSS Statistics 19 软件进行 Logistic、Gompertz 和 Bertalanffy 3种非线性生长曲线模型分析珍珠鸡体质量和体尺性状生长发育特征,计算最优参数 A 、 B 和 k 值,建立生长曲线模型,计算出拐点生长量、拐点周龄,根据拟合度 (R^2) 评价生长曲线模型, R^2 越接近1,表明曲线拟合越好。3种模型表达及相关参数见表1。采用 t 检验进行数据统计分析。

表1 3种生长曲线模型及参数¹⁾

Tab.1 Three growth curve models and the parameters

模型	表达式	拐点周龄	拐点生长量
Logistic	$Y = A / (1 + Be^{-kt})$	$(\ln B) / k$	$A/2$
Gompertz	$Y = Ae^{-Be^{-kt}}$	$(\ln B) / k$	A/e
Bertalanffy	$Y = A / (1 - Be^{-kt})^3$	$(\ln 3B) / k$	$8A/27$

1) A 为性状最大值, B 为参数, k 为瞬时生长速率, t 为周龄。

2 结果与分析

2.1 珍珠鸡的生长发育规律

动物的躯体发育与年龄相适应,在发育过程中受到遗传、性别、环境、营养等多种因素的影响。珍珠鸡的龙骨长、胫长、胫围和体质量的变化规律见表2和表3。经 t 检验,珍珠鸡的龙骨长、胫长、胫围和体质量在公、母鸡之间差异不显著 ($P > 0.05$),体尺性状和体质量生长发育变化呈现一致趋势。所测量

的体尺性状中,其生长量在第2周龄迅速增加,生长速率大,呈直线上升趋势,2周龄以后生长趋势缓慢。

因此,在第2周龄时可适当改善饲养管理条件,注意提供充足营养,以满足其快速生长发育的需求。

表2 珍珠鸡体尺性状累积生长量¹⁾

Tab.2 Cumulative growth of body size of Guinea fowl

mm

周龄	龙骨长		胫长		胫围	
	公鸡	母鸡	公鸡	母鸡	公鸡	母鸡
1	2.30 ± 0.22	2.32 ± 0.28	3.14 ± 0.26	3.09 ± 0.18	1.54 ± 0.28	1.73 ± 0.27
2	36.91 ± 2.75	36.35 ± 3.01	38.04 ± 2.53	37.01 ± 2.47	22.36 ± 2.00	22.28 ± 2.62
3	46.38 ± 2.44	46.48 ± 3.45	45.19 ± 2.07	44.64 ± 2.00	23.23 ± 1.38	22.83 ± 0.87
4	59.12 ± 3.45	58.17 ± 3.08	54.83 ± 2.26	54.26 ± 3.05	27.88 ± 3.04	26.26 ± 1.99
5	67.82 ± 4.37	66.92 ± 4.41	60.91 ± 2.38	60.23 ± 2.75	30.01 ± 1.67	29.30 ± 1.56
6	72.86 ± 2.86	72.19 ± 3.56	69.92 ± 3.99	68.89 ± 3.79	33.68 ± 1.12	32.59 ± 2.48
7	81.56 ± 2.86	80.93 ± 5.31	75.69 ± 2.44	75.22 ± 3.80	35.51 ± 1.90	33.97 ± 2.31
8	84.53 ± 3.41	86.27 ± 5.57	79.14 ± 4.32	79.53 ± 5.51	35.76 ± 1.26	34.51 ± 1.91
9	88.48 ± 2.94	89.31 ± 5.87	83.84 ± 2.47	83.99 ± 4.10	37.16 ± 1.46	36.82 ± 2.38

1) 经 t 检验,公、母珍珠鸡间的龙骨长、胫长、胫围差异性不显著($P > 0.05$)。

表3 珍珠鸡体质量累积生长量¹⁾

Tab.3 Cumulative growth of body mass of Guinea fowl

g

周龄	公鸡	母鸡
1	55.01 ± 3.28	52.89 ± 6.43
2	111.93 ± 7.40	109.19 ± 12.53
2	185.48 ± 35.89	190.38 ± 28.23
4	326.04 ± 31.46	324.28 ± 33.34
5	454.87 ± 39.46	444.51 ± 40.82
6	583.98 ± 61.16	586.21 ± 59.41
7	735.38 ± 68.16	759.30 ± 83.10
8	879.04 ± 85.64	887.98 ± 112.15
9	977.31 ± 59.65	993.09 ± 138.48

1) 经 t 检验,公、母珍珠鸡间的体质量累积生长量差异性不显著($P > 0.05$)。

2.2 体质量与体尺性状的相关性分析

各性状间的相关分析结果见表4。5周龄时龙骨长、胫长和胫围与体质量均呈正相关,公珍珠鸡的胫长与体质量的相关系数最大($r = 0.752$),且达到极显著水平。母珍珠鸡的体质量与龙骨长的相关系数最大($r = 0.600$),其次为胫长与体质量($r = 0.509$),均达到极显著水平,且胫长与龙骨长之间的相关性达到显著水平,相关系数为0.477。初步表明可在珍珠鸡选种上,加强对胫长指标的选育,有可能间接提高龙骨长度和胸肌产量,并提高体质量。

表4 5周龄珍珠鸡体质量与体尺性状的相关系数¹⁾

Tab.4 The correlation coefficient between body mass and body size of Guinea fowl at the age of five weeks

项目	体质量	龙骨长	胫长	胫围
体质量	1.000	0.513	0.752**	0.428
龙骨长	0.600**	1.000	0.553	-0.211
胫长	0.509**	0.447*	1.000	0.417
胫围	0.034	-0.090	0.137	1.000

1) 左下角为母鸡的相关系数,右上角为公鸡的相关系数;
* 表示显著($P < 0.05$), ** 表示极显著($P < 0.01$), t 检验。

2.3 生长曲线模型分析

珍珠鸡生长曲线模型受其每一阶段生长发育变化的影响,理想的生长曲线模型有助于指导生产实践。运用最常描述家禽生长规律的 Logistic、Gompertz 和 Bertalanffy 3 种模型分析珍珠鸡体质量和体尺性状的发育特征,3 种曲线模型拟合结果见表5和图1,其拟合度比较结果见表6。由图1A和表6可知,珍珠鸡体质量的 Logistic、Gompertz 和 Bertalanffy 3 种曲线模型均具有较好的拟合度,达到了0.998 2以上,拟合效果较好,与实际曲线基本吻合。其中 Gompertz 模型是珍珠鸡体质量的最佳拟合曲线模型,在3种生长曲线模型中拟合度最高,公、母鸡分别为0.999 3和0.999 2,拟合效果最好。这与叶伟庆等^[6]认为珍珠鸡的最佳模型是 Bertalanffy 模型不同,这可能与测量误差或者不同批次的鸡有关。众所周知,动物的不同部位生长速率不同,不同性状各有特

点,但它们之间又彼此协调。因此,不同性状生长发育的最佳曲线模型可能不同,而公、母珍珠鸡龙骨长、胫长和胫围的生长曲线的最佳模型都是 Berta-

lanffy 模型。由表 5 可知,不同性状的拐点周龄也各不相同,珍珠鸡体质量的拐点周龄是 6 周龄,体尺性状的拐点周龄为 2 周龄。

表 5 3 种生长曲线模型拟合结果¹⁾
Tab.5 Fittings of three types of curves

性别	性状	模型	A	B	k	拐点生长量	拐点周龄	
公鸡	体质量	Logistic	1 137.55	25.66	0.56	568.78	5.79	
		Gompertz	1 507.68	4.41	0.26	554.64	5.71	
		Bertalanffy	1 996.12	0.85	0.16	591.44	5.85	
	龙骨长	Logistic	84.85	10.07	0.79	42.43	2.92	
		Gompertz	86.90	3.52	0.56	31.97	2.25	
		Bertalanffy	88.07	0.84	0.49	26.09	1.89	
	胫长	Logistic	80.63	7.91	0.71	40.32	2.91	
		Gompertz	82.34	3.08	0.52	30.29	2.16	
		Bertalanffy	83.30	0.76	0.46	24.68	1.79	
	胫围	Logistic	34.98	9.28	1.00	17.49	2.23	
		Gompertz	35.15	3.88	0.8	12.93	1.69	
		Bertalanffy	35.29	0.97	0.73	10.46	1.46	
	母鸡	体质量	Logistic	1 158.30	27.15	0.56	579.15	5.90
			Gompertz	1 550.42	4.49	0.26	570.37	5.78
			Bertalanffy	2 077.50	0.86	0.15	615.56	6.32
龙骨长		Logistic	86.27	9.43	0.74	43.135	3.03	
		Gompertz	88.57	3.36	0.53	32.58	2.29	
		Bertalanffy	89.90	0.81	0.46	26.64	1.93	
胫长		Logistic	81.13	7.84	0.69	40.565	2.98	
		Gompertz	83.05	3.04	0.50	30.55	2.22	
		Bertalanffy	84.13	0.75	0.44	24.93	1.84	
胫围		Logistic	34.10	8.11	0.94	17.05	2.23	
		Gompertz	34.21	3.60	0.77	12.59	1.66	
		Bertalanffy	34.32	0.92	0.71	10.17	1.43	

1) A 为性状最大值, B 为参数, K 为瞬时生长速率; 体质量的拐点生长量及 A 的单位为 g, 龙骨长、胫长和胫围的拐点生长量及 A 的单位为 mm。

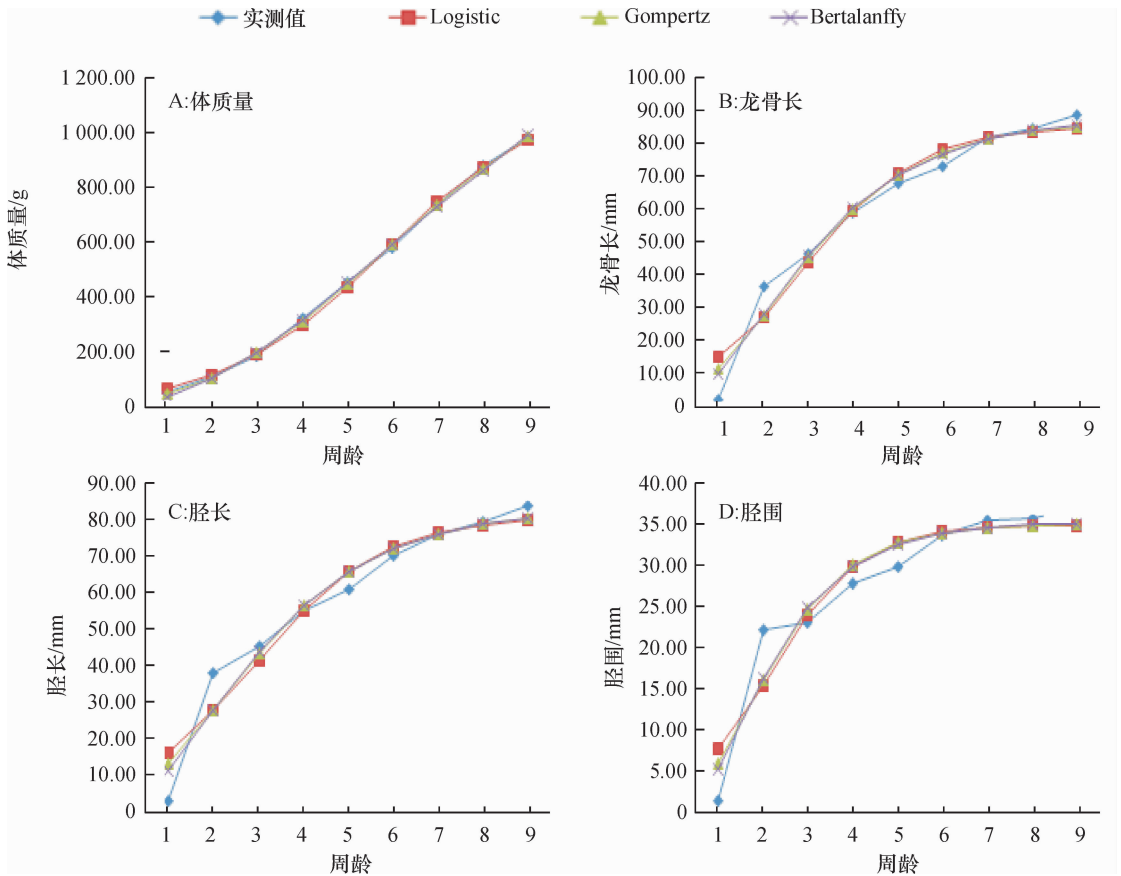


图1 珍珠鸡生长曲线与拟合曲线比较

Fig.1 Comparison of the fitted curve and growth curve of Guinea fowl

表6 3种生长曲线模型拟合度比较

Tab.6 Comparison of the fitting goodness of three growth curve models

性别	模型	体质量	龙骨长	胫长	胫围
公鸡	Logistic	0.998 2	0.948 3	0.932 5	0.891 4
	Gompertz	0.999 3	0.965 6	0.950 8	0.917 9
	Bertalanffy	0.998 8	0.972 6	0.958 5	0.929 0
母鸡	Logistic	0.998 7	0.946 6	0.934 5	0.878 3
	Gompertz	0.999 2	0.964 0	0.952 5	0.905 4
	Bertalanffy	0.998 5	0.971 1	0.959 9	0.916 9

3 讨论与结论

3.1 公、母珍珠鸡的生长发育规律

动物的生长是一个渐进的过程,一般具有非线性特征。本试验在同一饲养环境条件下,对珍珠鸡体质量和体尺性状(包括龙骨长、胫长和胫围)的生长发育规律进行比较,发现珍珠鸡的体质量、龙骨长、胫长和胫围公、母鸡之间差异不显著($P > 0.05$),体质量和体尺性状的生长发育变化呈现一致趋势。所测量的体尺性状中,其生长量在第2周龄迅速增加,生长速率大,呈直线上升趋势,2周龄以后生长趋势缓慢。因此,在第2周龄时可适当改善饲养管理

条件,注意提供充足营养,以满足其快速生长发育的需求。

3.2 体质量与体尺性状的相关性分析

许多学者报道过关于体质量与体尺性状间的相关性分析,其中,霸王鸡、固原鸡等均达到极显著水平,雁荡土鸡等为显著相关^[11-13]。本研究的珍珠鸡相关系数显著性检验结果表明,5周龄时龙骨长、胫长和胫围与体质量均呈正相关,公珍珠鸡的胫长与体质量的相关系数最大($r = 0.752$),且达到极显著水平。母珍珠鸡的体质量与龙骨长的相关系数最大($r = 0.600$),其次为胫长($r = 0.509$),均达到极显著水平,且胫长与龙骨长之间相关性达到显著水平,相关系数为0.477。初步表明可在珍珠鸡选种上,加强对胫长指标的选育,有可能间接提高龙骨长度和胸肌产量,并提高体质量。但本研究的相关系数普遍较低,揭示除龙骨长、胫长和胫围外,体质量性状还受到其他因素的影响,有待进一步试验证明。

3.3 生长曲线模型分析

生长曲线模型能够较为准确地反映动物生长发育的各个阶段的生长变化,有助于指导生产实践,包括饲养、管理、防疫等的优化。有报道认为在禽类上应用最普遍的非线性生长曲线模型是 Gompertz 模

型,拟合度好^[14]。叶伟庆等^[6]利用 Logistic、Gompertz 和 Bertalanffy 3 种非线性生长曲线模型分析了珍珠鸡体质量生长发育规律,发现 3 种模型拟合度分别为 0.993、0.996 和 0.997,均能很好地模拟珍珠鸡早期生长曲线,其中 Bertalanffy 模型的拟合度最高,拟合效果最佳,其拐点体质量为 577.09 g,拐点周龄为 5.23。而本研究的拟合度结果表明,3 种生长曲线模型的拟合度均达到了 0.998 2 以上,具有较好的拟合度,拟合效果较好,与实际曲线基本吻合,也能很好地模拟 1~9 周龄珍珠鸡体质量的生长发育规律,其中 Gompertz 模型是珍珠鸡体质量的生长曲线模型,拟合度公、母珍珠鸡分别为 0.999 3、0.999 2,拐点生长量公、母珍珠鸡分别为 554.64、570.37 g,拐点周龄公、母珍珠鸡分别为 5.71、5.78。这与刘晓辉等^[15]、李乃斌等^[16]、杜德英等^[17]研究结果一致。与叶伟庆等^[6]研究结果的不同,可能由以下原因所致:首先,孵化珍珠鸡的批次不同,孵化珍珠鸡的过程中,孵化质量可能影响鸡的健康状况,从而直接影响饲养管理质量;其次,不同地区环境条件下的生长曲线拟合有一定差异,本研究试验前期,试验地区受到过台风影响,Akbas 等^[18]也曾报道,不同品种和外界环境对动物生长曲线的变化有较大影响。此外,也不排除测量误差的影响。从珍珠鸡体尺性状的生长发育特征来看,公、母珍珠鸡龙骨长、胫长和胫围拟合的 3 种曲线模型中,Bertalanffy 模型是珍珠鸡体尺性状最佳模型,2 周龄为其拐点周龄。

3.4 结论

公、母珍珠鸡体质量和体尺生长发育规律趋势一致,在前 5 周满足珍珠鸡快速生长的营养需求的情况下,可通过胫长间接选择体质量性状,而且 Logistic、Gompertz 和 Bertalanffy 3 种非线性生长曲线模型对珍珠鸡生长发育规律的拟合是可行的,其中,Gompertz 模型对体质量拟合效果最佳,Bertalanffy 模型对龙骨长、胫长和胫围的拟合效果最佳,为生产管理提供了有效的参考资料。

参考文献:

- [1] 黄庆大. 商品肉用珍珠鸡的放养技术[J]. 特种经济动植物,2014,17(11):13-16.
- [2] 田应学,龙怡. 珍珠鸡的发展前景与养殖技术[J]. 中

国畜禽种业,2013,9(6):134.

- [3] 史延平,谢元凯,段海霞,等. 珍珠鸡的生长发育及产肉性能观测报告[J]. 辽宁畜牧兽医,1992(2):11-12.
- [4] 柳志余. 不同饲养方式对珍珠鸡生长·屠宰性能和肉品质的影响[J]. 安徽农业科学,2012,40(27):13397-13398.
- [5] 韩占兵,范佳英,王鑫磊. 珍珠鸡屠宰性能与体尺指标测定与分析[J]. 中国家禽,2013,35(5):142-143.
- [6] 叶伟庆,李东华,杜炳旺,等. 生长早期珍珠鸡羽毛特征变化及生长曲线拟合分析[J]. 家禽科学,2015,37(5):12-14.
- [7] 李莉,许晟玮,梁明振. 桂香鸡生长规律的研究[J]. 动物营养学报,2014,26(7):1787-1795.
- [8] NARUSHIN V G, TAKMA C. Sigmoid model for the evaluation of growth and production curves in laying hens[J]. Biosys Eng, 2003, 84(3): 343-348.
- [9] 宋丹,岳洪源,李连彬,等. 京红蛋鸡体重、胫长和小肠生长规律及生长曲线拟合的研究[J]. 中国畜牧杂志,2015,51(5):18-24.
- [10] THOLON P, DE QUEIROZ S A. Mamematic models applied to describe growth curves in poultry applied to animal breeding[J]. Ciência Rural, 2009, 39(7): 2261-2269.
- [11] 王飞,李笑春,吴科榜. 霸王鸡生长曲线拟合及体重与体尺的相关性分析[J]. 南方农业学报,2014,45(5):870-874.
- [12] 马建宁,顾亚玲,马丽娜. 固原鸡体重与体尺性状多元统计分析[J]. 黑龙江畜牧兽医,2010(2):76-77.
- [13] 赵燕,吴春琴,诸明涛,等. I 系雁荡土鸡体重、体尺相关性分析[J]. 中国家禽,2010,32(15):63-64.
- [14] LAIRD A K, TYLER S A, BARTON A D. Dynamics of normal growth[J]. Growth, 1965, 29(3): 233-248.
- [15] 刘小辉,李祥龙,李杰,等. 坝上长尾鸡育雏育成期生长曲线拟合研究[J]. 浙江农业学报,2015,27(5):746-750.
- [16] 李乃斌,杜炳旺,杨芬霞,等. 贵妃母鸡生长模型拟合和分析的比较研究[J]. 家禽科学,2015,37(2):9-11.
- [17] 杜德英,吴蓉蓉,朱文奇,等. 文昌鸡生长曲线拟合的研究[J]. 家禽科学,2008,30(10):3-5.
- [18] AKBAS Y, TASKIN T, DEMİRÖREN E. Comparison of several models to fit the growth curves of Kivircik and Dağlıç male lambs[J]. Turk J Vet Anim Sci, 1999, 23(3): 537-544.

【责任编辑 李晓卉】