

DOI: 10.12101/j.issn.1004-390X(n).201907029

那米鸡早期生长发育规律研究*

胡 瑀^{1,2}, 邓 俊³, 邱立华¹, 范新阳¹, 黄 静¹, 王荣平^{2**}, 苗永旺^{1**}

(1. 云南农业大学 动物科学技术学院, 云南 昆明 650201;

2. 云南农业职业技术学院 畜牧兽医学院, 云南 昆明 650212;

3. 云南省畜牧总站, 云南 昆明 650224)

摘要:【目的】研究那米鸡的生长发育规律。【方法】选用 Gompertz、Logistic 和 Von Bertalanffy 3 种常用的非线性曲线模型对那米鸡 0~210 日龄体质量进行了生长曲线拟合与分析。【结果】那米鸡体质量的累积生长曲线呈现“S”形, 表明其生长发育正常; 表现为 60 日龄之前生长速度较慢, 60~120 日龄阶段为该鸡的生长旺盛期, 120 日龄以后生长速度逐渐减缓。60 日龄以前, 公鸡、母鸡的体质量累积生长曲线基本一致, 60 日龄以后, 公鸡生长速度明显快于母鸡。3 种曲线模型均能较好的拟合公、母鸡的生长发育, 拟合度均达 0.99 以上, 其中 Gompertz 模型对公鸡的拟合值与实际值最为接近, Von Bertalanffy 模型对母鸡的拟合值与实际值最接近, 表明 Gompertz 模型对那米鸡公鸡体质量的拟合度更高 ($R^2=0.998$), Von Bertalanffy 模型对母鸡体质量的拟合度更高 ($R^2=1.000$)。【结论】本研究揭示了那米鸡的生长发育规律, 表明运用 Gompertz 和 Von Bertalanffy 模型对那米鸡进行生长曲线的拟合与分析是可行的, 可为那米鸡的饲养管理及选育利用提供依据。

关键词: 那米鸡; 生长发育; 生长曲线; 拟合度

中图分类号: S 831.4

文献标志码: A

文章编号: 1004-390X (2021) 02-0229-06

Study on the Characteristics of the Early Growth and Development of Nami Chicken

HU Yu^{1,2}, DENG Jun³, QIU Lihua¹, FAN Xinyang¹, HUANG Jing¹,
WANG Rongping², MIAO Yongwang¹

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

2. Department of Animal Husbandry & Veterinary medicine, Yunnan Agricultural College of Vocational Education, Kunming 650212, China; 3. Yunnan Animal Husbandry Station, Kunming 650224, China)

Abstract: [Purposes] In order to study the growth and development characteristics of Nami chicken. [Methods] Three nonlinear curve model commonly used Gompertz, Logistic and Von Bertalanffy, were used to fit and analyze the weight of Nami chicken at the age of 0-210 days. [Results] The cumulative growth curve of Nami chicken showed “S” shape, indicating that its growth and development was normal. This curve showed that the growth rate was slow before 60 days of age, and fast at the age of 60 to 120 days, and slowed down gradually after 120 days of age. Before 60 days old, the accumulative growth weight of cocks and hens was basically the same, and after 60 days old, the

收稿日期: 2019-07-13

修回日期: 2020-11-13

网络首发时间: 2021-03-10 17:10:04

*基金项目: 迪庆州科技局项目 (KX141626); 国家自然科学基金项目 (31760659)。

作者简介: 胡瑀 (1992—), 男, 贵州盘州人, 硕士研究生, 主要从事畜牧科学研究。

E-mail: 1750847829@qq.com

**通信作者 Corresponding authors: 王荣平 (1977—), 女, 云南禄丰人, 硕士, 讲师, 主要从事动物科学领域的教学、科研工作。E-mail: 2415184531@qq.com; 苗永旺 (1964—), 男, 内蒙古通辽人, 博士, 教授, 主要从事动物遗传学研究。E-mail: yongwangmiao1@126.com

网络首发地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/53.1044.S.20210309.1639.004.html>



growth rate of cocks was significantly faster than hens. The three curve models could well fit the growth and development of the cocks and hens, and the fitting degree was more than 0.99. The fitting value of Gompertz model to cocks was the closest to the actual value, and Von Bertalanffy model was the closest to the actual value of hens, which indicate that Gompertz model has higher fitting degree for the weight of cocks ($R^2=0.998$) and Von Bertalanffy model has higher fitting degree for the weight of hens ($R^2=1.000$). [Conclusion] This study reveals the characteristics of early growth and development of Nami chicken, which shows that it is feasible to fit and analyze the growth curve of Nami chicken by using Gompertz and Von Bertalanffy model. The results in this study can provide a basis for the feeding, management, breeding and utilization of Nami chicken.

Keywords: Nami chicken; growth and development; growth curve; fitting degree

畜禽生长速度主要体现在某一时段内体质量及体尺指标的生长量上。生长发育性状作为肉用畜禽中最主要的经济性性状,在一定程度上决定了养殖业的经济效益^[1]。生长速度快,意味着养殖周期短,同等时间内的畜产品产量升高,时间、劳动力及饲养管理等生产相关成本大大降低。畜禽早期生长速度易受品种、年龄、性别和生理状况等自身因素以及温度、湿度、光照和海拔等环境因素的影响。动物的生长发育与年龄存在非线性关系,在生产中可用非线性数学模型来描述其生长发育规律^[2]。近年来,各国研究者为了更好地描述畜禽累积生长曲线,构建了多种非线性数学模型,例如 Gompertz、Logistic 和 Von Bertalanffy 模型等,用于描述畜禽的生长发育特征。这些方程可以有效地消除试验误差的影响,反映畜禽不同群体在生长率、最大体质量或体尺方面的差异,同时还可对某些器官或组织的生长参数进行模拟和估计^[2-3]。理想的曲线模型不仅能确定畜禽的生长发育规律,还能预测畜禽体质量增长率、饲料消耗量及转化率^[4],对畜禽的饲养管理和培育具有指导意义。

那米鸡主产于云南省维西县攀天阁乡,体型结构紧凑,外貌优美,特征明显,具有适应高海拔寒冷山地气候环境,抗逆性强、耐粗饲、觅食力强、野性足、肉质佳和蛋品质好等优良特性。该鸡是未经选育的原始地方鸡种,迄今鲜有对其种质特性的研究报道,其早期生长发育规律尚不清楚。为阐明那米鸡的早期生长发育规律,本研究对那米鸡从出生到 210 日龄的体质量进行了测定,并采用 Gompertz、Logistic 和 Von Bertalanffy 3 种常用的非线性曲线模型对那米鸡的生长发

育进行拟合研究,以进一步揭示其生长发育规律,为今后那米鸡的选育利用及其早期饲养管理提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验动物

本研究所用的那米鸡观测群体(200 只)由维西县那米鸡保种场提供。试验用鸡采用舍内平养模式,且饲养管理方式保持一致。试验饲料选用华港农牧集团云南大理康华饲料有限公司生产的蛋鸡配合饲料,主要原料组成:玉米、豆粕、棉粕、菜粕、玉米酒糟(distiller's dried grains with soluble from corn, DDGS)、猪油、石粉、维生素、氨基酸、植酸酶、磷酸氢钙和氯化钠等矿物元素及防霉剂等。50 日龄以前饲料成分保证值为:粗蛋白 $\geq 20\%$,粗纤维 $\leq 5.5\%$,粗灰分 $\leq 8.0\%$,钙 $0.70\%\sim 1.20\%$,总磷 $0.30\%\sim 1.20\%$,氯化钠 $0.30\%\sim 0.80\%$,蛋氨酸 $0.50\%\sim 0.90\%$,水分 $\leq 14\%$ 。51~150 日龄成分保证值为:粗蛋白 $\geq 18\%$,粗纤维 $\leq 6.0\%$,粗灰分 $\leq 10.0\%$,钙 $1.50\%\sim 2.00\%$,总磷 $0.30\%\sim 1.20\%$,氯化钠 $0.30\%\sim 0.80\%$,蛋氨酸 $0.80\%\sim 0.90\%$,水分 $\leq 12.5\%$ 。150 日龄以后成分保证值为:粗蛋白 $\geq 16\%$,粗纤维 $\leq 6.0\%$,粗灰分 $\leq 15.5\%$,钙 $3.00\%\sim 4.50\%$,总磷 $0.30\%\sim 1.20\%$,氯化钠 $0.20\%\sim 0.70\%$,蛋氨酸 $0.80\%\sim 0.90\%$,水分 $\leq 12.5\%$ 。

1.2 试验方法

经正常孵化,试验鸡出壳后(1 日龄)即对健康雏鸡进行随机抽样 60 只称质量,其余各日龄取样数量:2 日龄 60 只,15 日龄 57 只;30 日龄公、母各 30 只;60 日龄公、母各 21 只;90 日

龄公、母鸡各 20 只; 120 日龄公鸡 35 只、母鸡 20 只; 150 日龄、180 日龄和 210 日龄公、母鸡各 15 只。测定时, 所有鸡需禁食 12 h 后才称体质量。在试验期间, 保持鸡只自由采食及饮水, 所有免疫程序严格执行, 饲养管理按照场内制定规范执行。

1.3 累积生长曲线拟合模型

根据体质量测定结果绘制那米鸡体质量累积

生长曲线, 并利用 Gompertz、Logistic 和 Von Bertalanffy 3 种非线性生长曲线模型对那米鸡进行生长曲线拟合, 计算模型参数 A (极限生长量)、 B (常数尺度)、 k (瞬时相对生长率), 根据拟合度 R^2 对生长模型进行评价, 通过分析那米鸡体质量随日龄的变化趋势, 揭示那米鸡的生长发育规律。各模型表达式见表 1。

表 1 3 种常用动物生长曲线模型
Tab. 1 Three common growth curve models of animals

模型 modle	方程 formula	拐点体质量/g inflection point weight	拐点日龄/d age of inflection point
Gompertz	$y=Ae^{-B\cdot\exp(-kt)}$	A/e	$(\ln B)/k$
Logistic	$y=A/(1+Be^{-kt})$	$A/2$	$(\ln B)/k$
Von Bertalanffy	$y=A(1-Be^{-kt})^3$	$8A/27$	$(\ln 3B)/k$

注: A 为极限生长量; B 为常数尺度; k 为瞬时相对生长率; t 为日龄; 下同。
Note: A is the maximum growth; B is the constant scale; k is the instantaneous relative growth rate; t is daily age; the same as below.

1.4 绝对生长量及相对生长率

根据所测数据, 按照公式 (1) 和 (2) 计算那米鸡的绝对生长量及相对生长率, 并绘制出绝对生长曲线和相对生长率曲线。

绝对生长量 = $\frac{w_1 - w_0}{t_1 - t_0}$ (1)

相对生长率 = $\frac{w_1 - w_0}{w_0} \times 100\%$ (2)

式中, w_0 为前一次测定的体质量或长度; w_1 为后一次测定的体质量或长度; t_0 为前一次测定时的日龄; t_1 为后一次测定时的日龄。

1.5 数据分析

本研究的观测数据用 Excel 2010 进行初步整理, 计算各日龄平均体质量, 结果以“平均值±标准误”表示, 同时计算绝对生长量及相对生长率, 根据计算结果绘制曲线图, 然后用 SPSS 17.0 软件进行生长曲线拟合。

2 结果与分析

2.1 那米鸡早期体质量生长

不同日龄公、母鸡体质量 (平均值±标准误) 见表 2。根据各日龄平均体质量绘制出累积生长曲线, 那米鸡累积生长发育曲线呈现为“S”形曲线 (图 1)。30 日龄以前, 公、母鸡生长发育较为缓慢, 自 30 日龄以后, 公鸡体质量明显高于母鸡, 但均呈现为稳定增长的趋势。那米鸡 30 日龄之前公、母鸡累计生长比较一致, 30 日

表 2 不同年龄那米鸡体质量统计表

Tab. 2 Statistics on the weight of Nami chickens at different ages

日龄/d age	公鸡体质量/g cock weight	母鸡体质量/g hen weight
1	33.13±0.44	33.13±0.44
2	37.38±0.60	37.38±0.60
15	121.95±1.59	121.95±1.59
30	257.13±7.44	250.37±7.45
60	718.10±19.95 a	634.29±17.90 b
90	1 451.00±48.60 A	1 063.50±25.70 B
120	1 822.86±26.40 A	1 383.75±21.15 B
150	2 114.00±15.93 A	1 595.00±51.49 B
180	2 323.33±55.87 A	1 762.00±66.88 B
210	2 488.18±45.00 A	1 880.83±54.92 B

注: 同一行大写字母不同者表示差异极显著 ($P<0.01$); 小写字母不同者表示差异显著 ($P<0.05$)。
Note: Different capital letters in the same lines indicate that the difference is very significant ($P<0.01$); different lowercase letters indicate that the difference is significant ($P<0.05$).

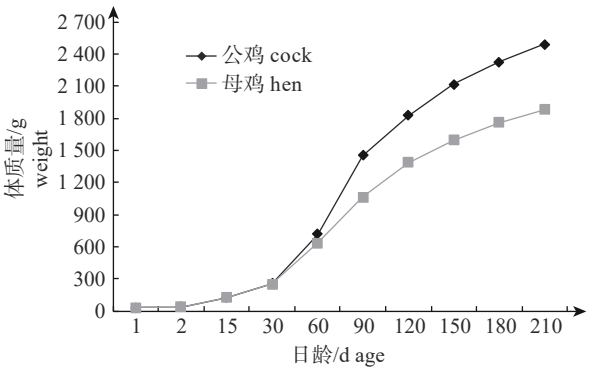


图 1 那米鸡累积生长曲线

Fig. 1 Cumulative growth curve of Nami chicken

龄之后特别是 60 日龄之后公、母鸡平均月累积增重的差距逐渐拉大，反映出公鸡生长比母鸡快。从累积生长分析看出：公、母鸡生长规律基本相似，早期生长速度较慢，至 210 日龄时均未达到累积生长高峰(表 2、图 1)。那米鸡在 60 日龄以前，公、母鸡生长速度基本一致，自 60 日龄以后，公鸡的生长速度明显快于母鸡，但均在 90 龄左右达到生长速度的最高峰，随后生长速度逐渐下降(图 2)。自 30 日龄起，那米鸡的生长强度呈现逐渐下降的状态，从总体水平看，在 30 至 120 日龄期间，公鸡生长强度均高于母鸡生长强度，120 日龄以后，公、母鸡生长强度基本保持一致(图 3)。

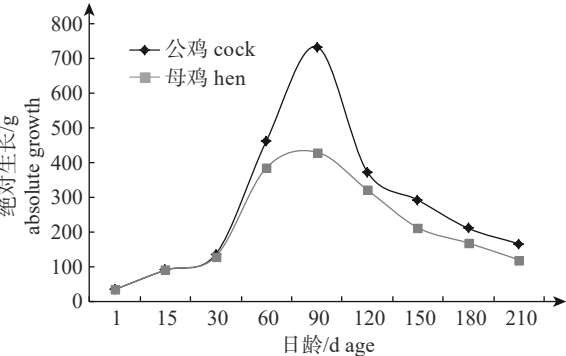


图 2 那米鸡绝对生长曲线
Fig. 2 Absolute growth curve of Nami chicken

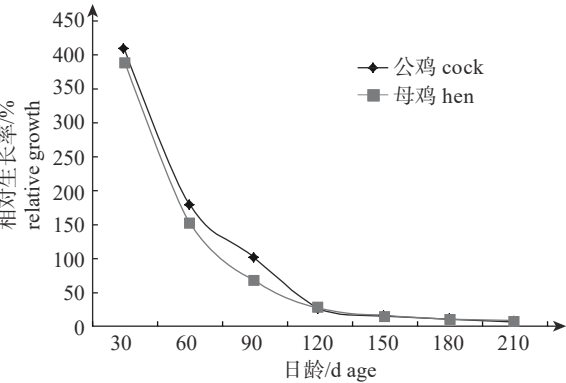


图 3 那米鸡相对生长曲线
Fig. 3 Relative growth curve of Nami chicken

2.2 那米鸡生长模型的拟合分析

选用 Gompertz、Logistic 和 Von Bertalanffy 3 种常用的非线性曲线模型对那米鸡的生长发育进行拟合。3 种模型的拟合参数估计值及拟合度 (R^2) 的相关结果见表 3、4。那米鸡体质量实际观测值与 3 种模型曲线拟合估计值比较结果见表 5。3 种模型的拟合曲线与那米鸡公、母鸡的实际生长曲线基本吻合(图 4)。

所用的 3 种曲线模型均能较好的拟合那米鸡公、母鸡的生长曲线，拟合度均达 0.99 以上(表 4、5)。其中，Gompertz 和 Von Bertalanffy 模型对公鸡的生长曲线的 R^2 均达 0.998，对母鸡的生长曲线的均达 1.000，Logistic 模型对公、母鸡生长曲线的 R^2 相同，均为 0.994。故从 R^2 来看，以 Gompertz 和 Von Bertalanffy 模型对那米鸡的拟合效果最佳。由表 5 可知：Gompertz 模型预测的公、母鸡极限体质量与那米鸡 210 日龄体质量较近，但在预测母鸡早期生长时差异较大；Von Bertalanffy 模型预测的那米鸡公、母鸡 210 日龄估计值与观测值较接近，但在预测公鸡早期生长的拟合值与观测值差异较大。综合而言，Gompertz 模型对那米鸡公鸡体质量的拟合度更高，Von Bertalanffy 模型对母鸡体质量的拟合度更高。拟建立的公鸡 Gompertz 模型生长曲线方程为： $y=2564.915e^{-4.38469\exp(-0.02156t)}$ ；母鸡 Von Bertalanffy 模型生长曲线方程为 $y=2083.609(1-0.78365e^{-0.01493t})^3$ ；通过 Gompertz 模型拟合那米鸡公鸡的极限体质量为 2 564.915 g，拐点日龄为 68.57 日龄，拐点体质量为 943.58 g；通过 Von Bertalanffy 模型拟合母鸡的极限体质量为 2 083.609 g，拐点日龄为 57.24 日龄，拐点体质量为 617.37 g。

3 讨论

3.1 生长发育规律分析

累积生长指畜禽在任何一个时期测得的体质量求体尺，表示畜禽生长发育的累积结果，通过

表 3 那米鸡公鸡 3 种模型生长曲线参数估计值和拟合度

Tab. 3 Parameter estimation and fitting degree for growth curves of three models in Nami cock

模型 modle	A/g	B	k	R^2	拐点日龄/d age of inflexion	拐点体质量/g weight of inflexion
Gompertz	2 564.915	4.38469	0.02156	0.998	68.57	943.58
Logistic	2 393.345	23.38135	0.03772	0.994	83.56	1 196.67
Von Bertalanffy	2 693.615	0.89202	0.01652	0.998	59.58	798.11

表 4 那米鸡母鸡 3 种模型生长曲线参数估计值和拟合度

Tab. 4 Parameter estimation and fitting degree for growth curves of three models in Nami hen

模型 modle	A/g	B	k	R ²	拐点日龄/d age of inflexion	拐点体质量/g weight of inflexion
Gompertz	1 969.360	3.738 20	0.019 75	1.000	66.78	724.49
Logistic	1 829.424	17.503 74	0.034 48	0.994	83.02	914.71
Von Bertalanffy	2 083.609	0.783 65	0.014 93	1.000	57.24	617.37

表 5 那米鸡体质量实际观测值与 3 种拟合曲线估计值比较

Tab. 5 Comparison between observed value and estimation value of three fitting curves in Nami chicken

日龄/d age	公鸡/g cock				母鸡/g hen			
	观测值 observed value	Gompertz	Logistic	Von Bertalanffy	观测值 observed value	Gompertz	Logistic	Von Bertalanffy
1	33.13±0.44	35.11	101.78	4.96	33.13±0.44	50.42	102.14	24.68
2	37.38±0.60	38.48	105.52	6.92	37.38±0.60	54.16	105.52	28.59
15	121.95±1.59	107.39	167.63	75.51	121.95±1.59	122.19	159.97	108.67
30	257.13±7.44	258.06	280.24	256.41	250.37±7.45	249.20	253.32	259.40
60	718.10±19.95	770.38	697.42	806.42	634.29±17.90	627.85	569.62	655.51
90	1 451.00±48.60	1 366.09	1 341.41	1 370.59	1 063.50±25.70	1 046.59	1 024.22	1 049.42
120	1 822.86±26.40	1 844.07	1 910.24	1 817.89	1 383.75±21.15	1 388.36	1 429.85	1 369.36
150	2 114.00±15.93	2 157.85	2 212.87	2 133.02	1 595.00±51.49	1 623.18	1 664.12	1 604.45
180	2 323.33±55.87	2 342.96	2 332.01	2 341.77	1 762.00±66.88	1 769.69	1 767.03	1 767.90
210	2 488.18±45.00	2 446.16	2 373.22	2 475.38	1 880.83±54.92	1 856.31	1 806.75	1 877.92

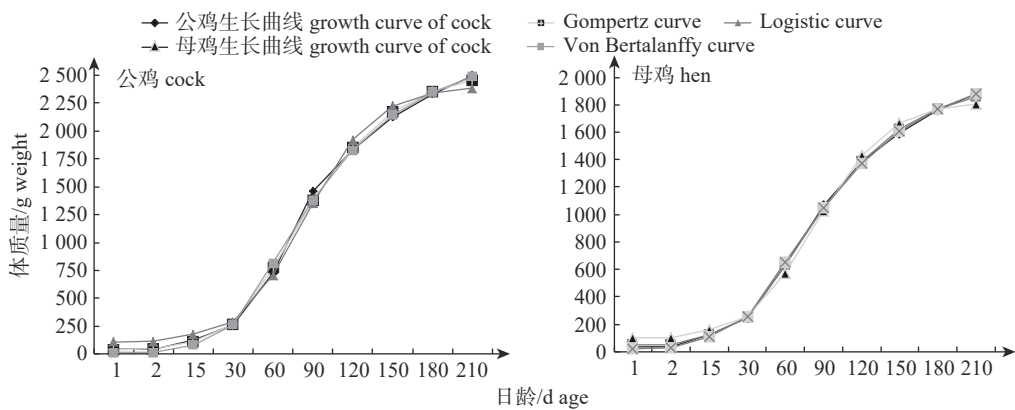


图 4 那米鸡生长曲线拟合比较

Fig. 4 Comparison of growth curve fitting of Nami chicken

不同阶段的累积生长值，可了解畜禽的生长情况。通常情况下，畜禽累计生长曲线近似于“S”形；绝对生长指畜禽在某一时段内的生长，用以揭示畜禽某时段内的生长速度，是评定不同品种或品系优良与否、制定及检测饲养管理方式的重要依据之一；相对生长率指一定时间内，体质量或体尺增长量占初始量的比率，可反映畜禽生长强度，生长强度随着年龄的增长而逐渐下降，其曲线近似于“L”形^[1]。生长发育规律的研究结果是制定畜禽生产规划的重要依据之一，对生产实践

具有重要意义^[5]。

从累积生长曲线、绝对生长曲线和相对生长率来看，那米鸡的累积生长曲线近似于“S”形。雏鸡在 60 日龄以前，由于消化机能发育不完善，对营养物质的吸收率较低，再加之那米鸡产地海拔较高，所以整个生长过程中表现为 60 日龄以前生长较缓慢，在 60~120 日龄这一阶段为那米鸡的生长旺盛期，在此时段内，那米鸡对营养物质的利用率最高，应加强饲养管理，提供高能饲料，促进那米鸡快速生长，但同时应注意能

量过剩引发禽痛风和过度肥胖,进而导致站立不稳、长期伏地甚至死亡;120 日龄以后,那米鸡生长速度减缓,公母鸡生长趋势基本保持一致,尽管生长缓慢,但在 210 日龄时,仍未达到累积生长极限。因此,在那米鸡饲养过程中,在育雏期(60 日龄以前),可采用公、母鸡混养模式,以减少饲养管理成本。60 日龄以后,由于公、母鸡在生长发育上的差异,应实行公、母鸡分群饲养模式,以确保那米鸡生长发育过程中的营养需求,最大效率的缩短饲养周期,进而提高生产效率。

3.2 曲线模型拟合分析

本研究选用的 3 种曲线模型均能较好的拟合那米鸡公、母鸡的生长曲线,拟合度均达 0.99 以上,且拟合值与实际观测值均较接近。其中,Gompertz 模型对公鸡生长曲线的拟合度最佳,拟合度为 0.998,这一结果与申志超等^[6]对盐津乌骨鸡、刘双燕等^[7]对腾冲雪鸡、李青青等^[8]对独龙鸡、白优等^[4]对乌蒙凤鸡、佟荟全等^[9]对大围山微型鸡、朱志明等^[10]对藏鸡、孟信群等^[11]对赤水乌骨鸡的研究结果一致。Von Bertalanffy 模型对母鸡生长曲线的拟合度最佳,拟合度为 1.000。这一结果与李建^[12]对坝上长尾鸡、李建芹等^[13]对东乡黑鸡、姜自芹等^[14]对武定鸡的研究结果一致。Gompertz 模型拟合公鸡的拐点日龄为 68.57 d,拐点体质量为 943.58 g,极限体质量为 2 564.915 g; Von Bertalanffy 模型拟合母鸡的拐点日龄为 57.24 d,拐点体质量为 617.37 g,极限体质量为 2 083.609 g。提示那米鸡公鸡在 68 日龄、母鸡在 57 日龄以前增重速度较快,在此之后生长速度逐渐变慢。所以在那米鸡体质量生长的拐点日龄以前,应做好那米鸡的饲养管理工作,保证日粮的营养性,进而提升那米鸡的饲料转化率和利用率,以促进那米鸡生长发育,提升其生产性能。在拐点日龄之后的饲养阶段,可适当地调整日粮配置,进而达到通过降低饲养成本以提升经济效益的目的。

4 结论

那米鸡体质量生长曲线近似于标准的“S”

形,表明其生长发育规律正常,表现为早期生长速度较慢,60~120 日龄阶段为该鸡的生长旺盛期,120 日龄以后生长速度逐渐减缓,210 日龄尚未达到累积生长高峰;3 种非线性曲线拟合模型中,Gompertz 模型对那米鸡公鸡体质量的拟合度更高,Von Bertalanffy 模型对母鸡体质量的拟合度更高。

[参考文献]

- [1] 包世增. 家禽育种学[M]. 北京: 农业出版社, 1993.
- [2] 焦显芹, 田亚东, 康向涛, 等. 浙川乌骨鸡体重变化拟合的比较研究[J]. 畜牧与兽医, 2014, 46(4): 54.
- [3] 姜鹏. 高原环境对雪山草鸡生长性能和繁殖性能的影响[D]. 扬州: 扬州大学, 2009.
- [4] 白优, 张勇, 骆科印, 等. 乌蒙凤鸡体重和胫长生长曲线拟合及相关性研究[J]. 中国畜牧杂志, 2018, 54(9): 35. DOI: 10.19556/j.0258-7033.2018-09-035.
- [5] 吴兆林, 赵振华, 黎寿丰, 等. 优质肉鸡体重、体尺生长曲线拟合与相关性分析[J]. 中国家禽, 2015, 37(8): 16. DOI: 10.16372/j.issn.1004-6364.2015.08.004.
- [6] 申志超, 刘丽仙, 荣华, 等. 盐津乌骨鸡生长曲线分析与拟合研究[J]. 中国家禽, 2016, 38(15): 63. DOI: 10.16372/j.issn.1004-6364.2016.15.013.
- [7] 刘双艳, 肖秀孝, 应豪, 等. 腾冲雪鸡生长曲线分析与拟合的研究[J]. 中国家禽, 2016, 38(9): 45. DOI: 10.16372/j.issn.1004-6364.2016.09.011.
- [8] 李青青, 李沫沫, 陈粉粉, 等. 独龙鸡生长曲线拟合分析[J]. 中国家禽, 2017, 39(24): 59. DOI: 10.16372/j.issn.1004-6364.2017.24.014.
- [9] 佟荟全, 李绮华, 贾俊静, 等. 大围山微型鸡生长曲线分析与拟合比较分析[J]. 中国家禽, 2014, 36(13): 53. DOI: 10.16372/j.issn.1004-6364.2014.13.021.
- [10] 朱志明, 强巴央宗, 朱猛进, 等. 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. DOI: 10.3321/j.issn:0578-1752.2006.10.032.
- [11] 孟信群, 李思, 喻林, 等. 赤水乌骨鸡生长曲线拟合研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2016(15): 227. DOI: 10.13881/j.cnki.hljxmsy.2016.1416.
- [12] 李健. 坝上长尾鸡不同生长曲线模型的拟合与分析[J]. 家畜生态学报, 2015, 36(11): 22. DOI: 10.3969/j.issn.1673-1182.2015.11.005.
- [13] 李建芹, 靳笑菊, 张同玉, 等. 东乡黑鸡生长曲线拟合与分析[J]. 中国家禽, 2018, 40(2): 47. DOI: 10.16372/j.issn.1004-6364.2018.02.011.
- [14] 姜自琴, 刘丽仙, 荣华, 等. 武定鸡生长曲线拟合研究[J]. 畜牧与兽医, 2015, 47(3): 49.

责任编辑: 何承刚