

## 藏鸡体重和胫长 Gompertz 生长曲线及相关性分析

强巴央宗, 翟明霞, 谢庄\*, 李齐发

(南京农业大学动物科技学院, 江苏 南京 210095)

**摘要:** 测定了藏鸡 0 至 20 周龄的体重和胫长, 运用 Gompertz 模型拟合其生长曲线。结果表明, Gompertz 模型适宜模拟藏鸡的生长过程。Gompertz 模型参数显示, 藏鸡性别间生长存在差异: 公鸡比母鸡有较高的成年体重、初始生长速度和拐点体重, 公鸡拐点年龄略大于母鸡; 但性别间成年胫长、拐点胫长未见显著差异。6 周龄的体重和胫长与后期体重具有极显著的相关性, 可用来估计藏鸡后期体重, 作为藏鸡早期选育的性状之一。

**关键词:** 藏鸡; 体重; 胫长; Gompertz 模型

中图分类号: S813.24 文献标识码: A 文章编号: 1000-2030(2008)02-0086-05

## Gompertz growth curves of body weight and phalanx length, and regression analysis in Zang chicken

CHAMBA Yang-zom, ZHAI Ming-xia, XIE Zhuang\*, LI Qi-fa

(College of Animal Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

**Abstract:** The body weight and phalanx length of Zang chicken were measured at the age of hatching to twenty-week and the growth curves were analyzed with Gompertz model. The results showed that the Gompertz model was fitting to growth of Zang chicken. The parameters of the model indicated that the male chickens had higher adult body weight, initial growth rate, inflection point body weight, and inflection point time than the female, but the differences between the male and the female in adult phalanx length and inflection point phalanx length were insignificant. The body weight or phalanx length at the age of six-week correlated with later body weight markedly, so it could be used to estimate the later body weight of Zang chicken, and be one of traits for selecting early.

**Key words:** Zang chicken; body weight; phalanx length; Gompertz model

畜禽生长曲线的拟合和分析是研究畜禽生长发育规律的主要方法之一, 是畜禽育种和生产的基础工作。近几十年已建立了多种非线性数学模型, 并广泛应用于对畜禽生长曲线的描述。Logistic 和 Gompertz 模型因对畜禽生长曲线拟合效果较好<sup>[1-2]</sup>, 且其参数估计值能够反映不同种群在增长率、最大体重等方面的差异, 而被广泛采用。Marks<sup>[3]</sup>曾对鹌鹑生长曲线作过研究, 并比较了经过选择后曲线的变化情况; Grossman 等<sup>[4]</sup>对肉鸡生长曲线的参数作了遗传分析。国内也有人<sup>[5]</sup>对肉鸡、<sup>[6]</sup>地方鸡、<sup>[7]</sup>红腹锦鸡、<sup>[8]</sup>鹅等的生长曲线进行了拟合和分析。藏鸡是我国青藏高原上一个具有特殊种质特性的地方品种, 其体型小, 胸腿肌肉发达, 性情活泼, 极耐粗放饲养, 抗病力强, 对海拔 4 100 m 以下的高原恶劣气候和低氧环境有良好的适应能力; 并且其肉质鲜嫩、风味独特, 营养丰富, 药用价值高, 是发展我国高海拔地区养鸡业的重要品种资源。本研究利用 Gompertz 生长模型拟合藏鸡在高原环境中体重和胫长的生长规律, 分析其生长速度和性别间的差别, 为藏鸡资源保存、选育和开发利用等提供参考依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料

本试验在西藏农牧学院实习牧场(林芝地区)进行, 该地海拔 2 900 m 左右, 全年平均大气压 72.0 kPa, 氧气分压约 15.1 kPa。收集纯藏鸡繁殖的种蛋进行人工孵化, 在出雏的当天选择健康活泼的雏鸡带上翅号, 并测定体重和胫长, 作为 0 周龄数据; 以后每隔 2 周测定 1 次体重和胫长, 至 20 周龄, 于 20 周龄观察性别。用于全程试验的藏鸡共 80 羽(公母各半)。试验鸡在同一饲养条件下笼养。

饲养过程分3个阶段：0~4周、5~10周、11~20周，分别饲喂肉仔鸡料（代谢能（ME）12.12 MJ·kg<sup>-1</sup>，粗蛋白（CP）21%）、肉中鸡料（ME 12.54 MJ·kg<sup>-1</sup>，CP 20%）、肉大鸡料（ME 13.17 MJ·kg<sup>-1</sup>，CP 18%），自由采食，自由饮水。出雏后第1周保持35℃室温，以后逐渐降低，4周龄时降至20℃左右。试验期间执行正常的免疫程序，并实施规范的饲养管理。

### 1.2 生长曲线模型

用以拟合藏鸡体重和胫生长曲线的 Gompertz 模型为： $W_t = ae^{-b \exp^{-rt}}$ ，式中， $W_t$  分别为  $t$  周龄时的体重和胫长； $a$  为上渐近线（final value），代表了动物体在测定期内的最大生长体重； $r$  为接近生长极限值时的生长速度； $b$  为调节参数，可间接反映动物体的早期生长速度。

根据拟合参数，计算如下几个生长参数：初始生长速度  $r_0 = br$ ；下渐近线值  $= a/e^b$ ；拐点周龄  $t_1 = (\ln b) / r$ ；拐点值  $v_1 = a/e$ ；10周龄时发育程度  $w_{10} = W_{10}/a$ 。

对生长曲线方程求导，计算藏鸡体重和胫长的绝对增长和相对增长。绝对增重方程为： $dW/dt = W_t bre^{-rt}$ ；相对增重方程为： $(dW/dt) / W_t = bre^{-rt}$ 。

### 1.3 统计方法

藏鸡性别间体重、胫长和参数的比较采用  $t$  检验，先进行方差齐性检验，再根据方差齐性检验结果进行  $t$  检验，由 SAS 系统中 TTEST 过程完成；相关分析计算胫长与体重两个性状间的相关系数，并进行显著性检验，由 SAS 系统中的 CORR 过程完成。

采用高斯—牛顿（Gauss-Newton）算法，以残差平方和最小为目标函数，逐次迭代计算各参数值，收敛标准精度为 0.001；同时计算复相关系数（ $R^2$ ），作为衡量拟合优度的指标： $R^2 = 1 - \sum (W - \bar{W})^2 / (\sum W - n\bar{W})^2$ 。运用 SAS 软件中的 NLIN 过程进行模型参数的最优估计。

## 2 结果与分析

### 2.1 体重和胫长的测定结果

由表 1 结果可见，藏公鸡的体重和胫长在各年龄阶段都高于藏母鸡，但在 4 周龄前，差异均不显著（ $P > 0.05$ ）。6 周龄时，藏公鸡的体重显著高于母鸡（ $P < 0.05$ ），胫长的生长也极显著高于母鸡（ $P < 0.01$ ）。此后，公、母鸡体重和胫长的差别不断增加（ $P < 0.01$ ）。

表 1 不同周龄藏鸡体重和胫长

周龄 Week-age	体重/g Body weight			胫长/mm Phalanx length		
	母鸡 Female	公鸡 Male	合计 Total	母鸡 Female	公鸡 Male	合计 Total
0	28.46 ± 0.51 <sup>a</sup>	29.16 ± 0.34 <sup>a</sup>	28.78 ± 0.32	25.31 ± 0.18 <sup>a</sup>	25.49 ± 0.25 <sup>a</sup>	25.41 ± 0.16
2	37.33 ± 1.01 <sup>a</sup>	38.29 ± 1.01 <sup>a</sup>	37.76 ± 0.71	28.23 ± 0.31 <sup>a</sup>	28.61 ± 0.41 <sup>a</sup>	28.41 ± 0.25
4	62.31 ± 2.34 <sup>a</sup>	68.81 ± 2.91 <sup>a</sup>	65.23 ± 1.86	33.12 ± 0.49 <sup>a</sup>	34.09 ± 0.74 <sup>a</sup>	41.10 ± 0.59
6	108.50 ± 3.66 <sup>ba</sup>	123.75 ± 5.30 <sup>ba</sup>	115.36 ± 3.23	39.35 ± 0.66 <sup>b</sup>	43.09 ± 0.88 <sup>a</sup>	41.10 ± 0.59
8	164.41 ± 5.66 <sup>b</sup>	196.21 ± 8.11 <sup>a</sup>	178.70 ± 5.13	46.75 ± 0.85 <sup>b</sup>	51.44 ± 1.17 <sup>a</sup>	48.95 ± 0.76
10	235.71 ± 8.92 <sup>b</sup>	290.63 ± 11.99 <sup>a</sup>	260.38 ± 7.96	53.52 ± 1.08 <sup>b</sup>	59.62 ± 1.28 <sup>a</sup>	56.38 ± 0.91
12	307.26 ± 11.47 <sup>b</sup>	376.29 ± 14.71 <sup>a</sup>	338.27 ± 9.98	60.27 ± 1.18 <sup>b</sup>	68.02 ± 1.38 <sup>a</sup>	63.90 ± 1.02
14	388.11 ± 14.05 <sup>b</sup>	470.65 ± 16.07 <sup>a</sup>	425.19 ± 11.62	66.99 ± 1.24 <sup>b</sup>	75.42 ± 1.33 <sup>a</sup>	70.94 ± 1.04
16	466.91 ± 16.70 <sup>b</sup>	575.60 ± 19.91 <sup>a</sup>	515.74 ± 14.32	71.95 ± 1.24 <sup>b</sup>	80.66 ± 0.32 <sup>a</sup>	76.03 ± 1.05
18	522.49 ± 19.65 <sup>b</sup>	668.47 ± 25.04 <sup>a</sup>	588.08 ± 17.82	76.16 ± 1.32 <sup>b</sup>	84.97 ± 1.35 <sup>a</sup>	80.29 ± 1.09
20	569.37 ± 19.75 <sup>b</sup>	720.17 ± 25.73 <sup>a</sup>	637.12 ± 18.19	77.53 ± 1.26 <sup>b</sup>	86.60 ± 1.25 <sup>a</sup>	81.78 ± 1.05

注：同行上标不同大小写字母分别表示性别间体重或胫长在 0.01 和 0.05 水平差异显著。Different superscript capital and small letters in the same row represent the significant difference of body weight or phalanx length between female and male at 0.01 and 0.05 levels.

### 2.2 模型参数

表 2 显示，Gompertz 模型能较好地描述藏鸡体重和胫长，体重拟合度（ $R^2$ ）在 0.99 以上，胫长  $R^2$  在 0.98 以上。模型参数在公、母鸡间存在差异，公鸡的参数  $a$ 、 $b$  高于母鸡，而  $r$  值比较接近。拟合的藏公、母鸡极限体重分别为 1 151.5 g 和 884.7 g，与报道的藏鸡实际成年体重一致<sup>[9]</sup>。藏公鸡极限体高于母鸡，且早期生长速度快，但在生长的后期公、母鸡之间生长速度差别不大。藏鸡性别间初始体重差异不大，但初始生长速度则公鸡大于母鸡。Gompertz 模型的生长拐点是生长曲线中指数生长阶段的结束和渐近生长阶段的开始，此时的生长速度最大。拐点出现在体重为  $a/e$  时，此时的年龄即为拐点时间。从表 2 可见，藏公鸡体重生长的拐点时间为 12.90 周龄，母鸡为 12.40 周龄，公鸡迟于母鸡。10 周

龄时，藏公鸡体重为成年体重的 0.26，母鸡为 0.28，也可看出公鸡发育至成熟体重慢于母鸡。

从藏鸡胫长的生长曲线拟合结果可见，最大胫长、生长速度、调节参数  $b$ 、拐点胫长和 10 周龄时的发育程度均为公鸡大于母鸡。藏鸡胫长的生长要先于体重，生长拐点约为 6.4 周龄（其中公、母鸡胫长生长的拐点时间分别是 6.04 和 6.77 周龄，母鸡迟于公鸡），明显早于体重的拐点时间。10 周龄时的胫长已发育至成年的 0.5 左右，而此时，体重发育才为成年的 0.27。

表 2 藏鸡个体 Gompertz 模型生长曲线拟合参数均值

Table 2 The parameters of Gompertz growth model of Zang chicken

参数 Parameter	体重 Body weight			胫长 Phalanx length		
	母 Female	公 Male	合计 Total	母 Female	公 Male	合计 Total
$R^2$	0.994 9	0.995 8	0.995 3	0.988 1	0.990 4	0.989 1
$a$	884.71	1 151.50	1 004.60	115.72	118.66	117.10
$b$	4.175 4	4.455 7	4.301 3	1.658 8	1.733 9	1.694 0
$r$	0.117 3	0.118 1	0.117 6	0.085 5	0.099 3	0.091 9
$r_0$	0.492 8	0.530 0	0.509 5	0.138 3	0.169 7	0.153 0
$v_0$	14.001	14.263	14.120	21.438	20.772	21.130
$t_1$	12.397	12.903	12.620	6.772 4	6.039 7	6.428 8
$v_1$	325.46	423.63	369.56	42.57	43.65	43.08
$w_{10}$	0.277 5	0.258 0	0.269 0	0.492 7	0.522 9	0.506 9

注： $R^2$ ：相关系数 Correlation coefficient； $a$ ：上渐近线 Final value； $b$ ：调节参数 Regulation constant； $r$ ：接近生长极限时的生长速度 Maturation rate； $r_0$ ：初始生长速度 Initial growth rate； $v_0$ ：初始拐点值 Initial infection point numeral； $t_1$ ：拐点周龄 Infection point week-age； $v_1$ ：拐点值 Infection point numeral； $w_{10}$ ：10 周龄时发育程度 Growth level of ten week-age

### 2.3 体重和胫长累积生长曲线

由藏鸡公、母鸡和全群平均体重（图 1-A）及胫长（图 1-B）相应的 Gompertz 模型累积生长曲线可见，拟合的生长曲线均与实际观察相吻合。

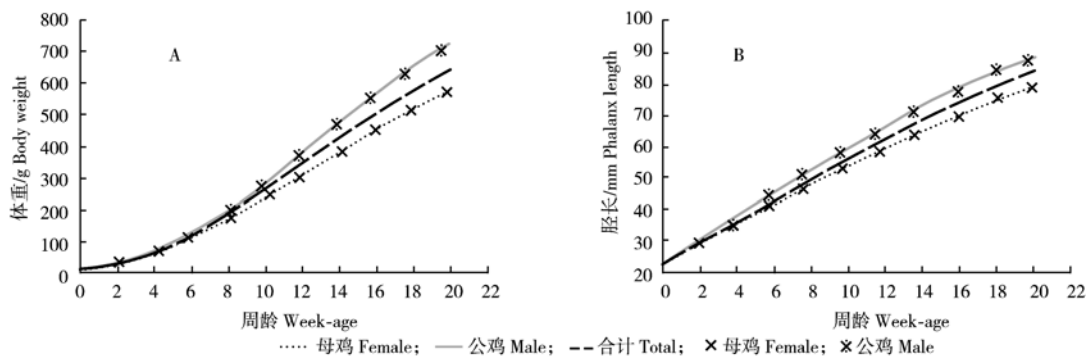


图 1 藏鸡体重 (A) 和胫长 (B) Gompertz 累积生长曲线

Fig. 1 Gompertz cumulative growth curves of Zang chicken

线条表示拟合曲线，点表示观察值。The lines represent fitted curve, and the plots, observed values.

### 2.4 绝对生长速度

对累积生长曲线方程进行求导所得到的绝对生长速度方程，代表了动物体生长速度的动态变化。从藏鸡不同性别群体的体重（图 2-A）和胫长（图 2-B）的绝对生长速度曲线可以看出，4 周龄后，藏鸡的绝对生长速度迅速增加，性别间差异也开始加大；6 周龄时达显著水平 ( $P < 0.05$ )；12 周龄左右生

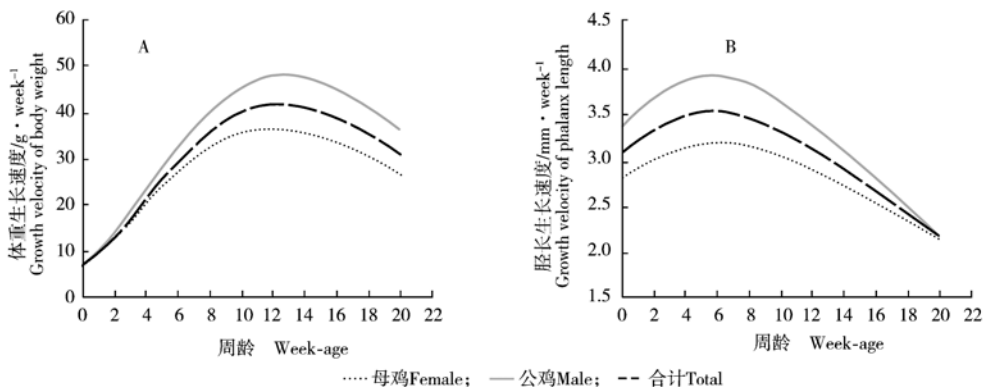


图 2 藏鸡体重 (A) 和胫长 (B) 的绝对生长曲线

Fig. 2 Absolute growth curves of body weight and phalanx length of Zang chicken

长速度达到高峰。而藏鸡胫长的绝对生长速度曲线不同于体重，从一开始即出现性别间的差异；约 6 周龄时其绝对生长速度达到高峰；6 周龄后逐渐降低，公、母鸡之间的差别也逐渐变小。

2.5 相对生长速率

从藏鸡体重（图 3-A）和胫长（图 3-B）的相对生长曲线可见，刚开始时相对生长率较高，性别间差别也较大，随着周龄的增加，都趋于降低；而在同一周龄，公鸡的相对生长速率比母鸡大。

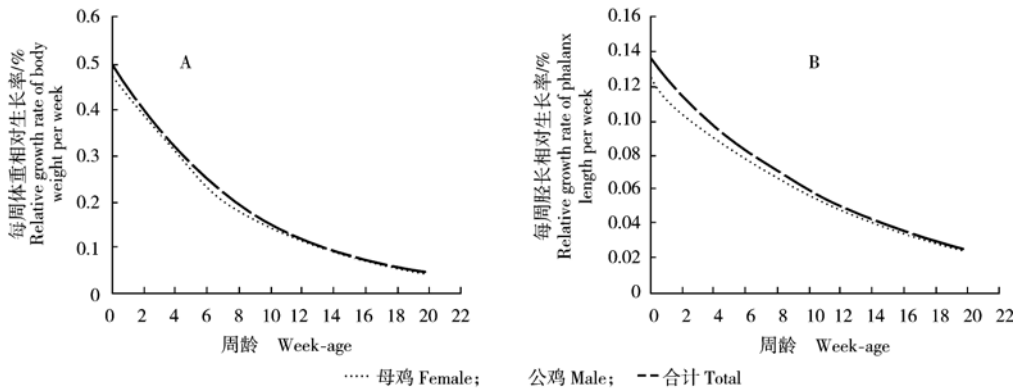


图 3 藏鸡体重 (A) 和胫长 (B) 的相对生长曲线

Fig. 3 Relative growth curves of body weight and phalanx length of Zang chicken

2.6 体重和胫长的相关分析

分析藏鸡不同周龄胫长和体重及与不同周龄体重之间的相关性（表 3）可以看出，相同周龄时胫长和体重的相关系数一般高于不同周龄间胫长与体重的相关系数。初生时胫长 ( $L_0$ ) 与各周龄体重的相关性都较低。之后，随着周龄的增加，胫长与其同期或后期体重的相关程度逐渐增强；6 周龄时，胫长与后期体重间的相关系数已达 0.74 以上，均达显著水平 ( $P < 0.05$ )。从表 3 还可以看出，藏鸡的周龄越大，其体重与后期的体重相关性越强；6 周龄时，其相关系数已在 0.70 以上 ( $P < 0.05$ )。对藏鸡 6 周龄时的体重和胫长与后期体重进行复相关分析可知，其与藏鸡 8、10、12、14、16、18 和 20 周龄的复相关系数分别为 0.963 1、0.905 4、0.863 3、0.801 2、0.785 9、0.783 7、0.803 2，均达极显著水平 ( $P < 0.01$ )。

表 3 藏鸡体重和胫长的相关分析 ( $R^2$ )

Table 3 The correlation between body weight and phalanx length of Zang chicken

	$W_0$	$W_2$	$W_4$	$W_6$	$W_8$	$W_{10}$	$W_{12}$	$W_{14}$	$W_{16}$	$W_{18}$	$W_{20}$	
$L_0$	0.269 1	0.288 0	0.104 0	0.086 3	0.091 0	0.172 3	0.197 1	0.247 0	0.210 8	0.268 8	0.265 8	
$L_2$	0.300 3*	0.719 6**	0.432 5**	0.337 6**	0.394 5**	0.419 4**	0.471 9**	0.441 9**	0.439 0**	0.470 2**	0.502 4**	
$L_4$	0.307 1*	0.662 2**	0.863 3**	0.703 2**	0.632 8**	0.701 0**	0.700 1**	0.618 7**	0.635 1**	0.680 2**	0.666 9**	
$L_6$	0.226 7	0.532 9*	0.771 1**	0.902 0**	0.820 0**	0.849 2**	0.801 1**	0.765 3**	0.741 3**	0.750 6**	0.767 0**	
$L_8$	0.204 6	0.572 6**	0.780 7**	0.854 3**	0.892 3**	0.907 5**	0.897 4**	0.807 9**	0.800 1**	0.817 2**	0.823 4**	
$L_{10}$	0.236 6	0.548 4**	0.695 6**	0.786 7**	0.877 5**	0.943 6**	0.927 3**	0.850 8**	0.852 2**	0.876 6**	0.885 8**	
$L_{12}$	0.221 7	0.528 1**	0.697 1**	0.784 1**	0.880 8**	0.951 2**	0.956 0**	0.898 4**	0.898 3**	0.909 8**	0.917 8**	
$L_{14}$	0.206 4	0.457 5**	0.612 8**	0.788 9**	0.866 6**	0.920 0**	0.920 9**	0.926 2**	0.912 5**	0.906 2**	0.918 7**	
$L_{16}$	0.165 9	0.403 6**	0.569 2**	0.745 4**	0.831 1**	0.872 2**	0.879 1**	0.914 9**	0.910 9**	0.900 9**	0.917 0**	
$L_{18}$	0.143 6	0.397 2**	0.457 9**	0.688 6**	0.800 2**	0.821 3**	0.826 6**	0.876 2**	0.864 1**	0.853 6**	0.883 5**	
$L_{20}$	0.144 1	0.427 9**	0.461 7**	0.656 4**	0.777 3**	0.808 5**	0.836 1**	0.885 2**	0.882 1**	0.876 4**	0.906 3**	
$W_0$	1.000 0	0.380 2**	0.344 2**	0.196 4	0.169 8	0.227 3	0.202 7	0.191 6	0.230 0	0.255 6*	0.262 9*	
$W_2$		1.000 0	0.618 1**	0.463 1**	0.462 4**	0.538 4**	0.546 6**	0.520 2**	0.506 6**	0.525 2**	0.536 0**	
$W_4$			1.000 0	0.727 8**	0.668 5**	0.714 9**	0.697 7**	0.622 7**	0.634 5**	0.653 7**	0.645 2**	
$W_6$				1.000 0	0.890 1**	0.840 3**	0.786 5**	0.778 0**	0.724 5**	0.697 1**	0.703 0**	
$W_8$					1.000 0	0.928 4**	0.903 1**	0.871 6**	0.849 3**	0.830 5**	0.837 1**	
$W_{10}$						1.000 0	0.972 0**	0.925 1**	0.919 6**	0.915 1**	0.918 7**	
$W_{12}$							1.000 0	0.944 3**	0.938 1**	0.930 8**	0.933 1**	
$W_{14}$								1.000 0	0.980 2**	0.950 5**	0.950 0**	
$W_{16}$									1.000 0	0.976 8**	0.967 7**	
$W_{18}$										1.000 0	0.985 9**	
$W_{20}$											1.000 0	
$L_6 + W_6$												0.963 1**
												0.905 4**
												0.863 3**
												0.801 2**
												0.785 9**
												0.783 7**
												0.803 2**

注：1)  $L_t$  和  $W_t$  分别为  $t$  周龄时的胫长和体重 ( $t=0, 2, 4, \dots, 20$ )。  $L_t$  and  $W_t$  mean phalanx lengtha and body weight of “ $t$ ” week-age.

2) \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$

### 3 讨论

生物体的生长发育受遗传、营养及环境等多种因素的影响,但某一物种生长发育的基本特征具有相对稳定性,这是数学模型用以描述动物体生长过程的基础。非线性生长模型是根据生物体生物量增加的生理特征发展而来,能描述生物量随时间规律性的变化过程。Gompertz 模型是当前使用较多的用以描述家禽生长发育规律的生长曲线模型。有人曾用 Gompertz 模型拟合了鸡活重、胴体组分和采食量的变化规律,所得到的拟合优度较高 ( $R^2 > 0.99$ )<sup>[10-11]</sup>。本试验结果表明, Gompertz 模型同样适宜模拟藏鸡体重和胫长的生长过程。

有些研究认为公鸡成年体重大,但拐点时间比母鸡晚<sup>[12]</sup>。本研究发现藏鸡在高原生长条件下,公、母鸡生长拐点时间表现出相同的趋势。用 Gompertz 模型拟合快大型肉鸡公、母鸡的体重生长拐点分别为 4.88 和 4.78 周龄<sup>[5]</sup>,地方鸡公、母鸡分别为 8.32 和 8.05 周龄<sup>[13]</sup>,但藏鸡的拐点时间则明显较晚,这是因为藏鸡属晚熟品种<sup>[14]</sup>。Gompertz 模型拟合的藏公、母鸡极限体重与低海拔地区培育品种相比,其极限体重小,而拐点年龄大,表明藏鸡是早期生长速度较慢、晚熟的地方小型品种。藏鸡生长早期公、母间差别不大,4 周龄后体重和胫长才表现明显差异,而低海拔快速生长型的品种公、母鸡生长差别一般表现比较早<sup>[11]</sup>。有报道认为商品代肉仔鸡出生后 2 周龄的生长差异不显著,2 周龄后公鸡生长显著大于母鸡<sup>[3,15]</sup>。这说明藏鸡的早期生长发育与高度培育的肉鸡早期生长发育具有不同的特征。

藏鸡体重和胫长之间存在相关性,且随着年龄增加相关性增强。6 周龄时,体重或胫长与后期体重已经达到较高的相关性,尤其此时的体重和胫长与后期体重复相关系数更高。因此,可以利用 6 周龄的体重和胫长来预测后期的体重,达到对体重的早期选择。可以建立一个体重与胫长结合的选育方案,通过早期(6 周龄)体重和胫长的选择达到对出栏重或成年体重的间接选择,以进行早期选种。因此在生产实践中应规范藏鸡的饲养和系谱,促使藏鸡体型和胫长的良好发育,以获得准确的 6 周龄体重和胫长。具体的选育方法有待于进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] 杨海明,徐琪,戴国俊.禽类三种常用生长曲线浅析[J].中国家禽学报,2004,8(1):164-166
- [2] 戴国俊,王金玉,王志跃,等.新扬州鸡不同环境体重体尺生长曲线拟合研究[J].浙江农业学报,2005,17(6):372-375
- [3] Marks H L. Growth curve changes associated with long-term selection for body weight in Japanese quails [J]. Growth, 1978, 42(2): 129-140
- [4] Grossman M, Bohren B B. Logistic growth curve of chickens; heritability of parameters [J]. Heredity, 1985, 76(6): 459-462
- [5] 李世杰,赵月苹,江富华.艾维茵肉仔鸡生长规律的模拟及最大经济效益点的研究[J].河北农业大学学报,1999,22(2): 67-70
- [6] 葛剑,谷子林,李英,等.河北柴鸡 1~16 周龄生长曲线分析与拟合的比较研究[J].中国家禽,2005,27(14): 9-11
- [7] 张录强,杨振才,孙儒泳.红腹锦鸡(*Chrysolophus pictus*)生长曲线分析[J].北京师范大学学报:自然科学版,2002,38(4): 549-553
- [8] 吕敏芝,陈鹏,叶润全.不同饲养方式下马岗鹅生长曲线分析[J].畜牧与兽医,2004,36(6): 13-14
- [9] 强巴央宗,巴桑,唐晓惠,等.西藏不同区域藏鸡的生产性能[J].畜牧与兽医,2003,35(6): 19
- [10] 陈伟亮,王志跃,白群安,等. Gompertz 模型在新扬州鸡及其杂交后代生长发育研究中的应用[J].中国畜牧杂志,2003,39(3): 35-36
- [11] Wiseman J, Lewis C E. Influence of dietary energy and nutrient concentration on the growth of body weight and of carcass components of broiler chickens [J]. J Agric Sci, 1998, 131: 361-371
- [12] 张德祥,杨山.不同性别肉仔鸡生长模式差异的研究[J].黑龙江畜牧兽医,1998(3): 11-12
- [13] 张红,龚道清,张军,等.溧阳鸡生长曲线分析与拟合的研究[J].畜牧与兽医,2006,38(2): 7-9
- [14] 中国家禽品种志编写组.中国家禽品种志[M].上海:上海科学技术出版社,1989
- [15] Mignon-Grasteau 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]. J Anim Sci, 2000, 78(10): 2515-2524