

不同性别美系大白猪生长曲线拟合分析

李庆岗¹, 吕培², 韦培培²

(1.安徽省农业科学院畜牧兽医研究所 安徽 合肥 230031 2.安徽省安泰种猪育种有限公司 安徽 合肥 230000)

中图分类号 S828

文献标志码: A

文章编号: 1002-1957(2014)05-0060-03

摘要 对美系大白猪进行了生长曲线拟合,自出生每 30 d 称 1 次体重,根据平均体重分别利用 Logistic、Bertalanffy、Gompertz 模型进行生长曲线拟合,结果显示,Gompertz 模型拟合度最高($R^2=0.999\ 9$)其它两种模式也相对较高,均高于 0.999 0,从极限体重(成熟体重)看,Gompertz 模型拟合的公猪和母猪体重分别是 239.88 kg 和 222.76 kg,较符合大白猪的体重范围,因此,Gompertz 模型最适合美系大白猪的生长发育过程,其公、母猪 Gompertz 方程分别为: $W=239.88 \exp[-4.52 \exp(-0.011 t)]$ 和 $W=222.76 \exp[-4.59 \exp(-0.011 t)]$,其拐点分别是(137.14 d, 88.25 kg)和(138.53 d, 81.95 kg)。

关键词 美系大白猪;生长曲线;生长发育

猪的生长过程有一定的规律性,常用某种曲线来描述,这种曲线就是生长曲线(Growth curve),生长曲线拟合和分析实质上是利用各个不同时期的体重资料计算出少数几个参数,建立生长曲线方程,利用绘图软件绘制出相应的曲线,其形状一般呈 S 型^[1]。生长曲线分析不仅可预测猪的生长过程,而且在指导猪的饲养管理、育种过程中具有重要作用。目前,常用的动物生长曲线数学模型主要有 3 种,分别为 Logistic^[2]、Bertalanffy^[3]和 Gompertz^[4]模型。Logistic 和 Gompertz 模型具有一个固定的拐点,而 Bertalanffy 模型的拐点是可变的,3 种模型均能很好地模拟猪的生长发育过程。我国畜牧工作者对地方猪种^[5-6]及引进猪种^[7-9]均有生长曲线拟合方面的研究,对指导猪饲养管理的改善及营养需要的制定起到了一定的作用。

本文采用 PASW Statistics 18.0 对不同性别的美系大白猪分别拟合了 Logistic、Bertalanffy 和 Gompertz 生长曲线,旨在了解不同性别美系大白猪初生至 5 月龄阶段的生长发育规律,分析其生长肥育性能特点,并试图寻找最佳的生长曲线模型,为美系大白猪的饲养管理、选育及合理利用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验猪只的选择

本试验测定地点在安徽省安泰种猪育种有限公司进行,随机选择预产期相近的头胎美系大白临产母猪 20 头,饲养在同一栋产房,采用相同的饲养管理,选择出生日期相差不超过 2 d 的 16 窝仔猪,公母各半,仔猪出生后吃初乳前进行称重,选择初生重

相近的仔猪 100 头(公、母各半)用于后期生长测定。

1.2 饲养管理及体重测定

仔猪出生后 7 d 进行补饲,21 日龄断奶,断奶时先赶走母猪,留下断奶仔猪饲养 5 d(26 日龄)后转至保育舍,饲养至 75 日龄转至生长育成舍。所有猪在同一阶段均采用相同的饲料、相同的饲养管理技术,自动饮水。分别记录初生(吃初乳前体重)、30、60、90、120 及 150 日龄的体重,初生及 30 日龄重采用量程为 30 kg、精度为 0.01 kg 的电子秤,60 日龄及以后体重采用量程为 200 kg、精度为 0.1 kg 的电子秤进行称量。测定起始时间为 2013 年 12 月 1 日,结束日期为 2014 年 5 月 1 日,共饲养 150 d,公、母猪分别选择 40 头健康的猪进行曲线拟合。

1.3 生长曲线拟合

采用常用的 3 种非线性动物生长模型 Logistic [$W=a \times (1+b \times e^{-kt})^{-1}$]、Bertalanffy [$W=a \times (1-b \times e^{-kt})^3$]和 Gompertz [$W=a \times \exp[-b \times \exp(-kt)]$] ,其中 W 为拟合体重,t 为时间,a 为极限体重参数(成熟体重),b 为常量参数,k 为生长速率参数。利用 PASW Statistics 18.0 软件的 Nonlinear Regression 程序对试验猪各阶段体重进行 3 种模型的生长曲线拟合。采用 Excel 软件作图。

2 结果与分析

2.1 体重的生长变化

大白公、母猪的初生、30、60、90、120 和 150 日龄的平均体重、日增重、相对增长率及占初生重的倍数见表 1。初生至 150 日龄的日增重随着日龄的增加而增大,公猪日增重略高于母猪,120~150 日龄阶段的公、母猪日增重均达最大,分别为 932.3 g 和 891.4 g,相对增长率以 1~30 日龄最大,公、母猪分别为 138.91%和 137.04%,初生至 150 日龄阶段相对增长率逐渐下降。

收稿日期 2014-07-31

基金项目 皖长杰出青年基金(14B0404),安徽省农业科学院科技创新团队项目(13C0405)

作者简介 李庆岗(1977-),男,山东巨野人,助理研究员,博士,研究方向为动物遗传育种,E-mail: 1qg3375@163.com

表 1 大白猪初生至 150 日龄的体重生长变化

性别	日龄	样本数/头	(均值体重 ±标准误)/kg	绝对增重/kg	日增重/g	相对生长率/%	占初生重的倍数
公	1	40	1.76±0.01				
	30	40	9.77±0.36	8.01	267.1	138.91	5.5
	60	40	22.77±1.02	13.00	433.3	79.88	12.9
	90	40	42.71±1.19	19.94	664.6	60.90	24.2
	120	40	69.99±1.48	27.28	909.5	48.42	39.7
	150	40	97.96±1.61	27.97	932.3	33.31	55.6
母	1	40	1.66±0.01				
	30	40	8.89±0.10	7.23	241.1	137.04	5.4
	60	40	21.04±0.34	12.15	405.0	81.17	12.7
	90	40	40.58±0.59	19.54	651.2	63.41	24.4
	120	40	66.41±0.54	25.83	861.0	48.29	40.0
	150	40	93.15±0.86	26.74	891.4	33.52	56.1

注:绝对增重= W_2-W_1 ;日增重= $(W_2-W_1)/$ 生长天数,相对生长率= $(W_2-W_1)/[(W_2+W_1)/2]$;占初生重的倍数= W_2/W_1 。

2.2 生长曲线拟合

利用 PASW 软件分别对大白公、母猪不同日龄体重进行 Logistic、Bertalanffy 和 Gompertz 模型的曲线拟合,其各参数拟合结果见表 2。由表 2 可得到大白猪 3 种生长曲线方程分别为公猪 Logistic: $W=132.84[1+30.52 \exp(-0.030 t)]$ Bertalanffy: $W=561.76[1-0.853 \exp(-0.004 t)]^3$,Gompertz: $W=239.88 \exp[-4.52 \exp(-0.011 t)]$ 母猪 Logistic: $W=125.18[1+31.83 \exp(-0.030 t)]$ Bertalanffy: $W=507.65[1-0.857 \exp(-0.005 t)]^3$,Gompertz: $W=222.76 \exp[-4.59 \exp(-0.011 t)]$;以上公式中 W 代表猪的体重,t 代表日龄。虽然 Bertalanffy 和 Gompertz 曲线拟合度均大于 0.999 0,但根据各生长曲线的生长拐点日龄、拐点体重和最大日增重,Gompertz 模型比较符合大白猪的生长情况,因此,选择 Gompertz 模型为大白猪的生长曲线最为合适。根据 Gompertz 模型分别计算出大白猪初生、30、60、90、120 和 150 日龄的体重,见表 3。

表 2 大白猪生长曲线参数拟合结果

模型	性别	a	b	k	R ²	拐点日龄/d	拐点体重/kg	最大日增重/kg
Logistic	公	132.84	30.52	0.030	0.999 6	113.95	66.42	0.996
	母	125.18	31.83	0.030	0.999 5	115.35	62.59	0.939
Bertalanffy	公	561.76	0.853	0.004	0.999 2	234.90	166.45	0.999
	母	507.65	0.857	0.005	0.999 6	188.86	150.41	1.128
Gompertz	公	239.88	4.52	0.011	0.999 9	137.14	88.25	0.971
	母	222.76	4.59	0.011	0.999 8	138.53	81.95	0.901

表 3 大白猪 Gompertz 模型理论体重

项目	体重/kg	日增重/g	相对生长率/%	占初生重倍数
公	初生	2.61		
	30 日龄	9.31	223.1	112.3
	60 日龄	23.20	463.0	85.5
	90 日龄	44.73	717.8	63.4
	120 日龄	71.71	899.5	46.3
	150 日龄	100.69	966.0	33.6
母	初生	2.26		
	30 日龄	8.22	198.5	113.7
	60 日龄	20.77	418.6	86.6
	90 日龄	40.47	656.5	64.3
	120 日龄	65.36	829.7	47.0
	150 日龄	92.26	896.5	34.1

2.3 生长曲线的绘制

2.3.1 大白公猪 根据大白公猪实际测定和 Gompertz 理论体重、日增重及相对生长率分别绘制累积生长曲线(图 1)、绝对生长曲线(图 2)和相对生长曲线(图 3)。由图 1 可知,实际体重与 Gompertz 曲线基本一致,除 30 日龄实际体重高于 Gompertz 理论值外,其它日龄均低于理论体重,说明实际饲养过程中还有提高生长速度的潜力。由图 2 可知,30 日龄前日增重高于理论值,说明在产房饲养管理状况良好,母猪泌乳性能较好,30~60 日龄和 60~90 日龄阶段日增重低于理论值,说明在实际生产中,尤其是保育阶段有待从饲养管理、环境、饲料营养等方面提高,以发挥其生长潜能,90~120 日龄阶段日增重高于理论值,而 120~150 日龄阶段低于理论值,说明在育成前期生长速度较为理想,后期仍有提高的潜力。由图 3 可知,实际相对生长强度在 30 日龄前最高,达到了 138.91%,高于理论生长强度的 112.3%;自 30~90 日龄阶段的实际相对生长强度低于理论值,即保育阶段有待进一步加强饲养管理,提高生长速度,90 日龄后实际相对生长强度与理论值接近。

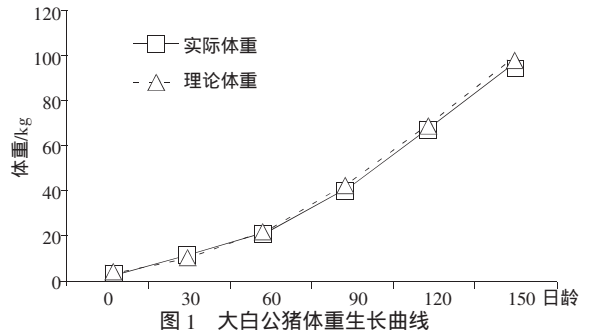


图 1 大白公猪体重生长曲线

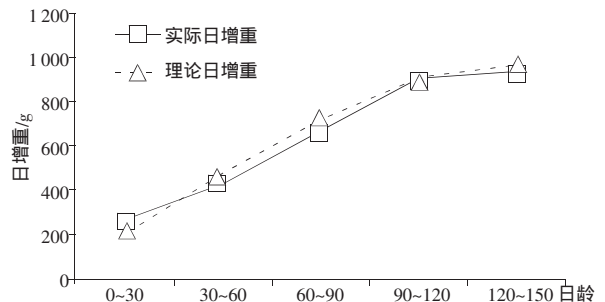


图 2 大白公猪绝对生长曲线

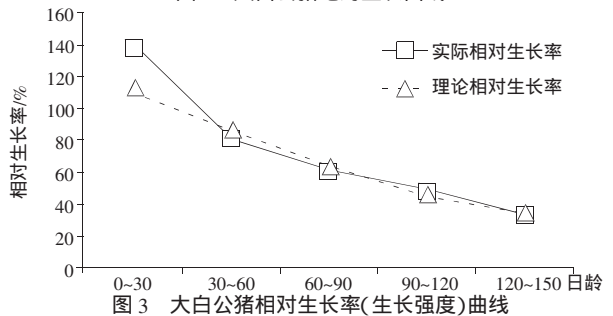


图 3 大白公猪相对生长率(生长强度)曲线

2.3.2 大白母猪 根据大白母猪实际测定和 Gompertz 理论体重、日增重及相对生长率分别绘制累积生长曲线(图 4)、绝对生长曲线(图 5)和相对生长曲线(图 6)。由图 4 可知,大白母猪体重生长曲线与公猪基本趋势一致,实际体重与理论体重基本重合。大白母猪绝对生长速度自 120 日龄后出现拐点,拐点前日增重增加速度较快,呈直线上升趋势,在初生至 30 日龄阶段的日增重高于理论值,拐点后日增重增加的速度放缓,120~150 日龄阶段的日增重(891.4 g)基本与理论值(896.5 g)一致。相对生长率在初生至 30 日龄阶段远高于理论值,转至保育舍后,相对生长率低于理论值,说明保育阶段的饲养管理、饲料营养、环境方面有待进一步提高,60 日龄后实际测定值与理论值基本保持一致。

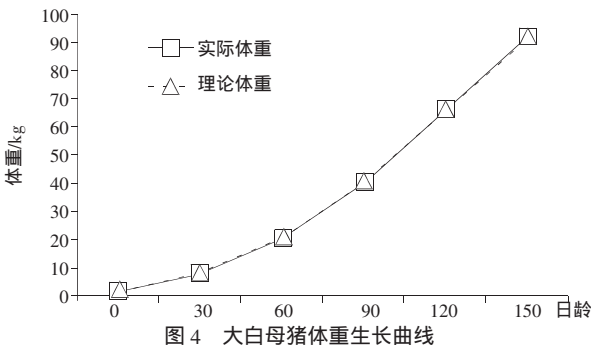


图 4 大白母猪体重生长曲线

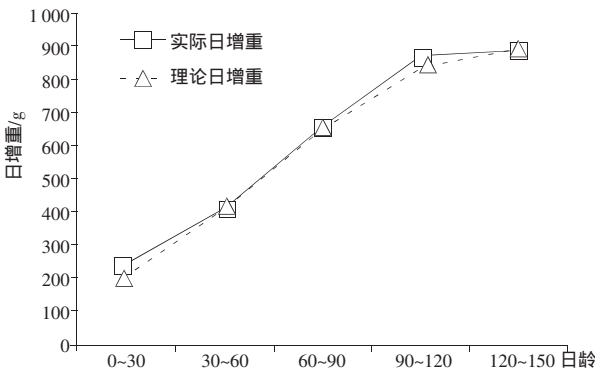


图 5 大白母猪绝对生长曲线

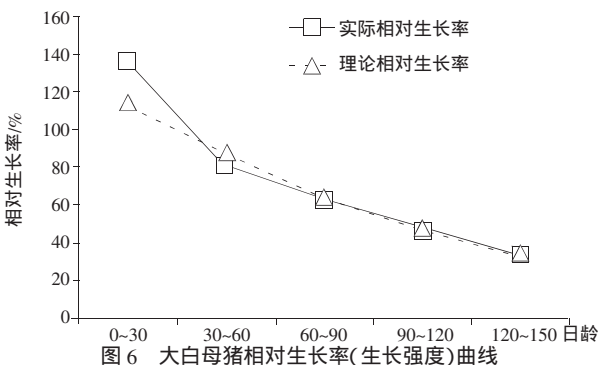


图 6 大白母猪相对生长率(生长强度)曲线

3 讨论与结论

不同品种猪理想的生长曲线模型不一致,同一品种不同的环境、饲养及营养水平也存在模型不一致现象。张浩等^[5]拟合了藏猪生长曲线认为, Richards 模型较理想;陶志伦等^[6]认为 Gompertz 模型可以较好地拟合金华猪的生长过程;李庆岗等^[7]对皖系白猪(淮猪新品系)进行了生长曲线的拟合发现, Gompertz 模型比较适合皖系白猪的生长发育过程;肖炜等^[8]分别对英系大白猪、法系大白猪及美系大白猪作了生长曲线拟合, Logistic、Bertalanffy 和 Gompertz 模型均可较好地拟合 3 个品系大白猪生长曲线,但 Logistic 模型更加适合大白猪的生长曲线拟合。由于生长曲线拟合受饲养环境、饲料营养及生产管理水平等因素的影响较大,即使是同一品种或者同一品系的猪也会得到不同的理想生长模型。因此生长曲线的拟合只适合同一饲养环境、生产水平、饲料营养水平下相同品种猪的生长发育过程。

本研究发现 3 种生长曲线的拟合度均较高,但从猪的成熟体重(a)看,以 Gompertz 模型(公猪 239.88 kg,母猪 222.76 kg)与大白猪实际成熟体重最为接近,因此 Gompertz 模型为该场美系大白猪较理想的生长曲线模型。其公、母猪 Gompertz 方程分别为: $W=239.88 \exp[-4.52 \exp(-0.011 t)]$ 和 $W=222.76 \exp[-4.59 \exp(-0.011 t)]$ 。拐点分别是(137.14 d, 88.25 kg)和(138.53 d, 81.95 kg);公、母猪最大日增重分别为 0.971 kg 和 0.901 kg,因此实际生产过程中仍有提高的潜力,在拐点日龄前后,可加强饲养管理和营养供给,保证种猪的健康生长,使美系大白猪发挥出其应有的生长潜力,从而提高经济效益。

参考文献

- [1] 盛志廉,陈瑶生.数量遗传学[M].北京:中国农业出版社,1995:114-115.
- [2] Wu R, Ma C X, Littell R C, et al. A logistic mixture model for characterizing genetic determinants causing differentiation in growth trajectories [J]. Genet Res, 2002, 79(3):235-245.
- [3] Darmani-Kuhi H, Kebreab E, Lopez S, et al. A derivation and evaluation of the von Bertalanffy equation for describing growth in broilers over time[J]. J Anim Feed Sci, 2002,11:109-125.
- [4] Laird A K. Postnatal growth of birds and mammals [J]. Growth, 1966(30): 1027-1038.
- [5] 张浩,强巴央宗,王强,等.藏猪体重非线性生长曲线分析[J].家畜生态学报,2007,28(6):41-43,53.
- [6] 陶志伦,项云.金华猪生长曲线探讨[J].浙江农业学报,2004,16(2):99-101.
- [7] 李庆岗,陶立,张东红,等.皖系白猪早期生长发育规律的研究[J].安徽农业科学,2005,33(9):1663-1664.
- [8] 肖炜,云鹏,李光兵,等.不同来源大白猪生长曲线的比较研究[J].安徽农业科学,2007,35(10):2912-2913,3082.

(编辑:郭玉翠)