

康县太平鸡早期生长曲线拟合及体重与体尺相关性分析

巨玉鑫¹, 郭志明¹, 李金录², 史兆国², 徐巍芹³

(1. 甘肃畜牧工程职业技术学院, 甘肃 武威 733006; 2. 甘肃农业大学动物科学技术学院;
3. 康县梅园太平山鸡养殖专业合作社)

摘要:为研究太平鸡早期生长发育规律,提高品种选育效果,采用 Logistic、Von Bertalanffy、Gompertz 三种非线性生长模型对其体重进行拟合,并对 13 周龄的体重与体尺进行相关性分析。结果表明:Gompertz 模型对太平鸡 0~15 周龄体重的拟合效果最佳,拟合所得的太平公、母鸡的拐点周龄分别为 7.08 周、6.84 周,拐点体重分别为 572.24 g、482.74 g,成熟体重分别为 1 555.34 g、1 312.09 g;13 周龄太平鸡体重与体尺之间存在不同程度的相关性,公鸡的体重与体斜长、龙骨长、胫长、胫围、骨盆宽呈极显著正相关($P < 0.01$);母鸡的体重与龙骨长、胫长、胫围、胸围、骨盆宽呈极显著正相关($P < 0.01$)。

关键词:太平鸡;体重;生长曲线;体尺;相关性

[中图分类号] S 831.2 [文献标识码] A [文章编号] 1004-6704(2023)05-0020-05

Fitting of Early Growth Curve and Correlation Analysis between Body Weight and Body Size of Taiping Chicken in Kang County

JU Yuxin¹, GUO Zhiming^{1*}, LI Jinlu², SHI Zhaoguo², XU Weiqin³

(1. Gansu Polytechnic College Animal Husbandry Engineering, Wuzui Gansu 733006, China;
2. Gansu Agricultural University College of Animal Science and Technology;
3. Meiyuan Taiping Pheasant Breeding Professional Cooperative in Kang County)

Abstract: In order to study the early growth and development of Taiping chickens and improve the effect of breed selection, this study used Logistic, Von Bertalanffy, and Gompertz three nonlinear growth models to fit the body weight, and correlated the body weight and body size at 13 weeks of age analyze. The results show that the Gompertz model has the best fitting effect on the body weight of Taiping chickens from 0 to 15 weeks old. The inflection point ages of Taiping cocks and hens obtained by fitting are 7.08 weeks and 6.84 weeks respectively, and the inflection point weights are 572.24 g and 482.74 g, and the mature body weights were 1 555.34 g and 1 312.09 g, respectively. There were varying degrees of correlations between the body weight and body size of 13-week-old Taiping chickens, and the body weight of roosters was significantly positively correlated with body oblique length, keel length, shin length, shin girth, and pelvic width ($P < 0.01$). The body weight of hens was significantly positively correlated with keel length, shin length, shin girth, chest girth, and pelvic width ($P < 0.01$).

Key words: Taiping chicken; body weight; growth curve; body size; correlation

畜禽生长曲线的分析与拟合是研究畜禽个体在生长发育过程中某部分或整体规律性的主要方法之一,对一些生长发育指标通过非线性模型进行拟合,不但可以了解畜禽的生长发育规律,指导饲养管理,而且生长曲线特征作为重要的经济指标,可以为今后的选育提供参考,以此提高选育效果。常见的非

线性生长曲线拟合模型有 Logistic、Von Bertalanffy 和 Gompertz 3 种。近年来利用非线性模型对地方鸡种生长发育进行拟合的研究较多,如黔东南小香鸡、那米鸡、东乡黑鸡、西藏藏鸡等。

太平鸡是甘肃省优良的地方鸡种,属肉蛋兼用型品种,主要分布于甘肃省康县阳坝镇及周边地区,具有品种优良、抗病性强、肉质鲜美、营养丰富等诸多优点,深受消费者青睐,在市场上有较高的经济价值。目前,关于太平鸡生长发育规律的相关研究鲜见报道。因此,本研究用 Logistic、Gompertz、Von

[收稿日期] 2023-02-17

[作者简介] 巨玉鑫(1991-),女,甘肃永登人,硕士,讲师,主要从事畜牧兽医教学及研究工作。E-mail: 82953480@qq.com

Bertalanffy 三种生长曲线模型对太平鸡公、母鸡体重分别进行拟合,找出最佳生长模型,预测生长趋势,并对体重与体尺指标间的相关性进行分析,以期对太平鸡的资源保护和开发利用提供数据参考。

1 材料与方

1.1 试验动物 300 羽健雏及饲养管理

1.1.1 试验动物健雏与试验场地 由甘肃省康县梅园太平山鸡养殖专业合作社提供太平鸡种蛋,在甘肃畜牧工程职业技术学院家禽孵化室孵化,出雏当天选取 300 羽健雏(公母各半)带翅号,并称重作为 0 周龄数据。饲养试验在学校养殖场进行。

表 1 太平鸡不同生长阶段饲料营养水平 %

营养水平	0~3 周龄	4~6 周龄	7~15 周龄
粗纤维 CF	≤5.00	≤5.00	≤5.00
粗蛋白质 CP	≥21.00	≥19.00	≥18.00
钙 Ca	0.70~1.30	0.70~1.20	0.70~1.20
总磷 TP	≥0.50	≥0.55	≥0.55
蛋氨酸 Met	≥0.45	≥0.40	≥0.32
赖氨酸 Lys	≥1.10	≥1.00	—
粗灰分 Ash	≤7.00	≤7.00	≤7.00
氯化钠 NaCl	0.25~0.80	0.30~0.80	0.25~0.5

注:每千克日粮中维生素和矿物元素的含量为:维生素 A 8000 IU,维生素 D3 2500 IU,维生素 E 30 mg,维生素 B1 2 mg,维生素 B2 5 mg,维生素 B6 4 mg,D-泛酸 12 mg,叶酸 0.75 mg,生物素 100 μg,烟酸 40 mg,胆碱 500 mg,维生素 B12 12 μg,锰 60 mg,铁 40 mg,铜 8 mg,锌 60 mg,碘 1mg,硒 0.3 mg。

表 2 生长曲线模型

名称	模型	拐点体重	拐点周龄	最大周增重
Logistic	$W_t = A / (1 + Be^{-kt})$	A/2	(lnB)/k	kw/2
Gompertz	$W_t = Ae^{-B \exp(-kt)}$	A/e	(lnB)/k	kw
Von Bertalanffy	$W_t = A(1 - Be^{-kt})^3$	8A/27	(ln3B)/k	3kw/2

2 健雏体重和体尺试验结果与分析

2.1 健雏体重测定结果

从表 3 可以看出,太平公鸡的平均体重在 0~15 周龄的每个年龄阶段均高于太平母鸡,到 15 周龄时,太平公鸡和母鸡的平均体重分别达到了 1 249.67 g 和 1 075.91 g。3 周龄时,体重的性别间差异不显著($P > 0.05$),4 周龄后,除 8 周龄公鸡的

1.1.2 健雏不同时期的饲养管理 同一饲养条件下公母混养,育雏期笼上饲养,6 周龄后地面平养,期间自由采食、饮水,执行正常的免疫程序。0~3 周龄饲喂天水博亚饲料有限公司的肉小鸡全价配合饲料,4~6 周龄饲喂天水博亚饲料有限公司的肉中鸡配合饲料,7~15 周龄补饲天水博亚饲料有限公司的肉大鸡配合饲料。各生长阶段日粮营养水平见表 1。出雏后第一周温度保持 35℃左右,之后逐渐降温,4 周龄降至 20℃左右。

1.2 试验方法

1.2.1 健雏的体重测定 分别在第 1、2、3、4、6、8、10、12、13、15 周龄的周末上午进行空腹称重,记录体重,同时绘制累积生长曲线并分析生长速度。选用 Logistic、Gompertz 和 Von Bertalanffy 3 种生长曲线模型对太平鸡的体重进行拟合,3 种曲线模型中的参数 A 为极限生长量,即成年体重,k 为瞬时相对增长率,B 为常数。根据表 2 计算 3 种生长曲线拐点体重、拐点周龄、最大周增重,根据拟合度(R²)评价生长模型。

1.2.2 健雏的体尺测量 在第 13 周进行胫长、体斜长、胸宽、胸深、龙骨长、胫围、骨盆宽的测定,测定方法按杨宁主编的《家禽生产学》中的方法进行。

1.3 健雏体尺体重等试验数据的统计学处理

利用 Excel 整理数据、绘制曲线图。利用 SPSS 24.0 软件进行单因素方差分析,结果以平均值±标准差表示;进行生长曲线模型的拟合;对体重和体尺进行相关性分析。

体重显著高于母鸡($P < 0.05$)外,其余周龄体重在性别间差异均达到极显著水平($P < 0.05$)。从图 1 可以看出,太平鸡的生长过程呈 S 型曲线。从初生重到 3 周龄,太平公、母鸡的生长规律基本同步,体重增加较慢,4 周龄以后太平公鸡体重增加较快,几乎呈直线生长,8 周龄后,公、母鸡的体重差异更加明显。太平母鸡 8 周龄后体重增加速度降低,而太平公鸡 10 周龄后体重增加速度开始降低。

表 3 0~15 周龄太平鸡公、母鸡平均体重 g

周龄	公鸡	母鸡	平均
0	37.13±4.38 ^a	36.56±4.33 ^a	36.84±4.33
1	50.33±5.23 ^a	50.20±5.23 ^a	50.42±5.47
2	104.13±8.90 ^a	101.31±10.85 ^a	102.68±9.97
3	170.33±19.23 ^a	161.78±16.17 ^a	165.92±18.09
4	267.63±35.09 ^A	246.03±26.18 ^B	256.48±32.44
6	455.63±49.27 ^A	389.84±38.80 ^B	421.68±54.93
8	638.90±91.40 ^a	588.19±94.97 ^b	612.73±95.96
10	912.03±127.69 ^A	770.81±96.99 ^B	839.15±132.64
12	1072.57±153.19 ^A	867.59±92.54 ^B	966.77±161.78
13	1134.73±156.75 ^A	933.69±111.00 ^B	1030.97±167.94
15	1249.67±175.39 ^A	1075.91±203.89 ^B	1159.98±208.36

注:同行数据肩标相同字母表示差异不显著($P > 0.05$),不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$),下同。

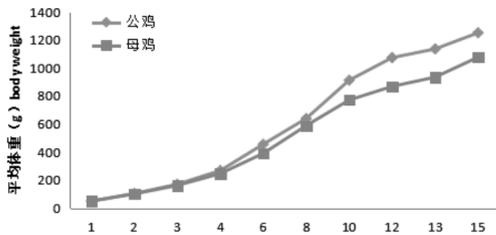


图 1 0~15 周龄太平鸡公、母鸡体重累积生长曲线

2.2 太平鸡生长曲线拟合与分析

用 Logistic、Gompertz 和 Von Bertalanffy 生长曲线模型对太平鸡的体重进行拟合,各拟合参数见

表 4,体重测量值与拟合曲线估计值见表 5。

从表 4 中可看出,3 种模型拟合太平公鸡的生长极限体重参数(A)、生长速度参数(K)、拐点体重、拐点周龄均比同模型拟合的太平母鸡参数高。这说明太平公鸡相对于太平母鸡来说成年体重大、生长速度快,快速生长阶段迟。对比 3 种不同模型拟合的参数值,生长极限体重(A)均 $\text{Logistic} < \text{Gompertz} < \text{Von Bertalanffy}$ 。不同模型拟合的生长速度参数(K)结果正好相反,均 $\text{Logistic} > \text{Gompertz} > \text{Von Bertalanffy}$ 。3 种模型中,其拟合的太平公鸡的生长极限体重和拐点体重均高于太平母鸡的,且拐点周龄均迟于太平母鸡。从表 4 还可以看出,Logistic 模型的拐点体重和拐点周龄均滞后于 Gompertz 和 Von Bertalanffy 模型,说明 Logistic 模型中,太平鸡生长拐点较迟,与实际拐点周龄(7 周龄)不符,而 Von Bertalanffy 模型拐点周龄为 6.6 周,与实际拐点周龄(7 周龄)也不符,只有 Gompertz 模型拟合的太平鸡拐点周龄为 7.05,与实际相符。

从表 4 可看出,所选择的 3 种模型对不同性别及全群太平鸡体重的拟合度 R^2 都较高($R^2 > 0.995$),说明这 3 种模型拟合的体重生长曲线与太平鸡实际测量体重生长曲线基本吻合,因此,它们均能较好的描述太平鸡体重生长情况,模型参数具有生物学意义。但从 R^2 的结果来看,拟合度最高的为 Gompertz,且从表 5 可看出,通过 3 种模型曲线拟合估计值与测量值的比较可得,Gompertz 模型拟合的各阶段的体重与实际测量得到的体重最相近。综上,3 种曲线模型中,Gompertz 模型能更好地拟合太平鸡体重生长规律。

表 4 太平鸡平均体重拟合参数

项目	模型	A	K	B	拐点体重(g)	拐点周龄(w)	R^2
公鸡	Log	1313.91	0.38	20.87	656.96	7.93	0.998
	Gomp	1555.34	0.19	3.98	572.24	7.08	0.999
	Von Ber	1797.23	0.13	0.81	532.44	6.64	0.998
母鸡	Log	1103.72	0.37	17.26	551.86	7.78	0.995
	Gomp	1312.09	0.19	3.67	482.74	6.84	0.998
	Von Ber	1521.24	0.77	0.13	450.74	-1.25	0.998
总计	Log	1205.83	0.37	19.01	602.91	7.87	0.997
	Gomp	1430.85	0.19	3.82	526.43	7.05	0.999
	Von Ber	1657.11	0.13	0.79	490.99	6.6	0.999

表 5 太平鸡全群体重测量值与 3 种拟合估计值比较 g

周龄	测量值	Log	Gomp	Von Ber
0	36.84	60.26	31.38	15.34
1	50.42	85.33	60.77	47.62
2	102.68	119.75	104.97	98.96
3	165.92	165.98	164.96	166.75
4	256.48	226.35	239.74	247.17
6	421.68	393.46	421.71	430.06
8	612.73	607.45	620.51	620.5
10	839.15	820.3	808.09	800.69
12	966.77	984.96	968.06	961.25
13	1030.97	1044.11	1035.78	1032.94
15	1159.98	1122.85	1147.18	1158.8

2.3 13 周龄体重、体尺测定结果

从表 6 看出,13 周龄时,太平公鸡体斜长,胫长、胸深、骨盆宽均极显著高于母鸡 ($P < 0.01$),龙骨、胸围、胸宽均显著高于母鸡 ($P < 0.05$),而胫围公母差异不显著 ($P > 0.05$)。

表 7 13 周龄太平鸡体重与体尺的相关系数

指标	体斜长	龙骨长	胫长	胫围	胸围	胸深	胸宽	骨盆宽
公鸡	0.464**	0.608**	0.677**	0.777**	0.26	0.327	0.331	0.760**
母鸡	0.292	0.774**	0.658**	0.722**	0.610**	0.065	0.236	0.545**

注:* 表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关,** 表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关。

3 太平公母鸡发育状况和体尺体重结果讨论

3.1 太平鸡公鸡、母鸡的生长发育情况

生长曲线模型可以准确的评估和预测畜禽的生长发育规律,通过确定拐点日龄和体重,结合合理的饲养管理方式,可实现经济效益最大化。本研究表明,太平鸡从初生到 3 周龄时,公、母鸡增重均较缓慢且生长规律基本同步,这与对浦东鸡的研究相一致,4 周龄后体重迅速增加,太平公鸡的平均体重超过了母鸡,6~10 周龄增重达到最快,其中太平母鸡 8 周龄后体重增加速度降低,而太平公鸡 10 周龄后体重增加速度开始降低,之后公、母鸡的体重差异越来越大,这与吉林芦花鸡母鸡生长速度高峰比公鸡早两周的研究结果一致。本研究主要采用三种非线性参数模型 Logistic、Gompertz 和 Von Bertalanffy 对太平鸡 0~15 周龄的体重进行了拟合,虽然三种模型的拟合度 (R^2) 都较高,在 0.995 以上,但通过各模型的拟合度、观测值与拟合值的比较可以得出,Gompertz 模型拟合度分别达 0.999、0.998,均大于其他两个模型的拟合度,同时,Gompertz 模型所拟

表 6 13 周龄太平鸡体重与体尺指标

指标	公鸡	母鸡
体重(g)	1166.18±141.68 ^A	928.39±129.05 ^B
体斜长(cm)	20.6±1.46 ^A	19.33±1.10 ^B
龙骨长(cm)	8.99±0.85 ^a	8.45±0.93 ^b
胫长(cm)	9.49±0.55 ^A	8.39±0.42 ^B
胫围(cm)	3.78±0.27 ^a	5.36±7.91 ^a
胸围(cm)	28.07±2.39 ^a	26.61±2.38 ^b
胸深(cm)	9.03±1.01 ^A	8.35±1.03 ^B
胸宽(cm)	6.15±0.81 ^a	5.74±0.76 ^b
骨盆宽(cm)	7.17±0.37 ^A	6.66±0.37 ^B

2.4 13 周龄体重与体尺间相关性分析

从表 7 看出,太平鸡公鸡、母鸡的体重与各体尺指标间均存在不同程度的相关性。公鸡的体重与体斜长、龙骨长、胫长、胫围、骨盆宽呈极显著正相关;母鸡的体重与龙骨长、胫长、胫围、胸围、骨盆宽呈极显著正相关。

合的太平公、母鸡的拐点周龄分别为 7.08 周、6.84 周,拐点体重分别为 572.24 g、482.74 g,说明太平公鸡比太平母鸡体重大,生长速度达到最高峰的时间迟,发育时间长,这与对略阳乌鸡的研究一致。且太平鸡全群体重各阶段的测定值与 Gompertz 模型所拟合的拟合值最为接近,更能够反应放养状态下太平鸡的体重生长发育规律,所以本研究认为,Gompertz 模型更适合拟合太平鸡的体重变化规律。其结果与对藏鸡、独龙鸡、乌蒙凤鸡、、罗斯 308、北京油鸡、爱拔益加等肉鸡、盐津乌骨鸡的研究结果一致。在生产过程中要注意拐点时间,此时太平鸡的生长速率最大,因此,应在拐点周龄前适度提高饲养水平,使产生的经济效益最大化。该模型不仅可以预测太平鸡的生长性能,还可以为品种的选育和进一步开发利用提供理论依据。

3.2 太平鸡公鸡、母鸡体重与体尺性状分析

体重和体尺是指导家禽选育和饲养管理的主要依据。本研究结果表明,13 周龄太平鸡公鸡的体斜长,胫长、胸深、骨盆宽、龙骨长、胸围、胸宽均极显著或显著高于母鸡,说明公鸡的体型大于母鸡,因此在

日常饲养管理中可以实行早期公母分群饲养。研究体重与体尺彼此之间的相关关系,对于提高品种选育水平和经济效益具有十分重要的意义。本研究对13周龄太平鸡公鸡、母鸡的体重与体斜长、胫长等体尺指标间进行相关性分析,结果表明体重与体尺性状间存在不同程度的正相关关系,这与对吉林芦花鸡、略阳乌鸡的研究一致。太平鸡在早期选育时可将龙骨长、胫长、胫围、骨盆宽作为重点参考指标,公鸡可增加体斜长作为参考指标,母鸡可增加胸围作为参考指标。

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,2004(S1):170-172.
- [2] PANOPOULOU E G M, ROGDAKIS E. Growth curves for body weight and major component parts, feed consumption, and mortality of male broiler chickens raised to maturity[J]. *Poult Sci*, 2003, 82(7): 1061-1068.
- [3] PORTER T, KEBREAB E, DARMANI K H, *et al.* Flexible alternatives to the Gompertz equation for describing growth with age in turkey hens [J]. *Poult Sci*, 2010, 89(2): 371-378.
- [4] 肖涛,李辉,唐诗云,等. 黔东南小香鸡生长曲线拟合研究[J]. 畜牧与兽医,2021,53(11):1-5.
- [5] 胡瑀,邓俊,邱立华,等. 那米鸡早期生长发育规律研究[J]. 云南农业大学学报(自然科学),2021,36(2): 229-234.
- [6] 牛建芹,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):47-49.
- [7] 袁经纬,格平,巴桑卓玛,等. 西藏藏鸡生长曲线拟合及分析[J]. 中国畜牧杂志,2021,57(1):80-85.
- [8] 杨宁. 家禽生产学[M]. 北京:中国农业出版社,2010.
- [9] 王存波,陈国宏,王克华,等. 不同鸡种早期生长规律比较及其生长曲线拟合[J]. 江西农业大学学报,2009,31(2):322-325.
- [10] 陆雪林,赵乐乐,李何君,等. 浦东鸡生长曲线拟合和分析比较[J]. 中国家禽,2017,39(9):53-55.
- [11] 柳俭强,刘臣,张芳毓,等. 吉林矮小芦花鸡早期生长曲线拟合及相关分析[J]. 畜牧与兽医,2020,52(10): 1-6.
- [12] 李方龙. 略阳乌鸡种质特性一生长发育规律与蛋品特性的研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2014:33-39.
- [13] 朱志明. 藏鸡生产性能研究及鸡三个基因的分选、SNPs检测及其与经济性状的关联分析[D]. 武汉:华中农业大学,2006.
- [14] 强巴央宗. 西藏藏鸡种质资源特性研究[D]. 南京:南京农业大学,2008:1-113.
- [15] 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):59-61.
- [16] 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):35-38.
- [17] MOHAMMED F A. Comparison of three nonlinear functions for describing chicken growth Curves [J]. *Sci Agric Bohem*, 2015, 9(3): 120-123.
- [18] 付睿琦,赵桂苹,刘冉冉,等. 北京油鸡生长曲线拟合与分析[J]. 中国家禽,2014,36(3):6-9.
- [19] 马猛,王克华,曲亮,等. 不同品种鸡生长曲线拟合及分析[J]. 中国畜牧杂志,2022,58(1):129-132.
- [20] 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):63-65.
- [21] 陈锐,张涛,路宏朝,霍科科,张宏杰,李丽霞. 略阳乌鸡体尺性状指标与体质量的主成分分析[J]. 河南农业科学,2013,42(4):153-156.
- [22] 赵国生. 不同维生素D3配合日粮对肉仔鸡胫骨发育和营养代谢的影响[J]. 畜牧兽医杂志,2023,42(4): 8-11.
- [23] 魏春梅,张伟. 北方地区乌骨鸡林下散养模式的优化设计[J]. 畜牧兽医杂志,2022,41(4):60-62.
- [24] 雷永鹏,赵盘珠,桑国俊,等. 180日龄原鸡体重体尺测定与分析[J]. 畜牧兽医杂志,2021,40(5):5-9.
- [25] 张梅,李涛,刘宜勇,等. 哈萨克羊×特克赛尔羊杂交F1代体尺与体重的相关及回归分析[J]. 畜牧兽医杂志,2021,40(4):9-14.
- [26] 李小丽,姚炜,陈国宏,等. 圈养鹤类体重、体尺及血液生化指标的测定[J]. 畜牧兽医杂志,2020,39(3):62-65,67.
- [27] 杨向东. 动物饲养管理与疾病防控的关系[J]. 畜牧兽医杂志,2022,41(1):68-70.
- [28] 侯丽萍. 不同断奶日龄对羔羊生长发育、育肥及屠宰性能的影响[J]. 畜牧兽医杂志,2021,40(6):33-36.
- [29] 王满定. 谈育成鸡的培育与疾病控制[J]. 畜牧兽医杂志,2019,38(4):83-84.
- [30] 冷毕丹. 城市家庭网购芦丁鸡的要点及饲养管理技术[J]. 畜牧兽医杂志,2023,42(2):78-79,82.
- [31] 杜兰霞. 肉鸡饲养管理技术要点[J]. 畜牧兽医杂志,2021,40(5):75-77.
- [32] 王福财,李开辉,王斌. 蛋鸡产蛋期的饲养管理措施[J]. 畜牧兽医杂志,2020,39(1):67-68,71.
- [33] 曹进. 不同日龄阶段肉用仔鸡饲养管理技术[J]. 畜牧兽医杂志,2020,39(1):76-77.