

董静超,陈家雪,李 华,等. 清远麻鸡慢羽系屠宰性状与体尺性状的主成分分析[J]. 江苏农业科学,2022,50(5):151–155.
doi:10.15889/j.issn.1002–1302.2022.05.024

清远麻鸡慢羽系屠宰性状与体尺性状的主成分分析

董静超¹, 陈家雪¹, 李 华^{1,2}, 甘建伧^{1,2}, 李 根¹, 康慧敏¹

(1. 佛山科学技术学院/广东省动物分子设计与精准育种重点实验室, 广东佛山 528225;

2. 广东天农食品有限公司, 广东清远 511827)

摘要:为实现清远麻鸡体尺与屠宰性状的综合选育, 试验选取 125 日龄清远麻鸡慢羽系公鸡 50 羽、母鸡 116 羽, 屠宰并测定了 5 个体尺性状(冠高、胫长、胫围、体斜长和龙骨长)与 5 个屠宰性状(体质量、屠体质量、全净膛质量、胸肌质量和腿肌质量)进行相关性分析及主成分分析。结果表明, 在公鸡中, 冠高与 3 个屠宰性状(体质量、屠体质量和全净膛质量)均呈极显著中度正相关($0.50 < r < 0.57, P < 0.01$), 胫围与除胸肌质量外的屠宰性状间存在显著中度正相关($0.34 < r < 0.50, P < 0.05$); 母鸡的胫围与各屠宰性状间呈显著或极显著的中低程度正相关($0.29 < r < 0.55, P < 0.05$ 或 $P < 0.01$), 体斜长与 2 个屠宰性状(腿肌质量和屠体质量)均呈显著低度正相关($0.21 < r < 0.27, P < 0.05$); 公、母鸡各屠宰性状两两之间大部分存在极显著强正相关($P < 0.01$)。在公鸡和母鸡的主成分分析中, 10 个性状分别可简化为 4 个和 5 个主成分指标, 相应的累计贡献率分别为 85.556% 和 85.967%。在公鸡中, 屠体质量、胫长、龙骨长和冠高分别对前 3 个主成分贡献最大; 在母鸡中, 全净膛质量、体斜长和冠高分别对前 3 个主成分的贡献最大, 各主成分所包含信息的侧重不同。综上, 在清远麻鸡公鸡与母鸡的多性状选择时, 针对不同的选育目的, 将多个指标简化为综合指标进行选育, 可为清远麻鸡在体尺与屠宰性状的综合选育中提供理论依据。

关键词: 清远麻鸡; 屠宰性状; 体尺性状; 主成分分析

中图分类号: S831.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002–1302(2022)05–0151–05

清远麻鸡产自广东省清远市, 俗称“清远鸡”, 是广东优质鸡品牌之冠。清远麻鸡素以皮色黄金、肉质嫩滑、皮脆爽、骨软、风味独特而驰名粤港澳市场^[1]。已有研究中, 清远麻鸡主要关注体尺与体质量性状^[2], 对屠宰性能的研究较少。目前, 黄羽肉鸡行业从活鸡上市到生鲜上市转型的关键时期, 对屠宰性能的关注度越来越高。种鸡选育提升是商品鸡生产性能改善的源头, 只有做好种鸡屠体性能的选育, 才能更好地实现商品鸡转型发展。本试验测定了清远麻鸡慢羽系的成年个体的屠宰性状与

体尺性状指标, 在相关性分析的基础上, 利用主成分分析的降维思想, 在基本保留原有信息的前提下, 将多个相关指标转化为较少的几个综合的、互不相关的新指标, 最终加权形成 1 个用于多性状选择的综合指标, 达到将清远麻鸡多性状选育化繁为简的目的。

1 材料与方法

1.1 试验动物

试验所用清远麻鸡由广东天农食品有限公司提供, 饲养于广东清远麻鸡保种基地, 试验时间为 2019 年 5—10 月, 屠宰试验在广东省清远市横河屠宰场进行。

1.2 试验设计

本试验挑选同一世代、相同批次的 125 日龄慢羽系清远麻鸡, 公鸡 50 羽, 母鸡 116 羽, 均在出雏时佩戴翅号, 0~6 周龄在育雏舍饲养, 7~17 周龄在育成舍饲养, 自由饮水, 育雏期自由采食, 育成期进行限饲喂养, 免疫流程参照公司免疫程序正常进行。

1.3 测定指标

测定的体尺性状包括: 冠高 X_1 (mm)、胫长 X_2

收稿日期: 2021–06–09

基金项目: 广东省畜禽育种创新团队项目(编号: 2019KCXTD004); 广东省重点领域研发计划“现代种业”重大专项(编号: 2020B020222002); 广东省动物分子设计与精准育种重点实验室项目(编号: 2019B030301010); 广东普通高校动物分子设计与精准育种重点实验室项目(编号: 2019KSYS011); 广东省肉鸡商业化育种工程技术研究中心项目(编号: [2017]1649 号)。

作者简介: 董静超(1996—), 男, 河北邯郸人, 硕士研究生, 主要从事家禽遗传育种研究。E-mail: baochao002@163.com。

通信作者: 康慧敏, 博士, 讲师, 主要从事家畜遗传育种研究。E-mail: nongdaxiaokang@126.com。

(mm)、胫围 X_3 (mm)、龙骨长 X_4 (mm)、体斜长 X_5 (mm),测定的屠宰性状包括:胸肌质量 Y_1 (g)、腿肌质量 Y_2 (g)、体质量 Y_3 (g)、屠体质量 Y_4 (g) 和全净膛质量 Y_5 (g)。冠高是指从鸡冠基部到最高冠齿的垂直距离,其余指标的测定方法参照 NY/T 823—2004《家禽生产性能名词术语和度量统计方法》进行^[3]。

1.4 数据统计分析

使用 Excel 整理试验数据并建立数据库,计算各性状的平均值、标准差及变异系数,数据以“平均值±标准误”表示。 $P<0.01$ 表示差异极显著, $P<0.05$ 表示差异显著, $P>0.05$ 表示差异不显著。用 SPSS 20.0 软件进行 Pearson 相关分析与主成分分

析^[4],其中,主成分分析要求所选取主成分的累计贡献率大于 85%。以每个主成分所对应的特征值占所提取主成分总的特征值之和的比例作为权重计算主成分综合模型。

2 结果与分析

2.1 各性状描述性统计量分析

清远麻鸡屠宰性状和体尺性状描述性统计量见表 1。由表 1 可知,清远麻鸡胫长、胫围、体斜长变异系数较小,说明鸡群整体体型均匀度较好;冠高、龙骨长以及胸肌质量、腿肌质量变异系数较大,表明这些性状有较大的选育潜力。各体尺与屠宰性状表型均值在公、母间均存在极显著差异($P<0.01$)。

表 1 清远麻鸡各性状的描述性统计量

性状	公鸡		母鸡	
	平均数±标准差	变异系数(%)	平均数±标准差	变异系数(%)
冠高 X_1 (mm)	49.00±5.59**	11.41	24.35±5.00	20.55
胫长 X_2 (mm)	75.00±4.04**	5.38	60.40±3.35	5.5
胫围 X_3 (mm)	44.12±2.29**	5.19	35.35±1.31	4.35
龙骨长 X_4 (mm)	223.90±13.72**	6.13	190.57±15.43	8.10
体斜长 X_5 (mm)	148.35±18.40**	12.40	108.62±11.45	10.54
胸肌质量 Y_1 (g)	98.82±9.93**	10.04	75.00±12.99	17.33
腿肌质量 Y_2 (g)	160.59±16.38**	10.20	93.52±9.55	10.21
体质量 Y_3 (g)	1 791.18±165.00**	9.21	1 496.30±80.64	5.39
屠体质量 Y_4 (g)	1 619.41±150.68**	9.30	1 337.78±78.97	5.90
全净膛质量 Y_5 (g)	1 254.71±120.94**	9.64	959.26±64.04	6.68

注:**表示同一指标公母间存在极显著差异($P<0.01$),*表示同一指标公母间存在显著差异($P<0.05$)。

2.2 性状间表型相关分析

清远麻鸡各体尺、屠宰性状间存在不同程度的相关,且这些相关在公母间存在一定差异。由表 2 可知,在公鸡中,部分体尺性状间存在相关:冠高与胫围极显著呈中度正相关($r=0.48,P<0.05$),胫长与龙骨长呈极显著中度正相关($r=0.57,P<0.01$),胫围与体斜长呈极显著中度正相关($r=0.47,P<0.01$)。冠高、胫围和体斜长这 3 个体尺性状与屠宰性状间存在不同程度的相关:冠高与 3 个屠宰性状(体质量、屠体质量和全净膛质量)均呈极显著中度正相关($0.50<r<0.57,P<0.01$),胫围与除胸肌质量外的屠宰性状间存在显著中度正相关($0.34<r<0.50,P<0.05$),体斜长与所有屠宰性状间存在显著甚至极显著中度正相关($0.38<r<0.51,P<0.05$ 或 $P<0.01$)。所有屠宰性状间均存在显著或极显著的高度正相关:体质量、屠体质

量和全净膛质量两两间的相关程度非常高($0.92<r<0.97,P<0.01$);与胸肌质量($0.44<r<0.57,P<0.05$ 或 $P<0.01$)相比,腿肌质量与以上 3 个性状间的相关程度更高($0.79<r<0.83,P<0.01$);胸肌质量与腿肌质量间也存在极显著的中度正相关($r=0.53,P<0.01$)。

对于母鸡,与公鸡类似,胫长与龙骨长($r=0.55,P<0.01$)、胫围与体斜长($r=0.42,P<0.05$)呈中度正相关,不同的是,冠高与胫长呈显著低度正相关($r=0.22,0.01<P<0.05$),体斜长与龙骨长间存在极显著中度负相关($r=-0.42,P<0.01$)。与公鸡类似,胫围与各屠宰性状间呈显著或极显著的低中程度正相关($0.29<r<0.55,P<0.05$ 或 $P<0.01$),体斜长与 2 个屠宰性状(腿肌质量和屠体质量)间存在显著低度正相关($0.21<r<0.27,P<0.05$),不同的是,胫长与各屠宰性状间呈

显著或极显著的中程度正相关($0.31 < r < 0.52$, $P < 0.05$ 或 $P < 0.01$), 龙骨长与胸肌重间呈极显著中度正相关($r = 0.37$, $P < 0.01$), 冠高与屠宰性状间的相关不显著($P > 0.05$)。母鸡中各屠宰性状间的关系与公鸡中类似, 但总体上相关程度低于公鸡($0.34 < r < 0.95$, $P < 0.01$)。

表 2 清远麻鸡屠宰与体尺性状的表型相关系数

性状	冠高 X_1	胫长 X_2	胫围 X_3	龙骨长 X_4	体斜长 X_5	胸肌质量 Y_1	腿肌质量 Y_2	体质量 Y_3	屠体质量 Y_4	全净膛质量 Y_5
冠高 X_1	1.00	0.22 *	0.34	0.19	0.01	0.15	0.15	0.17	0.26	0.18
胫长 X_2	-0.15	1.00	0.19	-0.14	0.55 **	0.52 **	0.50 **	0.31 *	0.34 *	0.48 **
胫围 X_3	0.48 **	-0.11	1.00	0.42 *	0.15	0.29 *	0.50 *	0.52 **	0.55 **	0.55 **
龙骨长 X_4	0.31	0.08	0.47 **	1.00	-0.42 **	-0.03	0.21 *	0.17	0.27 *	0.22
体斜长 X_5	0.08	0.57 **	0.06	-0.10	1.00	0.37 **	0.29	0.21	0.21	0.27
胸肌质量 Y_1	0.10	0.07	0.24	0.43 *	-0.11	1.00	0.61 **	0.34 **	0.54 **	0.59 **
腿肌质量 Y_2	0.45	0.01	0.34 *	0.38 *	-0.17	0.53 **	1.00	0.48 **	0.67 **	0.73 **
体质量 Y_3	0.50 **	0.20	0.43 *	0.47 *	-0.08	0.57 **	0.83 **	1.00	0.77 **	0.74 **
屠体质量 Y_4	0.57	0.21	0.46 *	0.50 *	-0.06	0.49 **	0.80 **	0.97 **	1.00	0.95 **
全净膛质量 Y_5	0.53	0.26	0.50 *	0.51 *	-0.02	0.44 **	0.79 **	0.92 **	0.96 **	1.00

注:左下半角为公鸡,右上半角为母鸡。*、** 分别表示相关性达到显著($P < 0.05$)和极显著水平($P < 0.01$)。

2.3 清远麻鸡屠宰性状和体尺性状的主成分分析

清远麻鸡屠宰、体尺性状相关矩阵的特征根、贡献率和特征向量见表 3。由表 3 可知,按照累计贡献率达到 85% 以上的标准,公鸡选取前 4 个主成分,贡献率分别为 49.304%、16.210%、11.417% 和 8.626%,累计贡献率 85.556%;母鸡提取前 5 个主成分,贡献率分别为 45.814%、18.252%、9.724%、7.256% 和 5.922%,累计贡献率 86.967%。以公鸡第一主成分为例,其表达为: $F_1 = 0.616 \times X_1 + 0.139 \times X_2 + 0.587 \times X_3 + 0.625 \times X_4 - 0.061 \times X_5 + 0.606 \times Y_1 + 0.851 \times Y_2 + 0.949 \times Y_3 + 0.957 \times Y_4 + 0.941 \times Y_5$ (其他主成分表达式依次类推为 F_2 、 F_3 等)。对于公鸡,第一主成分中,体质量、屠体质量、全净膛质量、腿肌质量所对应的特征向量系数较大,分别为 0.949、0.957、0.941、0.851,因此第一主成分可以称为屠宰因子;第二主成分中,龙骨长与胫长在特征向量中相应的取值较大,达 0.911 与 0.848,故第二主成分可称为胫长与龙骨长因子。母鸡的第一主成分与公鸡一致,也可称为屠宰因子。与公鸡不同的是,母鸡的第二主成分中,体斜长在特征向量里相应的系数最大,达到 0.821,可以称作体斜长因子。在第三主成分中,公鸡、母鸡特征向量中取值最大的性状均为冠高。根据主成分的分析结果,以每个主成分所对应的特征值占所提取主成分总的特征值之和的比例作为权重计算主成分综合模型。在公鸡和母鸡中分别对选取的主成分进行加

权得到综合评价指标,进而计算个体的综合得分。公鸡综合指标的计算公式为: $F = 0.576 \times F_1 + 0.189 \times F_2 + 0.133 \times F_3 + 0.101 \times F_4$;母鸡综合指标的计算公式为: $F = 0.527 \times F_1 + 0.210 \times F_2 + 0.112 \times F_3 + 0.083 \times F_4 + 0.068 \times F_5$ 。

3 讨论

3.1 清远麻鸡屠宰性状与体尺性状描述统计分析及相关性分析

影响肉鸡屠宰性状和体尺性状的因素有很多,如环境、营养等,但遗传因素是最根本的影响因子,而遗传多样性是通过育种进行性状改良的基础。同一品种不同性状或不同品种同一性状间表型变异大小的差异可能是由于其受到的选择压不同所导致的。清远麻鸡育种群在 125 日龄时的主选性状包括体质量、胫长、胫围、冠高与羽毛成熟性。本研究中慢羽系清远麻鸡来自同一批次,饲养条件相同,其胫长、胫围、体斜长变异系数较小,而冠高、龙骨长以及胸肌质量、腿肌质量变异系数较大(表 1),表明该品系体质量、胫长与胫围可能经过了较高度度的选育,而冠高受到的选择压相对较小。另外,该品系个体胸肌质量与腿肌质量的均一性较差,在今后培育屠宰型清远麻鸡时,需重点在这 2 个性状上进行选育。王钱保等在优质肉鸡 S3 系的研究中发现,优质肉鸡 S3 系母鸡体质量的变异系数最大^[5],陈锐等在略阳乌鸡的研究中也得出相同结果^[6];而吴

表 3 清远麻鸡屠宰性状与体尺性状的特征根、贡献率和特征向量

项目	公鸡				母鸡				
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅
特征根	4. 930	1. 621	1. 142	0. 863	4. 581	1. 825	0. 972	0. 726	0. 592
贡献率(%)	49. 304	16. 210	11. 417	8. 626	45. 814	18. 252	9. 724	7. 256	5. 922
累计贡献率(%)	49. 304	65. 514	76. 930	85. 556	45. 814	64. 066	73. 790	81. 045	86. 967
特征向量									
冠高 X ₁	0. 616	-0. 111	0. 609	-0. 244	0. 326	0. 248	0. 867	-0. 089	-0. 226
胫长 X ₂	0. 139	0. 911	-0. 225	0. 032	0. 623	-0. 504	0. 245	0. 157	-0. 045
胫围 X ₃	0. 587	-0. 117	0. 548	0. 367	0. 667	0. 399	0. 148	-0. 206	0. 481
龙骨长 X ₄	0. 625	-0. 060	0. 039	0. 623	0. 227	0. 821	0. 000	0. 277	0. 208
体斜长 X ₅	-0. 061	0. 848	0. 360	0. 065	0. 402	-0. 729	0. 110	-0. 254	0. 376
胸肌质量 Y ₁	0. 606	-0. 054	-0. 479	0. 368	0. 699	-0. 309	0. 007	0. 440	-0. 062
腿肌质量 Y ₂	0. 851	-0. 127	-0. 185	-0. 235	0. 818	-0. 029	-0. 096	0. 327	0. 127
体质量 Y ₃	0. 949	0. 056	-0. 149	-0. 164	0. 765	0. 148	-0. 228	-0. 444	-0. 187
屠体质量 Y ₄	0. 957	0. 069	-0. 060	-0. 187	0. 911	0. 151	-0. 153	-0. 100	-0. 210
全净膛质量 Y ₅	0. 941	0. 128	-0. 023	-0. 153	0. 925	0. 067	-0. 206	-0. 039	-0. 155

浩浩等对麒麟鸡的研究表明白羽麒麟母鸡变异系数最大的是胫长,黄羽鸡则胫围变异系数最大^[7]。表明不同区域、品种在屠宰性状与体尺性状上,选育程度的高低有差异,但同时差异也可能是饲养环境与饲养周期不同造成的。

屠宰性状是肉鸡生鲜上市时的关键指标,因此,体质量、屠体质量、全净膛质量、胸肌质量和腿肌质量是育种中重要的目标性状。在选种时,可利用体尺与屠宰性状间的相关,通过选择体尺性状实现对屠宰性状的间接选择,特别是活体难以测定的屠宰性状。清远麻公鸡屠宰性状均与体斜长呈现强正相关,这与赵燕等对 I 系雁荡土鸡的研究结果一致,即 I 系雁荡土鸡体质量与体斜长的相关程度最高^[8],结果表明,可通过选择体斜长实现对屠宰性状的间接选择,特别是屠宰后才能测定的屠体质量、全净膛质量、胸肌质量和腿肌质量。对于清远麻母鸡,2 个屠宰性状(胸肌质量和腿肌质量)与胫长的相关性较高,本研究分析结果与之一致,Tyasi 等在大沽鸡的相关性研究也表明胫长与体质量相关性较高^[9]。清远麻鸡体尺性状间的相关分析结果表明,无论公鸡还是母鸡,胫长与龙骨长相关系数都最大的,相关系数分别为 0. 57 和 0. 55,这与沈曼曼等^[10]和张学余等^[11]的相关性分析结果相似。本研究中,3 个屠宰性状(体质量、屠体质量和全净膛质量)与胫围的相关性均较高,这与韩文朋等和 Egena 等在峪口肉鸡 WOD168 和尼日利亚本地鸡的研究结果^[12-13]一致。本研究结果表明,体尺性状与

屠宰性状的相关程度在公、母鸡间存在差异,如母鸡中胫长与各屠宰性状呈显著或极显著的中高程度正相关,而公鸡中,胫长与屠宰性状的相关均不显著(表 2),表明评估这些性状间的遗传相关时,有必要分性别进行评估,同时,在通过体尺性状对屠宰性状进行间接选择时,公、母也需要区别对待。

3.2 清远麻鸡屠宰性状与体尺性状主成分分析

屠宰性状是衡量肉鸡产肉性能的重要指标,通常包括体质量、屠宰质量、全净膛质量、胸肌质量和腿肌质量等。对屠宰性状与体尺性状进行主成分分析有助于进一步了解各性状间的关系,为多性状选育时目标性状的确定提供参考。对于清远麻公鸡和母鸡,本研究一共从 10 个性状中分别提取了 4 个和 5 个主成分,所解释的总变异均达到 85% 以上,可以涵盖大部分的信息量。李尚民等在对徐海鸡体质量与体尺性状指标的主成分分析得出,从 7 个性状中提取了 4 个主成分,公鸡累计贡献率为 86. 113%,母鸡累计贡献率为 80. 137%^[14];陈锐等在对略阳乌鸡体尺性状指标与体质量的主成分分析中,从略阳乌鸡的 7 个性状中提取了 5 个主成分,累计贡献率为 92. 183%^[6];叶伟庆等把黄羽麒麟鸡(卷羽鸡)的 7 个性状综合成 3 个指标,可解释 91. 374% 的总变异^[15]。本研究结果与之类似。

本研究对清远麻鸡的主成分分析结果显示,在公鸡中,第一主成分贡献率达到 49. 304%,特征向量中系数较高的为屠宰性状中的腿肌质量、体质量、屠体质量与全净膛质量,其次为体尺性状中的

冠高与体斜长,相关性分析结果也表明体斜长与屠宰性状有较高的相关性,说明公鸡的第一主成分是屠宰因子。在母鸡中,第一主成分的贡献率达 45.814%,相对解释了较多的总变异,在特征向量方面与公鸡相似,可以称作母鸡的屠宰因子,表明清远麻鸡屠宰性状的变异程度较大,在多性状的选育中,公、母鸡均应重点关注屠宰性状。与本研究相似的是,程郁昕等对肉杂鸡的 7 个屠宰性状的主成分分析结果显示,第一主成分中,体质量、屠体质量、半净膛质量、全净膛质量所对应的特征向量系数较高^[16]。公鸡第二主成分中,胫长与龙骨长在特征向量中相应的值较高,强巴央宗等在藏鸡主成分分析的研究中得出第一主成分为体质量、胫长和胸宽,并表示胫长较大的藏鸡其体质量也会更大^[17],本研究中胫长正向影响母鸡屠宰性状结论与之相似;母鸡第二主成分则是体斜长在特征向量里相应的值较高,表明在多性状选育时,公鸡应兼顾胫长与龙骨长,而母鸡应更多关注体斜长。

参考清远麻鸡的上市日龄(120 日龄左右),本研究以 125 日龄清远麻鸡为研究对象,旨在探究其上市时屠宰性状与体尺性状间的关系,为前期育种提供参考。今后研究中,可以进一步探究不同日龄体尺性状间、不同日龄体尺性状与上市时屠宰性状间的关系,以更全面地为育种提供参考资料。

4 结论

本研究结果表明,利用主成分分析简化清远麻鸡多个屠宰与体尺性状切实可行,但在性别上存在差异,公鸡的屠宰性状、胫围与体斜长对总体生产性能影响较大;母鸡的屠宰性状和胫围对总体生产性能影响较大。在选育过程中,针对不同的选育目的,公、母鸡可分别利用所构建的综合指标进行选留,提高育种效率。

参考文献:

[1] 李国南. 清远麻鸡的品种选育现状及产业化发展趋势[J]. 中国

家禽,2006,28(21):38-39.

[2] 吕敏芝,邝智祥,黄得纯,等. 清远麻鸡不同配套组合体重与体尺性状主成分分析[J]. 黑龙江畜牧兽医,2019(23):53-56,64.

[3] 中华人民共和国农业部. 家禽生产性能名词术语和度量统计方法:NY/T 823-2004[S]. 北京:中国农业出版社,2004.

[4] 赵慧琴,朱建平. 如何用 SPSS 软件计算因子分析应用结果[J]. 统计与决策,2019,35(20):72-77.

[5] 王钱保,黎寿丰,赵振华,等. 优质肉鸡 S3 系体重与体尺性状指标的主成分分析[J]. 中国畜牧杂志,2015,51(1):1-4.

[6] 陈锐,张涛,路宏朝,等. 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.

[7] 吴浩浩,郭战胜,吴征敏,等. 不同羽色麒麟母鸡的体重与体尺性状主成分分析[J]. 中国畜牧兽医,2018,45(4):1009-1015.

[8] 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):63-64,67.

[9] Xu R F, Tyasi T L, Qin N, et al. Assessment of relationship between body weight and body measurement traits of indigenous Chinese Daggu chickens using path analysis [J]. Indian Journal of Animal Research, 2017, 51(3):588-593.

[10] 沈曼曼,王克华,曲亮,等. 鸡资源家系 F₂ 代不同周龄体尺性状主成分分析[J]. 石河子大学学报(自然科学版),2016,34(2):148-153.

[11] 张学余,陈国宏,程金花. 部分地方鸡品种体量及生态特征的多元统计分析[J]. 云南农业大学学报,2005,20(4):486-490.

[12] 韩文朋,王建华,石凤英,等. 肉鸡体尺和屠宰性状指标主成分分析[J]. 黑龙江畜牧兽医,2019(18):36-39.

[13] Egena S, Ijaiya A T, Ogah D M, et al. Principal component analysis of body measurements in a population of indigenous Nigerian chickens raised under extensive management system. [J]. Slovak Journal of Animal Science, 2014, 2(47):77-82.

[14] 李尚民,王克华,曲亮,等. 徐海鸡体重与体尺性状指标的主成分分析[J]. 家畜生态学报,2016,37(12):66-69.

[15] 叶伟庆,李东华,宋春青,等. 黄羽麒麟鸡(卷羽鸡)体重与体尺性状指标主成分分析[J]. 广东农业科学,2015,42(3):99-102.

[16] 程郁昕. 肉杂鸡屠宰性状主成分坐标图的绘制及分析[J]. 黑龙江畜牧兽医,2016(5):121-123.

[17] 强巴央宗,李齐发,翟明霞,等. 西藏不同产区藏鸡体重和体尺性状的测定与分析[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2007,35(6):39-43.