

皖东牛体尺与体重的主成分分析

刘洪瑜^{1,2}, 刘成雪¹, 王恒^{2,3}, 李柏旭⁴, 张运海^{1,2*}

(1. 安徽农业大学动物科技学院, 合肥 230036; 2. 安徽地方畜禽遗传资源保护与生物育种省级实验室, 合肥 230036; 3. 安徽省畜禽遗传资源保护中心, 合肥 230031; 4. 凤阳县大明农牧科技发展有限公司, 凤阳 233100)

摘要: 对皖东公牛体重、体高、体斜长、胸围、胸宽、胸深、管围、坐骨端宽和尻长等 9 个体尺性状和体重进行了测定, 母牛在公牛 9 个性状基础上增加腹围性状, 选择公牛累计贡献率达 86.44%、母牛累计贡献率达 85.37% 的 4 个主成分进行分析。结果表明, 体重、坐骨端宽、胸宽变异系数较大, 选育潜力也相对较大。皖东牛成年公、母牛体重与体高、体斜长、胸围呈极显著正相关($P < 0.01$), 其他性状间存在不同程度的相关。各主成分的特征根分布较广, 第一主成分反映出皖东牛整体结构的生长发育状况, 第二和第四主成分主要反映皖东牛中躯和后躯的发育状况, 母牛的第四主成分反映皖东牛后躯的发育状况, 公牛的第四主成分反映皖东牛骨骼的发育状况。

关键词: 皖东牛; 体尺性状; 体重; 主成分分析

中图分类号: S823.2

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X(2016)06-0885-06

Principal component analysis of body weight and size of Wandong cattles

LIU Hongyu^{1,2}, LIU Chengxue¹, WANG Heng^{2,3}, LI Baixu⁴, ZHANG Yunhai^{1,2}

(1. School of Animal Science and Technology, Anhui Agricultural University, Hefei 230036;

2. Anhui Provincial Key Laboratory of Local Animal Genetic Resources Conservation and Biobreeding, Hefei 230036;

3. Anhui Province Livestock and Poultry Genetic Resources Protection Center, Hefei 230031;

4. Fengyang Daming Agriculture and Animal Husbandry Science and Technology Development Co., Ltd, Fengyang 233100)

Abstract: In the present study, the body size and weight of the Wandong cattle were measured. Four principal components that accounted for > 86.44% in bulls and > 85.37% in cows of the accumulative contribution rate were used for the principal component analysis. The result showed that the coefficient of variation was relatively high in body weight, sciatic wide, and chest width, indicating great potential in breeding selection. Moreover, a significantly positive correlation between the body weight and body height, body length, and chest circumference was found ($P < 0.01$), while different degrees of correlations existed between the rest of measurement traits. The eigenvalue of each of individual principal components was distributed broadly. The first principal component reflected the entire growth and development condition of Wandong cattles, while the second and fourth principal components reflected the development of middle and hindquarter. The fourth principal component reflected the development of the cow hindquarter and the bull bone development, respectively.

Key words: Wandong cattle; body size; body weight; principle component analysis

皖东牛主要分布在淮河以南, 长江以北的长江、淮河分水岭地区。该地区属于北亚热带和南温带的渐变过渡带湿润季风气候类型。地貌类型以低山、丘陵、岗地、湖滨和沿河平原为主; 海拔多为 15~50 m, 部分地区达到 100~130 m。皖东牛是 2015 年 3 月通过国家畜禽资源委员审定, 被正式确定的

地方牛种资源。按行政区划, 皖东牛主要分布在安徽省东部, 中心区位于凤阳、定远、明光、五河、来安等县(市)。皖东牛具有耐粗饲、耐热耐寒、抗病力强, 性情温顺, 易饲养等特性^[1]。但由于该牛种未经系统选育, 个体间生产性能差异较大, 有关其生长发育等种质特性等方面的研究亟待开展。主

收稿日期: 2016-06-14

基金项目: 安徽省国际科技合作计划(1503062019)和安徽省牛羊产业技术体系共同资助。

作者简介: 刘洪瑜, 博士, 讲师。E-mail: liuhongyu@ahau.edu.cn

* 通信作者: 张运海, 教授。E-mail: yunhai Zhang@ahau.edu.cn

成分分析法是通过降低数据维度空间的方法,将高维空间中的数据简化处理,把多个相关变量转化为少数几个不相关变量,并尽量保留原变量信息,以此来研究样本分布规律的多元统计方法,在应用中对样本数据对应的特征根和特征向量赋予生物学意义的解释,并应用于指导生产^[2]。本研究运用主成分分析对皖东牛体尺、体重数据进行分析,为今后对其的选育和生产提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验动物

皖东成年公牛 29 头(2~7 周岁),来自于皖东牛保种场;成年能繁母牛 258 头,来自于保种场及主产区农户饲养。公牛以青饲料、干草与精料饲喂为主;成年能繁母牛以放牧加补饲为主,粗饲料包括青贮、玉米秸、稻草等,精饲料包括玉米、麸皮、豆粕等。

1.2 体尺、体重测定

测定皖东牛 10 个体尺性状指标:体重(X1)、体高(X2)、体斜长(X3)、胸围(X4)、胸宽(X5)、胸深(X6)、腹围(X7)、管围(X8)、坐骨端宽(X9)、尻长(X10),

年龄按牙齿、角轮及系谱记录确定^[3]。

1.3 统计分析

所得数据经整理后,运用 SAS 统计分析软件^[4]的 princomp 过程进行处理,计算出母牛 10 个性状指标、公牛 9 个性状指标的相关矩阵、相关矩阵的特征根和特征向量,选取累计贡献率>85%的特征根,进行主成分分析。

2 结果与分析

2.1 主要体尺性状的平均数与变异性指标

皖东公、母牛被测性状统计数据见表 1 和表 2。由表 1 可知:成年皖东母牛体重变异系数为 13.25%,胸宽变异系数为 11.88%,坐骨端宽变异系数为 14.59%,变异幅度较大,其余性状指标的变异系数均小于 8%,变异幅度小。由表 2 可知:成年皖东公牛坐骨宽变异系数为 15.41%,体重变异系数为 12.13%,胸宽变异系数 9.87%,其他性状指标的变异系数均在 5%左右,变异幅度很小。这说明成年皖东牛无论公、母牛个体间大部分体尺性状指标变化比较稳定,体重、坐骨端宽和胸宽指标在个体间变异幅度较大一些,选育潜力也相对较大。

表 1 成年母牛主要体尺性状的平均数与变异性指标

Table 1 Mean values and variation of principal body measurement traits of Wandong cows

性状 Item	平均数±标准差 Mean±SD	变异系数/% Coefficient of variation	性状 Item	平均数±标准差 Mean±SD	变异系数/% Coefficient of variation
体重/kg (X1) Weight	380.88±50.48	13.25	胸深/cm(X6) Chest depth	62.44±3.98	6.38
体高/cm (X2) Height	120.79±5.99	4.96	腹围/cm(X7) Abdominal circumference	174.73±12.19	6.98
体斜长/cm (X3) Body slanting length	140.80±10.79	7.67	管围/cm (X8) Circumference of cannon bone	16.92±1.15	6.78
胸围/cm (X4) Chest circumference	169.66±11.46	6.75	坐骨端宽/cm (X9) Hucklebone width	15.33±2.24	14.59
胸宽/cm (X5) Chest width	40.85±4.85	11.88	尻长/cm (X10) Rump length	44.21±2.86	6.46

2.2 主成分分析

2.2.1 变量间的相关系数矩阵 由皖东牛成年母牛体重和体尺性状各指标间的相关系数矩阵(表 3)可以看出,皖东母牛体重与体高、体斜长、胸围、胸宽、胸深、腹围、管围、坐骨端宽呈极显著正相关($P<0.01$);体高与体斜长、胸围、胸宽、胸深、腹围呈极显著正相关($P<0.01$),与坐骨端宽呈显著正相关($P<0.05$);体斜长与胸围、胸宽、胸深、腹围、管围、坐骨端宽间呈极显著正相关($P<0.01$);胸围与胸宽、胸深、腹围、管围、坐骨端宽呈极显著正相关($P<0.01$);胸宽与胸深呈极显著负相关

($P<0.01$),与腹围和坐骨端宽呈显著正相关($P<0.05$);胸深与腹围、坐骨端宽呈极显著正相关($P<0.01$);腹围与管围、坐骨端宽呈显著正相关($P<0.05$);管围与坐骨端宽呈极显著正相关($P<0.01$)。由表 4 可以看出皖东牛种公牛各指标间的相关性。体重与体高、体斜长、胸围呈极显著正相关($P<0.01$),与胸宽、胸深、坐骨端宽、尻长呈显著正相关($P<0.05$);体高与体斜长、胸围、管围呈极显著正相关($P<0.01$),与胸深呈显著正相关($P<0.05$);体斜长与坐骨端宽呈极显著正相关($P<0.01$),与管围呈显著正相关($P<0.05$);胸围与胸

宽、胸深、尻长呈显著正相关 ($P < 0.05$)。

上述结果显示, 皖东牛公、母牛体尺与体重指标间存在不同程度的相关性, 在皖东牛体尺选择方

面可以利用这些较强的相关关系实现皖东牛简化选育性状的目的。

表 2 成年公牛主要体尺性状的平均数与变异性指标

Table 2 Mean values and variation of principal body measurement traits of Wandong bulls

性状 Item	平均数±标准差 Mean±SD	变异系数/% Coefficient of variation	性状 Item	平均数±标准差 Mean±SD	变异系数/% Coefficient of variation
体重/kg (X1) Weight	660.45±80.12	12.13	胸深/cm(X6) Chest depth	73.00±4.73	6.48
体高/cm (X2) Height	143.14±7.37	5.15	管围/cm (X8) Circumference of cannon bone	20.28±1.00	4.91
体斜长/cm (X3) Body slanting length	162.93±7.35	4.51	坐骨端宽/cm (X9) Hucklebone width	19.59±3.02	15.41
胸围/cm (X4) Chest circumference	208.83±10.42	4.99	尻长/cm (X10) Rump length	44.71±3.10	6.93
胸宽/cm (X5) Chest width	56.68±5.59	9.87			

表 3 母牛主要体尺性状和体重指标间的相关矩阵

Table 3 Correlation matrix of principal body measurement traits of Wandong cows

性状 Item	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
X1	-									
X2	0.7352**	-								
X3	0.9307**	0.6816**	-							
X4	0.9006**	0.7222**	0.6928**	-						
X5	0.4039**	0.5037**	0.4616**	0.3066**	-					
X6	0.4094**	0.4597**	0.5203**	0.1879**	-0.0997**	-				
X7	0.7476**	0.4702**	0.6628**	0.7907**	0.2353*	0.0866**	-			
X8	0.6458**	0.5916	0.7402**	0.5169**	0.3032	0.3546	0.6284*	-		
X9	0.3099**	0.2404*	0.4126**	0.2315**	0.0181*	0.4343**	0.5871*	0.4655**	-	
X10	-0.0964	-0.1960	-0.1198	-0.0213	-0.1133	-0.3131	0.0067	0.1443	-0.1222	-

注: “*”表示达到显著相关($P < 0.05$); “**”表示达到极显著相关($P < 0.01$)。下同。

Note: “*”means significant difference at the 0.05 level, and “**” means significant difference at the 0.01 level. The same below.

表 4 公牛主要体尺性状和体重指标间的相关矩阵

Table 4 Correlation matrix of principal body measurement traits of Wandong bulls

性状 Item	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X8	X9	X10
X1	-								
X2	0.5449**	-							
X3	0.7942**	0.5518**	-						
X4	0.9328**	0.4281**	0.5230	-					
X5	0.4301*	-0.2135	0.2060	0.4781*	-				
X6	0.4697*	0.4381*	0.3593	0.4409*	0.0785	-			
X8	0.5068	0.5177**	0.4291*	0.4588	0.2274	0.3901	-		
X9	0.6215*	0.3821	0.8169**	0.3939	0.2081	0.2718	0.2383	-	
X10	0.5398*	0.2343	0.3703	0.5353*	0.4936	0.4881	0.2252	0.4924	-

2.2.2 各主成分的特征根和贡献率 根据累计贡献率达 85%的要求, 皖东母牛选取前 4 个主成分(累计

贡献率 85.37%), 入选的特征向量见表 5。皖东公牛选取前 4 个主成分 (累计贡献率 86.44%), 入选的特

征向量见表 6。这些主成分基本反映了体尺性状指标中所含的信息。根据特征根和累计贡献率在生物学中的意义,即特征根大小代表各复合性状遗传方差的大小,累计贡献率代表各复合性状相对于所有

复合性状对遗传方差贡献的百分率。特征向量表示复合性状中各性状对复合性状贡献的大小,其绝对值和符号分别反映了各性状对该主成分用的大小和性质。

表 5 母牛体尺性状相关矩阵的特征根及累积贡献率

Table 5 The eigenvalue and cumulative contribution rate from correlation matrix of body measurement traits of Wandong cow

项目 Item	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10
特征值 Eigenvalue	5.125	1.409	1.210	0.786	0.725	0.339	0.294	0.056	0.046	0.00
贡献率/% Contribution rate	51.25	14.09	12.16	7.86	7.25	3.40	2.94	0.57	0.47	0.00
累计贡献率/% Cumulative contribution rate	51.25	65.34	77.51	85.37	92.62	96.02	98.96	99.53	1.00	1.00

表 6 公牛牛体尺性状相关矩阵的特征根及累积贡献率

Table 6 The eigenvalue and cumulative contribution rate from correlation matrix of body measurement traits of Wandong bull

项目 Item	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y8	Y9	Y10
特征值 Eigenvalue	4.570	1.423	0.987	0.798	0.528	0.380	0.195	0.115	0.000
贡献率/% Contribution rate	50.78	15.81	10.97	8.87	5.88	4.23	2.18	1.28	0.00
累计贡献率/% Cumulative contribution rate	50.78	66.59	77.57	86.44	92.31	96.54	98.71	1.00	1.00

表 7 母牛主成分的特征根和特征向量

Table 7 The eigenvalue and eigenvector of principal component of Wandong cow

项目 Item	Y1	Y2	Y3	Y4
特征值 Eigenvalue	5.125	1.409	1.210	0.786
贡献率/% Contribution rate	51.25	14.09	12.16	7.86
累计贡献率/% Cumulative contribution rate	51.25	65.34	77.51	85.37
向量特征 eigenvector				
	X1	0.4165	0.0852	-0.0671
	X2	0.3619	-0.0026	-0.2974
	X3	0.4098	-0.0308	-0.0501
	X4	0.3727	0.2242	-0.0177
	X5	0.2018	0.3419	-0.5034
	X6	0.2112	-0.6376	-0.0175
	X7	0.3555	0.1550	0.3064
	X8	0.3484	0.0528	0.2510
	X9	0.2290	-0.3709	0.4466
	X10	-0.0564	0.5037	0.5424

由表 7 可以看出,皖东母牛第一主成分的特征根为 5.125,贡献率为 51.25%,反映的综合信息量最大。根据计算出的特征向量,各主成分关系式可表达如下:

$$Y1=0.4165X1+0.361884X2+0.4098X3+0.3727X4+0.2018X5+0.2112X6+0.3555X7+0.3484X8+0.2290X9-0.0564X10$$

$$Y2=0.0852X1-0.002X2-0.0308X3+0.2242X4+0.3419X5-0.6376X6+0.1550X7+0.0528X8-0.3709X9+0.5037X10$$

$$Y3=-0.0671X1-0.2974X2-0.0501X3-0.0177X4-0.5034X5-0.0175X6+0.3064X7+0.2509X8+0.4466X9+0.5424X10$$

$$Y4=0.0562X1+0.2160X2+0.1437X3-0.1019X4-0.1124X5+0.4546X6-0.4575X7+0.2506X8-0.3996X9+0.5177X10$$

在第一主成分中,体重的系数最大,其次为体斜长、胸围、体高、腹围、管围和胸宽等,可称为体重因子,它反映出成年母牛貌整体结构信息,表明该主成分较大时,母牛的外貌整体结构生长发育较好;第二主成分特征根为 1.409,贡献率 14.09%,在该主成分中坐骨端宽、胸深为绝对值较大的负值,尻长、胸宽和胸围的系数较大,可称为宽度因子,表明该主成分较大时,宽度较大,坐骨端宽和胸深较小;第三主成分特征根为 1.216,贡献率

12.16%，在该主成分中，体高、胸宽系数绝对值较大，尻长系数最大，坐骨端宽、腹围和管围系数次之，表明当该主成分较大时，尻长较大，体高和胸宽较小，主要反映出皖东母牛后躯发育程度，可称为后躯因子；第四主成分特征根为 0.786，贡献率

7.86%，在该主成分中，胸深系数最大，尻长和管围次之，坐骨端宽和腹围系数为绝对值较大的负值，可称为胸深因子，表明当该主成分较大时，胸深较大，坐骨端宽和腹围较小。

表 8 公牛主成分的特征根和特征向量

Table 8 The eigenvalue and eigenvector of principal component of Wandong bulls

项目 Item		Y1	Y2	Y3	Y4
特征值 Eigenvalue		4.570	1.423	0.987	0.798
贡献率/% Contribution rate		50.78	15.81	10.97	8.87
累计贡献率/% Cumulative contribution rate		50.78	66.59	77.57	86.44
向量特征 eigenvector	X1	0.4415	0.0544	-0.0319	-0.1786
	X2	0.2955	-0.5459	0.1025	-0.0207
	X3	0.3856	-0.1605	-0.4305	-0.1244
	X4	0.3905	0.1730	0.2035	-0.1820
	X5	0.1979	0.6882	0.0858	-0.2325
	X6	0.2860	-0.1481	0.4269	0.5961
	X8	0.2883	-0.1889	0.4316	-0.4588
	X9	0.3359	-0.0380	-0.6193	0.1317
	X10	0.3157	0.3326	0.0469	0.5309

由表 8 可以看出，皖东牛种公牛第一主成分的特征根为 4.570，贡献率为 50.78%，反映的综合信息量最大。根据计算出的特征向量，各主成分关系式可表达如下：

$$Y1=0.4415X1+0.2955X2+0.3856X3+0.3905X4+0.1979X5+0.2860X6+0.2883X8+0.3359X9+0.3157X10$$

$$Y2=0.0544X1-0.5459X2-0.1605X3+0.1730X4+0.6882X5-0.1481X6-0.1889X8-0.0380X9+0.3326X10$$

$$Y3=-0.0319X1+0.1025X2-0.4305X3+0.2035X4+0.0858X5+0.4269X6+0.4316X8-0.6193X9+0.0469X10$$

$$Y4=-0.1786X1-0.0207X2-0.1244X3-0.1820X4-0.2325X5+0.5961X6-0.4588X8+0.1317X9+0.5309X10$$

在第一主成分中，体重的系数最大，其次为胸围、体斜长、坐骨端宽和尻长等，可称为体重因子，它反映出成年公牛整体结构信息，表明该主成分较大时，种公牛的外貌整体结构生长发育较好；第二主成分特征根为 1.423，贡献率 15.81%，在该主成分中，体高为绝对值最大的负值，尻长和胸宽的系数较大，可称为宽度因子，表明该主成分较大时，宽度较大，体高则较小；第三主成分特征根为 0.987，贡献率 10.97%，在该主成分中，管围和胸深系数较大，坐骨端宽的绝对值最大的负值，体斜长次之，表明当该主成分较大时，体斜长、坐骨端宽较小，管围和胸深较大，反映了皖东牛躯体发育、细致匀称程度，可称为围度因子；第四主成分特征根为

0.789，贡献率 8.87%，在该主成分中尻长和胸深系数较大，管围为绝对值最大的负值，可称为胸深因子，表明当该主成分较大时，尻长和胸深较大，管围较小。

3 讨论与结论

体型外貌是动物在长期进化过程中，遗传因素和环境相互作用的结果，体重和体尺性状则是体型外貌的量化指标，是动物遗传选育中重要的表型性状，与一些重要经济性状有着密切的关系。张爱玲等^[5]对秦川母牛不同年龄阶段体尺和体重进行了主成分分析，筛选出的第一主成分为增重因子，第二主成分为高度因子，第三主成分为宽度因子。吴照民等^[6]对四川平武黄牛体尺性状进行主成分分析，筛选的第一主成分为胸部因子，第二主成分为宽度因子，且各主成分的特征根分布较广。叶昌辉^[7]对雷州黄牛体尺性状进行了主成分分析，筛选出的第一主成分高度因子，第二主成分为匀称因子，第三主成分为宽度因子。刘庆华等^[8]对闽南黄牛体尺体重进行了主成分分析，筛选出第一主成分为体重因子，第二主成分为胸围因子，第三主成分为管围因子。此外，对水牛^[9]、大额牛^[10]等牛种也进行了体尺与体重的成分分析。

本研究采用与前人同样的研究方法对皖东母牛

的10个、种公牛9个体尺性状指标进行主成分分析,选出了4个主成分。结果表明:公、母牛第一主成分为体重因子,贡献率最大;公、母牛的第二主成分为宽度因子;公牛的第三主成分围度因子,母牛的第三主成分为后躯因子;公、母牛的第二主成分为胸深因子。所筛选出的4个主成分所反映出的信息侧重点有所不同。第一主成分体重因子,反映出皖东牛整体结构的生长发育状况。第二主成分宽度因子和第四主成分胸深因子,能够反映出皖东牛胸宽、胸深和尻长等中躯和后躯的发育状况。母牛的第二主成分后躯因子,能够反映出母牛尻长和坐骨端宽等后躯的发育状况;公牛的第三主成分为围度因子,能够反映公牛管围等骨骼的发育状况。综合四个主成分来看,皖东牛的选育应该注重于体重、胸宽、胸深和尻长的选择,母牛还应注重坐骨端宽的选择,公牛注重管围的选择。整体而言,皖东牛的选育倾向于肉用体型方面的选育。

本研究通过对皖东牛体尺和体重指标进行主成分分析,明确了皖东牛的体型特征、体重与体尺指标间的选择关系,为今后进一步开展皖东牛的选种和选育工作提供基础性资料。

参考文献:

- [1] 刘洪瑜,王力生,王恒,等. 皖东牛遗传资源调查报告[J]. 中国牛业科学, 2015, 41(4): 52-56.
- [2] MACCIOTTA N P, VICARIO D, CAPPIO-BORLINO A. Use of multivariate analysis to extract latent variables related to level of production and lactation persistency in dairy cattle[J]. J Dairy Sci, 2006, 89(8): 3188-3194.
- [3] 咎林森. 牛生产学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007.
- [4] 鲁绍雄, 连林生. SAS 统计分析系统在畜牧科学中的应用[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2003.
- [5] 张爱玲, 张丽娟, 耿社民, 等. 秦川母牛不同年龄阶段体尺和体重的主成分分析[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2003, 31(2): 29-32.
- [6] 吴照民, 苟兴能, 何健, 等. 平武黄牛体尺性状的主成分分析[J]. 四川畜牧兽医, 2000, 27(8): 21-22.
- [7] 叶昌辉. 雷州黄牛体尺性状的主成分分析[J]. 广西农业生物科学, 2001, 20(3): 193-195.
- [8] 刘庆华, 梁学武, 鲍若虹. 闽南黄牛体尺体重主成分分析及肉用性能研究[J]. 家畜生态学报, 2008, 29(4): 29-32.
- [9] 熊飞, 吴春风, 苗永旺, 等. 槟榔江水牛不同月龄阶段体重与体尺的主成分分析[J]. 云南农业大学学报, 2013, 28(3): 322-328.
- [10] 王永奇, 苟潇, 刘文华, 等. 大额牛体尺性状指标与体重的主成分分析[J]. 江西农业大学学报, 2009, 31(4): 589-593.