

秦川母牛不同年龄阶段体尺和体重的主成分分析*

张爱玲, 张丽娟, 耿社民, 陈 宏, 张英汉, 杨公社,
雷初朝, 孙维彬, 王兴平, 张保军

(西北农林科技大学 动物科技学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘 要] 对陕西蒲城县和渭南市临渭区 5 个不同年龄阶段 815 头秦川母牛的 5 项体尺和体重性状进行了主成分分析。结果表明, 在不同年龄阶段, 秦川母牛的 6 个性状之间存在着不同程度的正相关; 其生长发育过程中的第一主成分均为增重因子, 其次是增高因子和宽度因子。

[关键词] 秦川母牛; 体重; 体尺; 主成分分析

[中图分类号] S823.8⁺12

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2003)02-0029-04

目前, 国内外对黄牛体尺性状的主成分分析, 基本上是将同一年龄或不同年龄阶段校正在同一水平上后进行分析^[1~5], 但分析不同年龄阶段主成分载荷因子的变化规律的报道迄今尚未见到。本研究对秦川母牛 5 个不同年龄阶段的体重、体尺指标进行了主成分分析, 目的在于揭示秦川母牛不同年龄阶段体型特征的变化规律, 为秦川母牛肉用性能的选育研究提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料来源

现场测定陕西蒲城县和渭南市临渭区 1~5 周岁年龄阶段共计 851 头秦川母牛(其中 1 周岁牛 92 头, 2 周岁牛 145 头, 3 周岁牛 192 头, 4 周岁牛 211 头, 5 周岁牛 211 头)的体高(X_1)、背高(X_2)、体长(X_3)、胸围(X_4)、髭宽(X_5) 5 项指标。体重(X_6)用下式估测: 体重(kg) = 胸围² × 体斜长 / 11 420。

1.2 资料统计方法

1.2.1 原始数据的标准化转换

$$ZX = \frac{X - \bar{X}}{S}$$

式中, ZX 为标准化后的数据; X 为原始数据; $\bar{X}$ 为原始数据的平均值; S 为原始数据的标准差。

1.2.2 计算相关系数(r), 并建立相关矩阵(R)

$$r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^N Z_{ij} \cdot Z_{jk}}{(n-1)}$$

$$(i, j = 1, 2, 3, \dots, p)$$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1p} \\ \vdots & & \vdots \\ r_{p1} & \cdots & r_{pp} \end{bmatrix}$$

1.2.3 计算特征值、累积贡献率及特征向量 利用 Jacobi 法求相关阵的特征值、累积贡献率及特征向量。

1.2.4 选取主成分 为了保留原 P 维空间的信息量和简化计算, 一般选择 K 个较大特征根, 使累计

贡献率 $\Lambda = \sum_{i=1}^k \lambda_i / \sum_{i=1}^n \lambda_i \geq 85\%$, 作为入选的主成分, 并分别计算各年龄的主成分。全部资料用 SPSS 软件统计处理。

2 研究结果

2.1 5 个年龄阶段体重及体尺性状间相关系数估计

由表 1~表 5 可见, 不同年龄阶段秦川母牛体重及体尺性状呈不同程度的相关。在 1~5 周岁时, 秦川母牛体重(X_6)与胸围(X_4)的相关系数最大, 分别是 0.926, 0.902, 0.926, 0.830, 0.904; 其次是背高(X_2)与体高(X_1)的相关系数。在 1~2 周岁时, 秦川母牛的髭宽(X_5)和背高(X_2)的相关系数较小(0.263 和 0.431); 在 3~4 周岁时, 髭宽(X_5)与体高(X_1)的相关系数较小, 分别是 0.209, 0.151; 5 周岁时, 背高(X_2)与髭宽(X_5)的相关系数仅为 0.176。

* [收稿日期] 2002-05-08

[基金项目] 陕西省农业重点专项“秦川肉牛的选育”

[作者简介] 张爱玲(1977-), 女, 河南安阳人, 在读硕士, 主要从事动物育种原理与方法的研究。

表 1 1 周岁秦川母牛体重及体尺的相关系数

Table 1 The correlation coefficient between weight and body measurement of 1 year old Q inchuan cow

项目 Item	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
X ₁	1					
X ₂	0.839	1				
X ₃	0.633	0.512	1			
X ₄	0.573	0.420	0.613	1		
X ₅	0.346	0.263	0.550	0.606	1	
X ₆	0.622	0.456	0.805	0.926	0.687	1

表 2 2 周岁秦川母牛体重及体尺的相关系数

Table 2 The Correlation coefficient between weight and body measurement of 2 years old Q inchuan cow

项目 Item	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
X ₁	1					
X ₂	0.835	1				
X ₃	0.592	0.539	1			
X ₄	0.679	0.519	0.590	1		
X ₅	0.500	0.431	0.522	0.472	1	
X ₆	0.699	0.552	0.790	0.902	0.529	1

表 3 3 周岁秦川母牛体重及体尺的相关系数

Table 3 The correlation coefficient between weight and body measurement of 3 years old Q inchuan cow

项目 Item	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
X ₁	1					
X ₂	0.860	1				
X ₃	0.464	0.486	1			
X ₄	0.586	0.480	0.404	1		
X ₅	0.209	0.199	0.191	0.184	1	
X ₆	0.633	0.559	0.659	0.926	0.212	1

表 4 4 周岁秦川母牛体重及体尺的相关系数

Table 4 The correlation coefficient between weight and body measurement of 4 years old Q inchuan cow

项目 Item	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
X ₁	1					
X ₂	0.582	1				
X ₃	0.289	0.354	1			
X ₄	0.340	0.267	0.319	1		
X ₅	0.151	0.154	0.339	0.393	1	
X ₆	0.353	0.319	0.566	0.830	0.417	1

表 5 5 周岁秦川母牛体重及体尺的相关系数

Table 5 The correlation coefficient between weight and body measurement of 5 years old Q inchuan cow

项目 Item	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
X ₁	1					
X ₂	0.466	1				
X ₃	0.275	0.477	1			
X ₄	0.200	0.360	0.262	1		
X ₅	0.184	0.176	0.272	0.435	1	
X ₆	0.271	0.458	0.571	0.904	0.453	1

2.2.6 个性状的主成分分析

秦川母牛 6 个性状相关矩阵的特征值和累积贡

献率及不同年龄阶段入选的主成分特征向量见表 6 和表 7。

表 6 秦川母牛不同年龄阶段相关矩阵的特征根和累计贡献率

Table 6 The eigenvalue and cumulative contribution rate (%) of Qinchuan cow at different ages										
序号 Number	不同年龄特征值 Eigenvalue					不同年龄累积贡献率/% Cumulative contribution rate				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	3 989	4 080	3 522	2 944	3 000	66 489	68 003	58 701	49 062	50 003
2	1 051	0 703	0 924	1 150	1 113	84 007	79 713	74 105	68 224	68 546
3	0 418	0 616	0 776	0 736	0 736	90 975	89 982	87 042	80 482	80 816
4	0 376	0 414	0 624	0 648	0 678	97 250	96 882	97 436	91 275	92 123
5	0 136	0 136	0 128	0 401	0 438	99 518	99 147	99 578	97 967	99 419
6	0 028 9	0 051 2	0 025 3	0 122	0 034 9	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000

表 7 秦川母牛不同年龄阶段入选主成分的特征向量

Table 7 The principal component matrix of Qinchuan cow at different ages							
年龄 Age	主成分 Principal component	因子载荷 Factor matrix					
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
1	1	0 409	0 351	0 426	0 432	0 352	0 468
	2	0 487	0 629	0 042	0 258	0 481	0 260
	3	0 008	0 247	0 056	0 507	0 768	0 301
2	1	0 434	0 388	0 405	0 423	0 336	0 453
	2	0 453	0 688	0 273	0 266	0 268	0 329
	3	0 036	0 068	0 001	0 395	0 867	0 297
3	1	0 456	0 434	0 378	0 440	0 174	0 486
	2	0 058	0 039	0 006	0 147	0 979	0 124
	3	0 473	0 597	0 142	0 465	0 723	0 421
4	1	0 355	0 365	0 400	0 462	0 479	0 509
	2	0 564	0 600	0 039	0 287	0 407	0 267
	3	0 130	0 147	0 584	0 550	0 497	0 266
	4	0 247	0 106	0 625	0 034	0 691	0 237
5	1	0 295	0 395	0 391	0 462	0 335	0 527
	2	0 581	0 473	0 244	0 414	0 372	0 261
	3	0 592	0 138	0 509	0 016	0 575	0 202
	4	0 175	0 144	0 588	0 473	0 586	0 188

由表 6 和表 7 可以看出: (1) 1 周岁秦川母牛第一主成分特征值为 3 989, 贡献率为 66 489%, 其信息量的表达式为: $F_1 = 0.409X_1 + 0.351X_2 + 0.426X_3 + 0.432X_4 + 0.352X_5 + 0.468X_6$, 根据累积贡献率和特征向量在生物学中的意义, 即累积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对复合性状贡献的大小, 其绝对值反映了各性状对该主成分作用的大小和性质, 可见对第一主成分贡献较大的为体重(X_6)、胸围(X_4)、体长(X_3) 3 个特征向量, 而且由前面相关分析可知三者相关程度较高, 故可称为增重因子。第二主成分的表达式为: $F_2 = 0.487X_1 + 0.629X_2 + 0.042X_3 + 0.258X_4 + 0.481X_5 + 0.260X_6$, 背高(X_2)、体高(X_1) 为主要决定因子, 且相关程度较高, 可称为增高因子。第三主成分表达式为: $F_3 = 0.008X_1 + 0.247X_2 + 0.056X_3 + 0.507X_4 + 0.768X_5 + 0.301X_6$, 髭宽(X_5) 的特征向量最大, 可称为髭部因子。分析 2 周岁秦川母牛 6 个性状的特征值与 1 周岁秦川母牛相似。这说明在 1~2 周岁时, 秦川母牛首先是体重增长较快, 其次是高度和宽度。(2) 3 周岁秦川母牛第一个主成分中体重的特

征向量最大(0 486), 第二个主成分中髭宽特征向量最大(0 979), 说明 3 周岁秦川母牛除了体重持续增长外, 髭部的发育也在加快。第三个主成分可称为胸部因子(0 465), 说明秦川母牛伴随着体重的增加和髭部发育, 胸部也在向着宽大方向发展。(3) 4 周岁秦川母牛入选的 4 个主成分, 第一主成分仍为增重因子(体重, 0 509)。第二个主成分中背高(0 600)和体高(0 564)特征向量值最大, 可知 4 周岁秦川母牛在高度上仍有较大发育趋势。第三个主成分中体长特征向量最大(0 584), 该年龄阶段秦川母牛在体重、高度等发育逐渐趋于缓和时, 体长比以前有较大增长。第四个主成分为髭部因子(0 691), 说明伴随着年龄的增长, 髭部发育也在趋于缓和。(4) 5 周岁秦川母牛与 4 周岁秦川母牛相比有许多相同之处, 如第一主成分仍为增重因子(0 527), 不同之处在于入选的第二主成分和第三个主成分中, 体高特征向量值较大, 但是比重已有所下降, 而髭部有较大上升。在第四个主成分中, 体长和髭宽的特征向量均较大(0 588 和 0 586)。说明 5 周岁时体高的发育已基本趋于平缓, 而髭部和体长的发育还有一定的空间。从对以上 5 个年龄阶段秦川母牛体尺的主成分

分析中可以看出:无论在哪个年龄阶段,第一主成分均为增重因子,说明在牛的生长发育中,体重始终位于第 1 位,但不同年龄阶段其特征向量有所不同,可知在不同年龄阶段增重是不同的,这符合牛的生长发育规律。这对于确定秦川母牛早期肥育和适时屠宰都有较大帮助。第二主成分多为增高因子,说明高度与体重之间具有较大的关联性。髭宽的增长在各个年龄阶段,对第一主成分的贡献量最小,说明秦川母牛在役改肉方面,斜尻依然是一个急需要解决的关键问题。

3 讨 论

黄牛的体尺指标均属于数量性状,它是基因型与环境效应的共同结果。许文博^[6]对云南黄牛和东南亚黄牛的体尺、体重进行了主成分分析,筛选出的第一主成分为体型高低因子,第二主成分为体型长短因子,第三主成分为胸部因子。吴照民等^[7]对四川平武黄牛研究筛选的第一主成分为胸部因子,第二主成分为宽度因子。就秦川牛而言,耿社民等^[2]、武彬等^[3]、庞之洪等^[4]的研究都涉及到了秦川牛主成

分分析,所选的第一主成分皆为胸部因子,而本研究所选的第一主成分在不同年龄阶段均为体重因子,第二主成分除 3 周岁外反映的都是高度因子。造成差异的原因是由于前人研究没有涉及体重这一指标,或所用资料都是将不同年龄、不同性别校正到同一水平上进行分析,加之研究的样本规模也较小。本研究取样规模在 850 头以上,同时又逐一对不同年龄阶段体尺、体重进行了主成分分析,其结果可反映出秦川母牛不同年龄阶段体重体尺性状的变化规律,而且为秦川牛的早期肥育和适时屠宰提供了相关依据。

4 结 论

所研究的 6 个性状在不同年龄阶段存在不同程度的正相关,其胸围与体重大小的相关系数最大。不同年龄阶段秦川牛入选的第一主成分皆为体重的影响因子最大,其特征向量在 0.453~0.527,可定为增重因子。第二主成分除 3 周岁年龄阶段外,均以高度的影响因子最大,可定为高度因子。第三主成分中主要影响因子为髭宽,可定为宽度因子。

致谢:在论文撰写过程中,得到袁志发、郭满才和宋世德三位老师的精心指导,特此致谢!

[参考文献]

- [1] 耿社民,常 洪. 亚洲 49 个牛群体尺性状的多元统计分析[J]. 黄牛杂志, 1997, (4): 17- 20
- [2] 耿社民,常 洪. 黄牛体尺指标的主成分分析与聚类[J]. 黄牛杂志, 1995, (增刊): 89- 91
- [3] 武 彬,陈幼春,庞之洪,等. 黄牛体尺差异性分析方法的研究[J]. 畜牧兽医学报, 1990, 21(2): 121- 126
- [4] 庞之洪,王毓英,陈幼春,等. 中国黄牛体型大小与产区地理生态因子关系的多元统计分析[A]. 中国黄牛生态种特征及其利用方向[C]. 北京: 中国农业出版社, 1990 143- 154
- [5] 大冢润一,并河鹰夫,野泽谦,等. 关于东亚本地牛和野生 *Bos-banteng* 体型测定值的主成分分析[A]. 中国黄牛生态种特征及其利用方向[C]. 北京: 中国农业出版社, 1990 188- 194
- [6] 许文博. 云南黄牛和东南亚黄牛的体尺、体重主成分分析[A]. 中国黄牛生态种特征及其利用方向[C]. 北京: 中国农业出版, 1990 166- 173
- [7] 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, (8): 21- 22

Principal component analysis of body measurement and weight of Qinchuan cow at different age phases

ZHANG Ai-ling, ZHANG Li-juan, GENG She-min, CHEN Hong, ZHANG Ying-han, YANG Gong-she, LEI Chu-zhao, SUN Wei-bin, WANG Xing-ping, ZHANG Bao-jun

(College of Animal Science and Technology, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The 5 body measurements and weight of 815 Qinchuan cows at five different age phases are studied by principal component analysis. The results showed that at 5 age phases there are direct correlations of different levels among all the traits. The first principal component is the weight at all the age phases and then height and width.

Key words: Qinchuan cow; weight; body measurement; principal component analysis