

奶牛体型外貌评分与产奶量的相关分析*

张慧林¹, 吴艳¹, 孙俊丽¹, 何军锋²

(1 西北农林科技大学 动物科技学院, 陕西 杨凌 712100;

2 西安市第二奶牛场, 陕西 西安 710000)

[摘 要] 以西安市第二奶牛场选取的健康、泌乳正常的第3泌乳期奶牛为研究对象, 随机抽取50头奶牛, 测定其305 d产奶量及15个体型外貌评分性状, 采用相关分析方法确定整体评分及15个性状与305 d产奶量之间的关系, 以整体评分及15个性状为自变量, 305 d产奶量为依变量, 采用多元回归分析法, 经统计检验后, 保留作用大的自变量, 建立了“最优”回归方程。结果表明, 整体评分与305 d产奶量之间存在弱正相关, 差异不显著; 15个评分性状中, 后房高度、后房宽度与305 d产奶量呈极显著相关; 乳房中隔和乳房深度与305 d产奶量呈显著相关; 利用这4个评分性状建立了估计305 d产奶量的“最优”回归方程, 通过对生产中30头牛的估测, 并与实际测定值进行差异显著性检验(t -检验), 差异不显著($P > 0.05$), 表明该回归方程准确可靠; 后房高度、后房宽度、乳房中隔和乳房深度是影响305 d产奶量的最主要因素。

[关键词] 奶牛; 体型外貌评分; 产奶量; 相关分析

[中图分类号] S823.9⁺12

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2005)02-0049-05

饲养奶牛的根本目标是保持奶牛高产、稳产、健康、长寿^[1]。实现这一目标的基本措施就是选择育种, 其中体型外貌性状是重要的选种指标。葛明星等^[2]报道, 体型是奶牛生产性能高低的表征, 同时, 体型外貌的优劣与其终生产奶量关系非常密切。国内外许多学者以不同的方法对各种体型外貌性状与产奶量的关系进行了相关分析与间接估测。杨章平^[3]对奶牛产奶量与产犊间隔等性状之间的表型相关进行了研究; 蔡治华^[4]进行了各胎次产奶量相关性研究与终生产奶量的早期预测; 刘小林等^[5,6]对黑白花奶牛乳房性状对产奶量的影响效果及泌乳均衡性进行了分析; 张慧林等^[7]用黑白花奶牛乳房性状进行了产奶量预测研究; 张忠超等^[8]分析了奶牛胎次、季节、产犊间隔、犊牛性别对产奶量的影响; Thompson等^[9]对奶牛体型评分与泌乳持久性作了较多研究; Brotherstone等^[10]对奶牛体型性状的遗传参数进行了估计; Diers等^[11]对奶牛体型评分典型性状的遗传参数和育种值进行了估计; 钟国能^[12]对奶牛乳房性状与第1, 3, 5胎产奶量的关系进行了相关分析; 王建良^[13]进行了早期产奶性状与305 d产奶量的关系探讨。奶牛体型外貌线性评分法是目

前进行奶牛选种的重要方法, 而有关奶牛体型外貌线性评分对产奶性能判定的准确性, 尚无研究报道。本研究对体型外貌性状和体型评分与产奶量的关系进行相关分析, 建立了以体型外貌评分来预估产奶量的回归分析方法, 以期对奶牛的选种、育种和高产提供理论和实践依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本研究资料为西安市第二奶牛场第3泌乳期的50头黑白花奶牛305 d产奶量记录, 50头黑白花奶牛的体型外貌及15项有关性状的测评结果。

1.2 测定方法

随机抽取饲养管理条件基本一致, 健康、泌乳正常的第3胎黑白花奶牛的母牛。因为胎次对该研究结果的影响较大, 所以采用同胎次奶牛研究较合理。使用的测定工具有测杖、钢卷尺、测角仪。

1.2.1 外貌评分 本研究采取线性评分法进行奶牛体型外貌评分。在进行体型外貌评分时, 乳房性状的测定, 于每天挤奶前1~2 h进行, 其他性状在挤奶时进行测评。

15个性状中, 体高、胸宽、胸深、尻宽、尻角度、蹄角度、后肢侧视、后房高度、后房宽度、乳房中隔

* [收稿日期] 2004-03-26

[基金项目] 国家“十五”攻关项目(2002BA518A17); 陕西省自然科学基金资助项目(2004C104)

[作者简介] 张慧林(1961-), 女, 陕西户县人, 副教授, 主要从事动物遗传育种与繁殖研究。

(即悬韧带,指后乳房基部至中央悬韧带处的深度)、乳房深度、乳头长度等性状可直接用测杖、钢卷尺或测角仪测量,而楞角性、前房附着、前乳头位置3个描述性性状,直接依据评分标准打分。根据上述各性状测得的结果,依据奶牛体型外貌线性鉴定评分标准和整体评分及特征性状的权重构成,计算奶牛的整体外貌评分及15个主要性状的评分。其中奶牛体型外貌线性评分根据线性评分转换百分表^[14]转换成百分。

1.2.2 产奶量的测定 本研究的产奶量采用所测定的50头奶牛第3泌乳期的产奶记录,产奶不足305 d的,用各泌乳月校正系数校正到305 d;产奶多于305 d的,以305 d产奶的累计量为准,超出部分不计。

1.3 统计分析方法

1.3.1 相关系数、通径系数计算 根据通径系数原理,利用各性状间的相关系数计算方法,建立各自变量对依变量通径系数的正规方程组,利用消元法求解正规方程组,可得到各个自变量对依变量的通径系数 $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ 。

1.3.2 自变量对依变量的作用剖分和决定程度的分析 根据各相关系数的组成效应可知,自变量与依变量的相关系数可剖分为直接作用 P_i 和各性状通过其他性状的间接作用 $\sum r_{ij}P_j$ 两部分,即

$$r_{x_{ij}y} = P_i + \sum r_{ij}P_j$$

由单个自变量对依变量的决定系数为 $d_i = P_i^2$,2个自变量对依变量的共同决定系数为 $d_{ij} = 2r_{ij}P_iP_{j0}$ 。

1.3.3 多元回归系数计算及回归关系的显著性检验 多元回归系数计算公式为 $b_i = P_i \cdot S_y/S_{x_i}$;标准化的回归平方和 $U = \sum P_j r_{jy}$,标准化的平方和 SS_y ,决定系数 $R^2 = U/SS_y$,标准化离回归平方和 $Q = SS_y - U$;回归关系的显著性检验公式为 $F = (U/df_A)/(Q/df_e)$ 。

2 结果与分析

2.1 体型性状与产奶量的表型参数

经初步数据处理后,15个体型性状评分与305 d产奶量的表型参数见表1。

表1 奶牛各性状的表型参数值

Table 1 Apparent parameter of various character($n=50$)

性状 Trait	头数 Number	平均数 $\bar{x}$	标准差(S D)	变异系数/% CV
体高(X_1)/cm Body height	50	139.6	5.11	5.7
胸宽(X_2)/cm Chest width	50	72	4.00	5.56
胸深(X_3)/cm Chest depth	50	84.26	5.12	6.08
楞角性(X_4)/cm Hip width	50	77.72	5.64	7.26
尻角度(X_5)/(°) Rump angle	50	73.24	8.74	11.93
尻宽(X_6)/cm Rump width	50	83.42	5.39	6.46
后肢侧视(X_7)/cm Second thigh side glance	50	65.06	5.35	8.22
蹄角度(X_8)/(°) Hoof angle	50	72.78	8.85	12.16
前房附着(X_9)/cm Fore udder height	50	79.66	6.9	8.66
后房高度(X_{10})/cm Hind udder height	50	77.98	7.71	9.89
后房宽度(X_{11})/cm Hind udder width	50	71.18	6.08	8.54
乳房中隔(X_{12})/cm Sept-udder	50	78.54	7.64	9.73
乳房深度(X_{13})/cm Udder depth	50	68.2	8.35	12.24
前乳头位置(X_{14})/cm Position of fore test	50	76.36	10.26	13.44
乳头长度(X_{15})/mm Test length	50	72.28	11.02	15.25
305 d产奶量(Y)/kg 305 days yield	50	7 704.12	1 383.30	17.96
整体评分(C) Conformation score	50	76.55	1.60	2.09

2.2 性状间的相关分析

奶牛体型外貌评分及各性状评分与305 d产奶量的相关系数见表2。表2结果表明,整体外貌评分与305 d产奶量的相关性较小,不显著;15个性状的

评分中,后房高度(X_{10})、后房宽度(X_{11})与305 d产奶量极显著相关($P < 0.01$);乳房中隔(X_{12})和乳房深度(X_{13})与305 d产奶量显著相关($P < 0.05$);15个性状两两间的相关显著性见表2。

表2 体型外貌评分(C)及各性状评分与305 d产奶量(Y)的相关系数

性状		Table 2 Phenotype correlation coefficient between the traits														
Traits	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	Y
X_1	1	0.163 5	0.064 4	0.060 4	- 0.220 1	0.285 9*	0.129 6	0.345 5*	- 0.254 2	- 0.232 2	0.060 9	0.075 6	- 0.117 7	0.087 0	- 0.044 2	0.189 0
X_2		1	0.189 8	- 0.130 1	0.045 7	0.094 9	0.034 7	- 0.025 4	- 0.090 7	- 0.267 0	- 0.037 2	- 0.056 3	- 0.182 2	0.120 6	- 0.075 2	0.120 2
X_3			1	0.152 2	0.035 7	- 0.082 9	0.037 4	0.140 8	0.057 4	- 0.053 5	0.037 7	0.204 4	- 0.239 4	0.076 2	- 0.086 4	- 0.033 7
X_4				1	0.034 1	0.271 9	0.172 3	0.050 3	- 0.219 3	0.016 0	0.080 2	- 0.193 2	- 0.070 4	- 0.084 5	- 0.086 4	0.026 9
X_5					1	- 0.118 0	- 0.257 7	0.012 1	0.036 3	- 0.056 2	- 0.017 4	- 0.008 4	- 0.142 0	0.051 4	0.033 4	- 0.086 5
X_6						1	0.309 7*	0.303 1*	- 0.129 0	- 0.074 5	0.081 3	- 0.183 3	- 0.325 3*	0.033 0	0.035 1	0.071 5
X_7							1	- 0.019 9	0.027 7	0.099 2	- 0.076 5	- 0.057 1	- 0.279 4*	0.086 6	- 0.115 6	- 0.057 6
X_8								1	- 0.096 4	- 0.180 6	0.240 8	0.110 9	0.020 4	0.374 0**	- 0.000 2	0.060 3
X_9									1	- 0.099 8	0.181 2	- 0.131 7	- 0.016 8	0.071 3	0.032 1	0.056 7
X_{10}										1	- 0.670 7**	- 0.257 9	0.281 2*	- 0.041 9	- 0.083 5	- 0.763 8**
X_{11}											1	0.189 4	- 0.147 2	0.103 4	- 0.034 2	0.696 8**
X_{12}												1	- 0.276 5*	0.060 3	- 0.082 7	0.273 3*
X_{13}													1	0.097 3	- 0.005 4	- 0.296 7*
X_{14}														1	- 0.239 5	- 0.006 0
X_{15}															1	0.006 4
C																0.130 0

注 $r(0.05, 50) = 0.273$; $r(0.01, 50) = 0.354$; C 为体型外貌整体评分; Y 为305 d产奶量
Note: $r(0.05, 50) = 0.273$; $r(0.01, 50) = 0.354$; C means the conformation score; Y means 305 days milk yield

2.3 通径分析

根据通径系数原理, 选择与305 d产奶量相关极显著或显著的后房高度(X_{10})、后房宽度(X_{11})、乳房中隔(X_{12})、乳房深度(X_{13})4个自变量, 利用各性状间的相关系数建立各性状对305 d产奶量通径系数的正规方程组, 得到后房高度(X_{10})、后房宽度(X_{11})、乳房中隔(X_{12})、乳房深度(X_{13})对产奶量的通径系数分别为:

$$P_{10} = -0.782, P_{11} = 0.172, \\ P_{12} = 0.409, P_{13} = 0.477.$$

通径系数表明自变量对依变量的直接影响, 由

表3 所选各性状对305 d产奶量的影响

性状		Table 3 Conformation traits effect on yield of 305 days					
Trait	相关系数 r_{ij} Correlation coefficient	直接作用 P_i Direct effect	间接作用 Indirect effect				总和 $\sum r_{ij}P_j$
X_{10}	- 0.763 8	- 0.782 4		- 0.115 4	- 0.105 5	0.134 0	0.018 6
X_{11}	0.696 8	0.172 0	0.524 7		0.077 5	- 0.070 1	0.524 8
X_{12}	0.277 3	0.409 1	0.201 8	0.077 5		- 0.131 8	- 0.131 8
X_{13}	- 0.296 7	0.476 5	- 0.220 0	- 0.028 7	- 0.131 8		- 0.773 2

表3 结果表明, 后房高度和乳房中隔对305 d产奶量的直接作用大于间接作用, 而后房宽度和乳房深度对305 d产奶量的间接作用大于直接作用。

2.5 决定程度的分析

由单个性状对305 d产奶量的决定系数为 $d_i = P_i^2$, 2个性状对305 d产奶量的共同决定系数为 $d_{ij} = 2r_{ij}P_iP_j$, 可计算出所选各性状对305 d产奶量的决定系数分别为:

通径系数计算结果可知, 在入选的自变量中, 后房高度对305 d产奶量的直接影响为负值, 说明其对依变量的影响为负, 但其影响程度最大, 其次为乳房深度、乳房中隔, 影响最小的是后房宽度。

2.4 体型外貌评分性状对305 d产奶量的作用剖分

根据相关系数组成效应, 可将所选性状与305 d产奶量的相关系数剖分为直接作用和通过其他性状的间接作用两部分, 即 $r_{xy} = P_i + \sum r_{ij}P_j$, 分析结果见表3。

$$d_{10} = 0.612\ 1, d_{11} = 0.029\ 6, \\ d_{12} = 0.167\ 4, d_{13} = 0.227\ 1, \\ d_{10, 11} = 0.180\ 5, d_{10, 12} = 0.165\ 1, \\ d_{10, 13} = -0.209\ 7, d_{11, 12} = 0.026\ 7, \\ d_{11, 13} = -0.024\ 1, d_{12, 13} = -0.040\ 3.$$

通过分析可知, 后房高度、后房宽度、乳房中隔和乳房深度4性状的决定系数及其两两性状的决定系数总和为1.077, 数值超过1是由于保留小数

位数太少的缘故。该结果说明,上述4个性状单独及其共同作用均对产奶量有较大影响,进一步说明这4个性状是影响产奶量的重要因素。

2.6 “最优”回归分析

2.6.1 多元回归关系的显著性检验 标准化的回归平方和 $U = 0.6895$, 标准化的平方和 $SS_y = 1$, 标准化离回归平方和 $Q = 0.3105$, 回归自由度 $df = 4$, 离回归自由度: $df_e = 45$, $F = (U / df_A) / (Q / df_e) = (0.6895/4) / (0.3105/45) = 24.98^{**}$, 查表得: $F_{0.01(4,45)} = 3.78 < F = 24.98$, 所以, $P < 0.01$, 差异极显著, 表明多元回归关系成立。该多元回归的决定系数 $R^2 = 0.6895$, 复相关系数 $R = 0.8304$ 。

2.6.2 通径系数的显著性检验—— F 检验 对通径系数逐一进行显著性检验, 直接影响程度最大的4个变量, 其通径系数分别为 $-0.7824, 0.1720, 0.4091, 0.4765$; 对最小的通径系数进行显著性检验, 得到 $F = 11.6395^{**}$, $P < 0.01$, 差异极显著, 故应保留4个自变量, 并可建立回归方程。

2.6.3 多元回归方程的建立 根据多元回归方程的偏回归系数等于各自的通径系数乘以依变量与自变量的标准差的比值, 所以有

$$b_1 = -140.375, b_2 = 9.133,$$

$$b_3 = 74.072, b_4 = 78.939,$$

$$b_0 = \bar{Y} - b_1\bar{X}_1 - b_2\bar{X}_2 - b_3\bar{X}_3 - b_4\bar{X}_4 = -1.657,$$

所以, 多元回归方程为:

$$\hat{Y} = -1.657 - 140.375X_1 + 39.133X_2 + 74.072X_3 + 78.939X_4,$$

该方程是以后房高度、后房宽度、乳房中隔和乳房深度4个性状建立的多元回归方程。

2.6.4 “最优”回归方程的检验 回归方程建立后, 为了说明其符合实际, 需要对回归方程进行验证。利用该回归方程对另外30头奶牛的产奶量进行估测, 估测值平均值与实际测量值平均值进行均数差异性检验(t -检验), 差异不显著($P > 0.05$)。说明回归方程准确性好、精确度高, 是一个适用的“最优”回归方程。

3 讨论

3.1 相关性状对产奶量影响的规律性

各性状评分与305 d产奶量的相关系数表明,

整体外貌评分与305 d产奶量呈弱的正相关, 说明体型外貌评分与305 d产奶量是相辅相成的, 即体型外貌评分高者, 其305 d产奶量也高; 而后房高度和乳房深度与305 d产奶量呈显著或极显著负相关, 说明二者评分越低, 305 d产奶量越高, 后房宽度和乳房中隔与305 d产奶量呈显著或极显著正相关, 说明305 d产奶量随二者评分的增大而升高。这说明4个性状的评分并非越高或越低, 305 d产奶量就越高, 而是在一定范围内才表现出上述变化规律。

3.2 影响产奶量的主要性状的确定

由相关系数的剖分可知, 后房高度和乳房中隔对305 d产奶量的直接作用(分别为 $-0.7824, 0.4091$)大于间接作用(分别为 $0.0186, -0.1318$), 即二者对305 d产奶量的直接影响较大, 15个性状中后房高度和乳房中隔是对产奶量大小起主要作用的性状。后房宽度和乳房深度与305 d产奶量的直接作用相对较小, 而间接作用较大。

3.3 “最优”回归方程的确定

建立估计产奶量的“最优”回归方程, 选择的自变量既要估测准确、可靠, 又要简便经济, 利于在生产和科研中推广应用。本研究提出的“最优”回归方程估测产奶量的回归关系显著, 估测值与实际值差异不显著($P > 0.05$), 是一个适用的回归方程。

3.4 线性鉴定方法的优越性

本研究用线性鉴定方法对奶牛体型外貌进行评分, 能够较准确地反映奶牛的体型外貌与生产性能间的关系, 用该鉴定方法鉴定奶牛的体型外貌, 进而根据评分结果建立回归方程, 估计305 d产奶量与实际测得的结果一致。因此, 在进行奶牛体型外貌鉴定时, 用线性鉴定方法既方便又准确, 是一种比较理想的方法。

3.5 尚待解决的问题与原因分析

本研究在进行体型外貌评分时采用了线性评分法。体型外貌线性评定有助于选育出优质、高产牛群, 延长其利用年限^[14], 同时, 线性评定方法尽可能使奶牛的体型外貌性状量化^[15]; 但某些描述性的性状, 如楞角性、前房附着等, 鉴定人员在对这些性状的评分中主观性较大, 不同评分者的评分不尽相同, 对于初学者而言, 经验有限, 评分的结果不够准确, 可以采用重复评定的平均值, 给出可靠的试验结果。

【参考文献】

- [1] 秦志锐. 外貌鉴定在奶牛育种中的重要作用[J]. 中国奶牛, 1990, (3): 33-34.
- [2] 葛明星, 陈宏. 浅谈奶牛线性外貌评分法[J]. 中国奶牛, 1989, (6): 33-36.

- [3] 杨章平. 奶牛产奶量与部分繁殖性状之间的相关性研究[J]. 中国奶牛, 1999, (1): 20- 21.
- [4] 蔡治华. 奶牛各胎次产奶量与终生产奶量的早期预测[J]. 中国奶牛, 2000, (3): 12- 14.
- [5] 刘小林, 张慧林, 任 涛, 等. 黑白花奶牛乳房性状对产奶量的影响效果分析[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2001, 29(增): 5- 8.
- [6] 刘小林, 张慧林, 徐铁山, 等. 奶牛泌乳均衡性指标与产奶量的相关分析[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2002, 30(6): 62- 65.
- [7] 张慧林, 郭亚宁, 任 涛, 等. 用奶牛乳房性状预测产奶量的研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2001, 29(5): 44- 47.
- [8] 张忠超, 张福信, 李福云, 等. 影响兰州荷斯坦奶牛泌乳量因素浅析[J]. 中国奶牛, 1999, (3): 43- 44.
- [9] Thompson J R, Lee K L, Freeman A E, et al. Evaluation of a linearized type appraisal system for Holstein cattle[J]. Journal of Dairy Science, 1983, 66: 325- 331.
- [10] Brotherstone S, M d Manus C M, Hill W G. Estimation of genetic parameters for linear and miscellaneous type traits in Holstein Friesian dairy cattle [J]. Livestock Production Science, 1990, 26: 177- 192.
- [11] Diers H, Swalve H. Estimation of genetic parameters and breeding value for linear scored type traits[J]. World Review of Animal Production, 1990, 4: 67- 70.
- [12] 钟国能. 奶牛乳房性状与产奶量的相关分析[J]. 四川畜牧兽医, 1990, (2): 7- 9.
- [13] 王建良. 早期产奶性状与305 d 产奶量关系的探讨[J]. 中国奶牛, 1999, (5): 35- 36.
- [14] 刘 华, 周 贵, 郑经农. 奶牛体型线性鉴定在生产实际中的应用[J]. 中国奶牛, 2001, (6): 28- 29.
- [15] 杨运清, 潘 军. 奶牛外貌鉴定评分结果的一种处理方法[J]. 中国奶牛, 1991, (2): 31- 32.

Correlation analysis between 305 days' milk yield and conformation score traits of Chinese Holstein cattle

ZHANG Hui-lin¹, WU Yan¹, SUN Jun-li¹, HE Jun-feng²

(1 College of Animal Science and technology, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Second Dairy Cattle Farm of Xi'an City, Xi'an, Shaanxi 710000, China)

Abstract Data for this study were collected from 50 dairy cattle in the third milk period in Second Dairy Cattle Farm of Xi'an City. 15 conformation traits and 305 days' yield (Y) were measured and conformation scores were calculated. The correlation coefficients were calculated. The four conformation traits as independent variables, and 305 days' yield as a dependent variable, path analysis, path coefficients (P), determination coefficients (d) and correlation index (R^2) were calculated. The results showed that 4 correlation coefficients between each udder character and the 305 days' yield were all significantly different ($P < 0.05$). But the correlation coefficient between conformation score and the 305 days' yield was not significant ($P > 0.05$). Hind udder height (X_{10}) and Hind udder width (X_{11}) gave predominant effects, Sept-udder (X_{12}) and Udder depth (X_{13}) gave slightly direct effect and significant indirect effect through udder girth on 305 days' yield. It was clear that the path coefficient analysis could reveal the relationship between the independent variables and the dependent variable.

Key words: Dairy cattle; conformation score; milk yield; correlation analysis