

# 用奶牛乳房性状预测产奶量的研究\*

张慧林<sup>1</sup>, 郭亚宁<sup>1</sup>, 任 涛<sup>1</sup>, 邓新正<sup>1</sup>, 宋爱龙<sup>2</sup>, 程丰收<sup>2</sup>

(1 西北农林科技大学 畜牧兽医学院, 陕西 杨陵 712100; 2 西安市 草滩农场第四奶牛场, 西安 710021)

**[摘 要]** 选择西安市草滩农场第四奶牛场第二泌乳期的奶牛 30 头, 测定乳房宽、乳房深、乳房长、乳房围、乳静脉直径、体长、体高、胸围、胸深、十字部高、腰角宽、尻长和 305 d 产奶量, 经相关系数分析, 剔除了与 305 d 产奶量相关不显著的体尺指标, 以前 5 项乳房性状为自变量, 以 305 d 产奶量为因变量, 采用通径系数分析方法, 计算了各自变量对依变量的通径系数, 用多元回归分析方法, 经统计检验后保留作用大的自变量, 最后建立了  $R = 0.9306$  的“最优”回归方程。经对 30 头奶牛 305 d 产奶量进行估测, 所得估测值与实际值的均数经差异显著性检验 ( $t$  检验), 差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

**[关键词]** 奶牛; 乳房性状; 产奶量; 回归估计

**[中图分类号]** S823.9<sup>+</sup>12

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1000-2782(2001)05-044-04

现代家畜育种均为多目标性状, 其中最重要的性状通常要求测定准确可靠、简便易行。奶牛产奶量是奶牛育种中最主要性状之一, 个体产奶量的测度成为一项经常性的重要工作。传统的测定方法(全称测法、每月测定 3 d 法、每月测定 1 d 法等)工作浩繁, 准确性差, 难以给选种和生产提供及时、准确的信息。国内许多研究者从各种途径进行了奶牛各性状与产奶量的相关分析和间接估测。宋乃社等<sup>[1]</sup>对奶牛乳房性状与成年奶当量进行相关与通径分析, 郭宏等<sup>[2]</sup>对产奶量与体型线性性状进行了相关和通径分析, 张忠超等<sup>[3]</sup>分析了奶牛胎次、季节、产犊间隔、犊牛性别对产奶量的影响, 王国伟等<sup>[4]</sup>利用乳脂率对奶干物质进行了直线回归估计, 王建良<sup>[5]</sup>用 30, 60, 90 d 产奶量 3 个早期产奶性状对 305 d 产奶量分别建立了一元回归估计方程, 钟国能<sup>[6]</sup>对奶牛乳房性状与产奶量进行了相关分析, 并建立了乳房宽、深、围 3 个自变量估测 305 d 产奶量的回归方程。本研究试图在分析奶牛乳房性状和体形性状对产奶量影响效果的基础上, 筛选出影响产奶量的主要直接因素, 建立估计 305 d 产奶量的“最优”回归方程, 为奶牛的选育和生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草滩农场第四奶牛场 30

头黑白花奶牛第二泌乳期的乳房性状测定结果和 305 d 产奶量记录。

### 1.2 测定方法

乳房性状的测定于每天挤奶前 1~2 h 内进行。乳房宽度用触测卡尺测定乳房左右两侧间的最大宽度; 乳房深度用触测卡尺测定后乳房基部起至后乳头基部的高度; 乳房长度用触测卡尺测定乳房前后的最大长度; 乳房围用卷尺测定乳房的最大周径; 乳静脉直径用游标卡尺测定左侧乳房前乳静脉的直径。

305 d 产奶量为该奶牛场机械化挤奶器自动记录资料, 产奶不到 305 d 者, 用各泌乳月校正系数校正到 305 d 的产奶量, 产奶多于 305 d 者, 以 305 d 以前的累计产奶量为准, 超出部分不予计算。

### 1.3 统计分析方法

乳房各性状和 305 d 产奶量测定结果经初步统计整理, 获得各项表型参数后, 分别进行表型相关分析、乳房性状各指标对 305 d 产奶量的通径分析和决定系数计算, 剖析这些性状对 305 d 产奶量的直接作用和间接影响。

## 2 结果与分析

### 2.1 各性状的表型参数

所测乳房各性状和 305 d 产奶量的数据资料经初步整理后列于表 1。

\* [收稿日期] 2001-01-16

[基金项目] 西北农林科技大学青年基金资助项目(0808)

[作者简介] 张慧林(1961), 女, 陕西西县人, 讲师。主要从事动物遗传育种与繁殖学教学和研究。

表 1 所测各性状的表型参数 (n= 30)

Table 1 The apparent parameters of various traits (n= 30)

性状 Trait	乳房宽/cm Udder width X <sub>1</sub>	乳房深/cm Udder depth X <sub>2</sub>	乳房长/cm Udder length X <sub>3</sub>	乳房围/cm Udder girth X <sub>4</sub>	乳静脉直径/cm Mammary vein diameter X <sub>5</sub>	305 d 产奶量/kg 305 days yield Y
平均数 $\bar{X}$	25.13	28.5	44.67	121.43	4.51	7 787.8
标准差 S	3.91	4.42	7.03	10.86	0.47	918.34
变异系数/% CV	15.56	15.49	15.75	8.94	10.34	11.79

2.2 性状间的相关系数

乳房各性状及产奶量相互之间的表型相关系数列于表 2。由表 2 可见, 所列各性状间的表型相关大部分呈现显著或极显著的水平, 特别是 305 d 产奶

量与乳房各性状的相关系数均达到极显著水平 ( $P < 0.01$ ), 均呈现较强的正相关, 其大小依次为  $r_{4y} > r_{3y} > r_{5y} > r_{2y} > r_{1y}$ , 表明所选指标进行相关分析具有重要的实际意义。

表 2 性状间表型相关系数

Table 2 The phenotype correlation coefficient between the traits

性状 Trait	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	Y
X <sub>1</sub>	1	0.229 6	0.281 0	0.367 1*	0.216 8	0.541 1**
X <sub>2</sub>		1	0.370 1*	0.413 78**	0.252 4	0.611 8**
X <sub>3</sub>			1	0.366 8*	0.251 0	0.629 5**
X <sub>4</sub>				1	0.400 8*	0.718 2**
X <sub>5</sub>					1	0.620 2**

注 Note:  $r_{0.05, 28} = 0.361$ ,  $r_{0.01, 28} = 0.463$

2.3 乳房各性状对 305 d 产奶量的通径系数

根据通径分析原理, 利用性状间的表型相关系数, 建立乳房各性状对 305 d 产奶量的通径系数正则方程组。解正则方程组得各性状对 305 d 产奶量的通径系数分别为  $p_1 = 0.224 7$ ,  $p_2 = 0.250 6$ ,  $p_3 = 0.283 7$ ,  $p_4 = 0.301 3$ ,  $p_5 = 0.316 3$ 。

根据相关系数的组成效应将其剖分为各性状的直接作用(即通径系数)和各性状通过其他性状的间接影响两部分。除直接作用最大的乳静脉直径对 305 d 产奶量的间接作用小于直接作用外, 其他 4 个乳房性状对 305 d 产奶量的间接作用均大于直接作用; 与 305 d 产奶量的相关系数最大的乳房围, 对 305 d 产奶量的直接作用并非最大, 而其间接作用却达到最大, 乳房围主要通过乳静脉直径, 其次通过乳房长度和乳房深度间接地影响 305 d 产奶量, 它本身也是其他乳房性状影响 305 d 产奶量的最主要的间接因素。

3 多元回归方程的建立及显著性检验

3.1 多元回归关系的显著性检验

标准化回归平方和  $U = P'X_{yy} = 0.866$ ; 标准化的依变量平方和  $SS_y = 1$ ; 标准化离回归平方和  $Q = SS_y - U = 1 - 0.866 = 0.134$ ; 回归自由度  $df_b = m = 5$ , 离回归自由度  $df_e = N - 1 - m = 24$ , F

$$= \frac{U}{Q} = \frac{0.866}{0.134} = \frac{5}{24} = 31.02$$

查 F 值得  $F_{0.05(5, 24)} = 3.90 < F = 31.02$ , 所以  $P < 0.01$ , 表明多元回归关系极显著, 回归方程是可靠的。

3.2 通径系数的显著性检验

多元回归关系的显著性检验达极显著的水平, 但是, 回归方程是否为简易方便的“最优”回归方程, 有无作用不大的自变量需要剔除, 尚需对回归方程中通径系数进行显著性检验。在所有通径系数中,  $P_1 = 0.224 7$  最小, 需要进行显著性检验, 以决定是否将  $x_1$  剔除。标准化偏回归平方和  $SS_{y \cdot x_1} =$

$$\frac{P_1^2}{A_{11} + A_{22}} = \frac{0.224 7^2}{1 + 0.947 3} = 0.045 9, F_1 =$$

$$\frac{SS_{y \cdot x_1}}{df_e} = \frac{0.045 9}{24} = 8.220 9^{**}$$

查 F 值得  $F_{0.01(1, 24)} = 7.82 < F_1 = 8.220 9, P < 0.01$ , 表明  $P_1$  极显著, 而  $P_2, P_3, P_4, P_5$  均大于  $P_1$ , 因此它们通径系数均极显著, 所以 5 个自变量均应保留。

3.3 “最优”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因变量与自变量的标准差的比值, 即  $b_i$

$= p_i, S_y/S_{x_i}$ , 则有:

$$b_1 = P_1 \times \frac{S_y}{S_{x_1}} = 0.2247 \times \frac{918.3366}{3.9105} = 52.7682;$$

$$b_2 = P_2 \times \frac{S_y}{S_{x_2}} = 0.2506 \times \frac{918.3366}{4.4159} = 52.1151;$$

$$b_3 = P_3 \times \frac{S_y}{S_{x_3}} = 0.2837 \times \frac{918.3366}{7.0336} = 37.0411;$$

$$b_4 = P_4 \times \frac{S_y}{S_{x_4}} = 0.3012 \times \frac{918.3366}{10.8586} = 25.4732;$$

$$b_5 = P_5 \times \frac{S_y}{S_{x_5}} = 0.3163 \times \frac{918.3366}{0.4660} = 623.2724;$$

$$b_0 = Y - b_1x_1 - b_2x_2 - b_3x_3 - b_4x_4 - b_5x_5 = 7.7878 - 52.7682 \times 25.1333 - 52.1151 \times 28.5000 - 37.0411 \times 44.6667 - 25.4732 \times 121.4333 - 623.2724 \times 4.5067 = -2.5804119.$$

所要建立的“最优”回归方程为

$$Y = -2.5804119 + 52.7682x_1 + 52.1151x_2 + 37.0411x_3 + 25.4732x_4 + 623.2724x_5$$

### 3.4 “最优”回归方程的验证

多元回归方程式建立以后,为了说明其是否符合实际,需要对回归方程进行验证。利用该回归方程对 30 头奶牛的产奶量进行估测,计算了估测值的平均数  $Y_e$ ,并与实际测量值的平均数  $Y$  进行了均数差异显著性检验( $t$  检验)。检验结果表明,估测值的平均数为 7.7939,与实测值的平均数 7.7878 之间差异不显著, $P > 0.05$ ,说明回归方程准确性好、精确性高,可算是一个“最优”回归方程。

## 4 讨 论

### 4.1 影响产奶量的主要因素

奶牛产奶量是受多种因素影响的重要经济性状,奶牛的体型和乳房性状是影响产奶量的直接外

部形态性状,经过表型相关分析,有 5 个乳房性状与 305 d 产奶量之间达到显著或极显著水平,表明它们是影响产奶量的主要因素,被剔除的其他因数均为次要因素。

### 4.2 多元回归自变量的确定

多元回归分析是畜牧业生产和科研工作中重要的统计分析和预测方法。奶牛产奶量的影响因素很多,用简单相关的方法寻求个别相关性状予以估测,准确性和可靠性都不很高,只有利用与产奶量相关程度高且直接作用大的多个性状,建立多元回归方程,准确性和可靠性才会有大的提高。本研究中  $R_{y(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)} > r_{4y} > r_{3y} > r_{5y} > r_{2y} > r_{1y}$ ,表明这一分析结论的正确性。

### 4.3 “最优”回归方程的确定

建立预测产奶量的“最优”回归方程,选择的自变量既要估测准确可靠,又要度量简便经济,利于在科研和生产中推广应用。本文提出的“最优”多元回归方程估测产奶量的复回归关系极显著,准确性高,估计值与实际值的差异不显著( $P < 0.05$ ),方程中 5 个自变量,度量操作简单、快速,对奶牛体无任何伤害,是一个适用的“最优”回归方程。

### 4.4 与既有研究结果的比较

本研究成果与钟国能<sup>[6]</sup>、郭宏<sup>[2]</sup>、宋乃社<sup>[11]</sup>等人的研究结果大部分一致,但均有不同之处。钟国能<sup>[6]</sup>报道,乳静脉直径对产奶量的直接作用是负的,与理论和实践相背离,可能是由测定误差所致;郭宏等<sup>[2]</sup>的结果认为,乳房深对产奶量的直接影响很小;宋乃社等<sup>[11]</sup>研究表明,乳房深对成年奶当量呈显著的负相关和负的直接作用;而本研究结果认为,乳房深对产奶量呈显著的正相关和正的直接作用。分歧之处,值得进一步研究和商榷。

## [参考文献]

- [1] 宋乃社,孙玉萍. 奶牛体型线性性状与其成年奶当量相关与通径分析[J]. 黄牛杂志, 1998, (5): 1- 2
- [2] 郭 宏,王守志,周立波. 西门塔尔牛产奶量与其体型线性性状的相关、通径分析[J]. 中国奶牛, 2000, (6): 34- 36
- [3] 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): 35
- [4] 王国伟,靳胜新. 应用直线回归相关法根据乳脂率估计生奶干物质的研究[J]. 中国奶牛, 1998, (6): 24
- [5] 王建良. 早期产奶性状与 305 天产奶量关系的探讨[J]. 中国奶牛, 1999, (5): 35- 36
- [6] 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

## Prediction of the milk yield with the udder traits in dairy cattle

ZHANG Hui-lin<sup>1</sup>, GUO Ya-ning<sup>1</sup>, REN Tao<sup>1</sup>, DENG Xin-zheng<sup>1</sup>

SONG Ai-long<sup>2</sup>, CHENG Feng-shou<sup>2</sup>

(1 College of Animal Sciences and Veterinary Medicine, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Fourth Dairy Cattle Farm of Caotan Farm of Xi'an City, Xi'an, Shaanxi 710021, China)

**Abstract:** Data for this study were collected from 30 dairy cattle in the second milk period in Fourth Dairy Cattle Farm of Caotan Farm of Xi'an City. The udder width, the udder depth, the udder length, the udder girth, mammary vein diameter, the body length, withers height, chest girth, chest depth, hip height, pin bone width, rump length and 305 days yield were measured. The correlation coefficients were calculated. After omission of the latter seven body characters with insignificant effects of every correlation coefficient between each of them and 305 days yield identified statistically, the first five udder characters were used as independent variables, and 305 days yield was used as a dependent variable for path analysis. Using the method of multiway regression analysis, an optimum five-way linear regression equation was established with  $R = 0.9306$ . By estimating the 305 days milk yield of 30 dairy cattle, the average value of estimated figure and real figure, measured by difference significance test, was not significant ( $P > 0.05$ ).

**Key words:** dairy cattle; udder character; milk yield; regression prediction

## 欢迎订阅 2002 年《西北农业学报》

《西北农业学报》是由教育部主管,西北农林科技大学、甘肃、宁夏、青海、新疆农(林、垦)业科学院和新疆、青海畜牧(兽医)科学院等八院校联合主办的农牧业学术期刊。本刊立足大西北,面向国内外,主要刊载体现西北地方特色的农牧业各专业学科在基础理论研究和应用技术理论研究方面具有创见的学术论文,领先水平的科研成果、学术报告、研究简报,有新意的文献综述及学术动态、科研成果、新品种介绍等。

主要读者对象为国内外农牧业科技人员、农业院校师生及高级农业技术管理和推广人员。

《西北农业学报》1992 年创刊,在西北乃至全国已初具影响,为陕西省优秀科技期刊,中国科学引文数据库源期刊,入编《中国学术期刊(光盘版)》和万方数据库,已被国内外 12 家权威文摘期刊和数据库固定转载或收录。

本刊为季刊,季末月 10 日出版,大 16 开本,104 页,另附进口铜版纸图版。国内外公开发行,邮发代号 52-111;国外发行:中国国际图书贸易总公司(北京 399 信箱),代号 Q 4380。每期定价 8.00 元,全年 32 元。全国各地邮局均可订阅,亦可直接向编辑部订阅。

编辑部地址:陕西杨陵 西北农林科技大学农科院校区

邮政编码:712100 联系电话:(029)7082031