

奶牛产奶量校正系数研究

张慧林¹, 付爱英¹, 康占武¹, 余文文¹, 徐 华¹, 刘小林¹, 宋爱龙²

(1 西北农林科技大学 动物科技学院, 陕西 杨凌 712100;

2 西安市草滩农场 第四奶牛场, 陕西 西安 710021)

[摘 要] 以西安市草滩农场第四奶牛场 1994~2005 年 178 头中国黑白花奶牛不同胎次、不同产奶月龄、不同泌乳天数和不同产犊月份的产奶量测定结果为材料, 采用回归分析方法, 分别建立了产奶量对胎次、年龄、泌乳天数、产犊月份等因素的最优回归方程, 对其显著性进行了检验, 根据这 4 个最优回归方程分别以第三胎、41 月龄、305 d 1 月份估计产奶量为标准, 计算了产奶量的校正系数, 制定出该场的产奶量校正系数表, 并对由奶牛产奶量不同影响因素构建的产奶量校正系数表进行了产奶量校正的实际应用计算。结果表明, 所建立的回归方程拟合度高, 所得的 4 类校正系数表准确、可靠, 对该奶牛场育种工作的开展及生产计划的制定具有重要的实际应用价值。

[关键词] 中国黑白花奶牛; 产奶量; 回归分析; 校正系数

[中图分类号] S823.9⁺1

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2006)11-0027-06

奶牛选种工作主要依据生产性能等记录, 将生产性能好、遗传性能稳定的优良个体选出并逐步提高其生产性能, 但奶牛产奶量的高低除了受遗传因素的影响外, 还受非遗传因素的影响。

徐慧如等^[1]和易建明等^[2]对北京市荷斯坦奶牛、章纯熙^[3]对么拉水牛等的研究表明, 在众多非遗传因素中, 胎次、年龄(产犊月龄)、泌乳天数及产犊月份对产奶量影响较大。为了正确评定奶牛的实际生产性能, 减少环境偏差, 排除非遗传因素对产奶量的影响, 常用且比较准确的方法是制定出相应的产奶量校正系数, 利用这些系数将产奶量校正到同一水平上, 以便于对奶牛进行客观的比较, 从而提高选种的准确性。

前人已对影响奶牛产奶量的因素、影响规律及各因素之间的关系等进行了较多的研究^[3-15]。徐慧如等^[1]通过研究得出了产奶量与胎次、年龄、产犊月份、泌乳天数各因子的多项式回归方程, 制定出了北京市荷斯坦奶牛产奶量校正系数; 易建明等^[2]对奶牛产奶量与几项系统因子之间的回归关系进行了研究, 制定了武汉市乳牛产奶量的校正系数。为了确定产奶量与各主要非遗传因子之间的函数关系, 本试验采用多项式回归法研究了胎次、产奶月龄、泌乳天数和产犊月份对产奶量的影响, 制定了适用于西安

的奶牛产奶量校正系数, 以供西安及饲养管理条件和气候条件与西安相近地区的奶牛场参考应用。

1 材料与方法

1.1 数据来源及其处理要求

选择西安市草滩农场第四奶牛场 1994~2005 年 178 头中国黑白花奶牛, 321 个泌乳期的机械化挤奶自动记录数据为产奶量测定资料。

为了使制定的校正系数尽可能反映客观实际, 在资料选取时要求: (1) 胎次校正系数: 取泌乳期为 305 d 奶牛的各胎次产奶量资料; (2) 月龄校正系数: 取泌乳期为 305 d 奶牛的各产犊月龄产奶量资料; (3) 泌乳天数校正系数: 取第 1 胎泌乳期为 240~305 d 奶牛的产奶量资料; (4) 产犊月份校正系数: 取第 1 胎泌乳期为 305 d 奶牛各月份的产奶量资料。

在整理资料时, 先把奶牛产奶量按不同胎次、不同年龄、不同泌乳天数、不同产犊月份归类, 并计算各类产奶量的平均数($\bar{x}$)和标准差(S), 再依 $(\bar{x} \pm 2S)$ 的取样范围剔除极大和极小值, 然后再分别计算各因子产奶量的统计数据。

1.2 统计分析方法

用整理出来的资料先作出散点图, 根据散点分布情况选择已知的函数图形, 再通过变量变换使曲

〔收稿日期〕 2005-09-10

〔基金项目〕 陕西省自然科学基金项目(2004C004)

〔作者简介〕 张慧林(1961-), 女, 陕西户县人, 副教授, 主要从事畜牧学研究。

〔通讯作者〕 刘小林(1961-), 男, 陕西城固人, 教授, 博士生导师, 主要从事动物遗传育种与繁殖研究。

线线性化,即把曲线变为直线,然后按直线回归处理;或者将曲线公式化为线性方程,然后按线性多元回归处理。根据显著性检验的结果,确定最优回归方程,再依此分别求出产奶量校正系数。

2 结果与分析

2.1 奶牛胎次对产奶量的校正系数

2.1.1 各胎次平均产奶量分布曲线 以胎次为自变量(X),以各胎次平均产奶量为依变量(Y),绘制各胎次平均产奶量分布曲线(图1)。根据曲线图可试配二次多项式曲线。

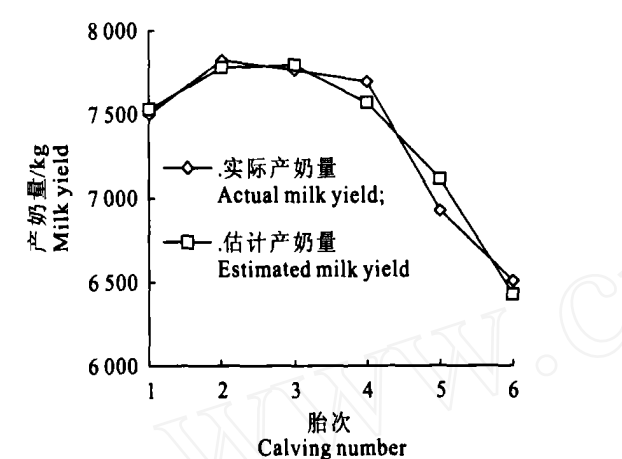


图1 各胎次的实测与估计平均产奶量
Fig 1 Variation of the actual milk yield and the estimated milk yield in different calvings

2.1.2 平均产奶量对各胎次的回归方程 根据最小二乘法原理,拟合各胎次对平均产奶量的二次多项式曲线,使 $\sum (Y - \hat{Y})^2$ 为最小,即 $Q = \sum (Y - a - bX - cX^2)^2$ 为最小,分别对 a, b, c 求偏导数并使之等于0,得到的正则方程组为:

$$\begin{cases} aN + b \sum X + c \sum X^2 = \sum Y \\ a \sum X + b \sum X^2 + c \sum X^3 = \sum XY \\ a \sum X^2 + b \sum X^3 + c \sum X^4 = \sum X^2Y \end{cases}$$

式中, N 为泌乳期总次数。

根据正则方程组,计算上式中的待定系数,计算过程见表1。

代入上式并解正规方程组:

$$\begin{cases} 6a + 21b + 91c = 44\,209 \\ 21a + 91b + 441c = 150\,858 \\ 91a + 441b + 2275c = 639\,022 \end{cases}$$

解上式得 $a = 7\,051.200\,4, b = 597.407\,1, c = -116.964\,3$ 。

于是得二次多项式曲线方程为:

$$\hat{Y} = 7\,051.200\,4 + 597.407\,1X - 116.964\,3X^2 \quad (1)$$

将原 X 值代入式(1),求相应估计值 $\hat{Y}$,则得各胎次实际产奶量统计结果与按回归方程估算的产奶量如表2所示。

表1 奶牛胎次与平均产奶量回归分析统计结果

Table 1 Statistics of regression analysis of calving number and the milk yield of dairy cattle

胎次 Calving number X	产奶量/kg Milk yield Y	X^2	X^3	X^4	XY	X^2Y	Y^2
1	7 501	1	1	1	7 501	7 501	56 265 001
2	7 822	4	8	16	15 644	31 288	61 183 684
3	7 763	9	27	81	23 289	69 867	60 264 169
4	7 696	16	64	256	30 784	123 136	59 228 416
5	6 922	25	125	625	34 610	173 050	47 914 084
6	6 505	36	216	1 296	39 030	234 180	42 315 025
合计 Total	44 209	91	441	2 275	150 858	639 022	327 170 379

表2 奶牛各胎次实际产奶量与估计产奶量统计

Table 2 Statistics of the actual milk yield and the estimated milk yield in different calvings

产奶量 Yield	胎次 Calving number					
	1	2	3	4	5	6
实际产奶量 Actual milk yield	7 501	7 822	7 763	7 696	6 922	6 505
估计产奶量 Estimated milk yield	7 531.643	7 778.019 7	7 790.743	7 569.4	7 114.128	6 424.928

求式(1)一阶导数,使其等于零:

$$\begin{aligned} d\hat{Y}/dX &= 0 + 597.407 - \\ &2 \times 116.964X = 0 \end{aligned}$$

解此方程得 $X = 2.55$ 。

由此可知,当胎次 $X = 2.55$ 时,产奶量最高。

2.1.3 回归关系的显著性检验 (1)二次曲线回归显著性检验。拟合的二次多项式方程是否成立,需用方差分析法作显著性检验。由表1得: $\sum Y = 44\,209$, $\sum Y^2 = 3\,271\,703\,79$, 以此可得: 总平方和= $\sum Y^2 - (\sum Y)^2/n = 3\,271\,703\,79 - (44\,209)^2/6 = 1\,431\,098\,833$,

回归平方和= $b[\sum XY - (\sum X \sum Y)/n] + c[\sum X^2Y - (\sum X^2 \sum Y)/n] = 597.407 \times 1 \times [150\,858 - (21 \times 44\,209)/6] + (-116.964 \times 3) \times [639\,022 - (91 \times 44\,209)/6] = -2\,314\,056\,402 + 3\,682\,172\,622 = 1\,368\,116\,220$

自由度 $df = 2$ 。

离回归平方和= $1\,431\,098\,833 - 1\,368\,116\,220 = 62\,982\,613$ 。

(2)回归关系的显著性检验。采用方差分析法进行 F 检验,结果见表3。由表3可知,回归关系极显著,说明该二次多项式方程可靠。

表3 奶牛平均产奶量与胎次回归关系的显著性检验

Table 3 Significance test on relationship between average milk yield and calving regression

变异原因 Cause of variation	df	SS	MS	F	F _{0.01(2,3)}
回归 Regression	2	1 368 116 220	684 058 11	32 583 2**	30.82
离回归 Deviation of regression	3	62 982 613	20 994 204 22		
总计 Total	5	1 431 098 833			

2.1.4 校正系数的求解 通过二次多项式方程求得理论值 $\hat{Y}$,进而求出胎次差异的校正系数。

校正系数= 标准胎次的产奶量理论值 $\hat{Y}$ /某胎次的产奶量理论值。

校正后的某胎次产奶量= 实际值 $Y \times$ 校正系数。

以第3胎估计产奶量为标准,求出各胎次的校正系数,结果见表4。

表4 奶牛各胎次产奶量的校正系数

Table 4 Adjusting coefficient of milk yield for different calving numbers

胎次 Calving number	1	2	3	4	5	6	7	8
校正系数 Adjusting coefficient	1.034 4	1.001 6	1.000 0	1.029 2	1.095 1	1.212 6	1.416 0	1.793 1

2.2 奶牛月龄对产奶量的校正系数

与胎次对产奶量校正系数的分析方法相同,求解奶牛月龄对产奶量的校正系数。

2.2.1 产奶量对月龄的回归方程 以月龄为自变量(X),各月龄平均产奶量为因变量(Y),求得二次多项式回归方程为:

$$\hat{Y} = 5\,306\,758.9 + 113.0594X - 1.375X^2 \quad (2)$$

2.2.2 回归关系的显著性检验 对构建的二次多项式回归方程进行显著性检验(方差分析表略),结果表明, $F = 93\,265 > F_{0.01(2,15)} = 6.36$,差异极显著。

2.2.3 产奶量对月龄的校正系数 以41月龄估算产奶量为标准,求出各月龄产奶量校正系数,结果见表5。

2.3 奶牛泌乳天数对产奶量的校正系数

2.3.1 产奶量对泌乳天数的回归方程 分别将泌乳30,60,90,120,150,180,210,240,270,300和305 d的产奶量与泌乳天数进行回归分析,结果得:

$$\hat{Y} = 42\,264.8 + 27.8759X - 0.0099X^2 \quad (3)$$

式中, X 为泌乳天数, $\hat{Y}$ 为各泌乳阶段平均产奶量。

2.3.2 回归关系的显著性检验 对式(3)进行检验,结果表明, $F = 336\,350 > F_{0.01(2,8)} = 8.65$,差异极显著。

2.3.3 产奶量对泌乳天数校正系数 以305 d的估计产奶量为标准,可求得不同泌乳天数的校正系数,结果见表6。

表5 奶牛各月龄产奶量的校正系数

Table 5 A djusting coefficient of milk yield for different months

月龄 Month	校正系数 A djusting coefficient	月龄 Month	校正系数 A djusting coefficient	月龄 Month	校正系数 A djusting coefficient	月龄 Month	校正系数 A djusting coefficient
23	1.062 8	43	1.000 6	63	1.094 5	83	1.462 3
24	1.055 7	44	1.001 5	64	1.104 2	84	1.495 7
25	1.049 1	45	1.002 7	65	1.114 6	85	1.531 5
26	1.042 9	46	1.004 3	66	1.125 6	86	1.570 0
27	1.037 2	47	1.006 3	67	1.137 3	87	1.611 4
28	1.032 0	48	1.008 6	68	1.149 8	88	1.656 0
29	1.027 2	49	1.011 3	69	1.162 8	89	1.704 2
30	1.022 8	50	1.014 4	70	1.177 0	90	1.756 4
31	1.018 8	51	1.017 9	71	1.191 8	91	1.813 1
32	1.015 2	52	1.021 8	72	1.207 6	92	1.874 8
33	1.012 0	53	1.026 1	73	1.224 3	93	1.942 2
34	1.009 2	54	1.030 8	74	1.242 1	94	2.016 2
35	1.006 8	55	1.036 0	75	1.260 9	95	2.097 5
36	1.004 7	56	1.041 6	76	1.280 9	96	2.187 4
37	1.003 1	57	1.047 6	77	1.302 2	97	2.287 3
38	1.001 7	58	1.054 2	78	1.324 8	98	2.398 8
39	1.000 8	59	1.061 2	79	1.348 9	99	2.524 0
40	1.000 2	60	1.068 7	80	1.374 5	100	2.665 6
41	1.000 0	61	1.076 7	81	1.401 9		
42	1.000 1	62	1.085 3	82	1.431 1		

表6 奶牛各泌乳天数产奶量的校正系数

Table 5 A djusting coefficient of milk yield for different milking days

泌乳天数/d M ilking day	校正系数 A djusting coefficient	泌乳天数/d M ilking day	校正系数 A djusting coefficient	泌乳天数/d M ilking day	校正系数 A djusting coefficient
30	8.766 3	258	1.159 4	283	1.068 0
60	4.540 0	259	1.155 4	284	1.064 7
90	3.085 3	260	1.151 4	285	1.061 4
120	2.349 4	261	1.147 5	286	1.058 1
150	1.905 4	262	1.143 6	287	1.054 8
180	1.608 6	263	1.139 7	288	1.051 6
210	1.396 3	264	1.135 9	289	1.048 4
240	1.237 1	265	1.132 1	290	1.045 2
241	1.232 5	266	1.128 3	291	1.042 1
242	1.227 9	267	1.124 5	292	1.038 9
243	1.223 4	268	1.120 8	293	1.035 8
244	1.218 9	269	1.117 1	294	1.032 7
245	1.214 4	270	1.113 4	295	1.029 6
246	1.209 9	271	1.109 7	296	1.026 6
247	1.205 6	272	1.106 1	297	1.023 5
248	1.201 2	273	1.102 5	298	1.020 5
249	1.196 7	274	1.099 0	299	1.017 5
250	1.192 6	275	1.095 4	300	1.014 6
251	1.188 3	276	1.091 9	301	1.011 6
252	1.184 1	277	1.088 4	302	1.008 7
253	1.179 9	278	1.084 9	303	1.005 8
254	1.175 7	279	1.081 5	304	1.002 9
255	1.171 6	280	1.078 1	305	1.000 0
256	1.167 5	281	1.074 7		
257	1.163 4	282	1.071 3		

2.4 奶牛产犊月份对产奶量的校正系数

2.4.1 产犊月份对产奶量的回归方程 以产犊月份为自变量(X), 各产犊月份平均产奶量(Y)为依变量, 得三次多项式方程为:

$$\hat{Y} = 8.299\ 155\ 6 - 415\ 854\ 5X + 47.035\ 8X^2 - 1.379\ 6X^3 \quad (4)$$

2.4.2 回归关系的显著性检验 对式(4)进行检验, 结果显示 $F = 14.4953 > F_{0.01(3, 8)} = 7.59$, 差异极

- [4] 陈幼春, 许尚忠 利用伽玛曲线估测奶牛产奶量的研究[J]. 畜牧兽医学报, 1988, 19(2): 85-90
- [5] 王根林 养牛学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 57-62
- [6] 叶瑞甫 奶牛产奶量校正系数制定的研究[J]. 中国奶牛, 1985(3): 22-26
- [7] 孙少华, 曹会校 最小二乘法在分析和校正影响奶牛产奶量因素上的应用研究[J]. 中国奶牛, 1995(2): 27-28
- [8] 陈梅轩, 李增森 奶牛产奶量校正系数的研究[J]. 中国奶牛, 1993(2): 52-53
- [9] 刘贤侠, 王建梅, 何高明 乌鲁木齐地区荷斯坦奶牛不同泌乳天数及胎次产奶量校正系数的研究[J]. 中国奶牛, 2003(1): 31-33
- [10] 刘雁华 中国荷斯坦奶牛产奶量校正系数的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2001
- [11] 蔡治华 奶牛不同胎次产奶量相关性研究及产奶性能早期预测[J]. 畜牧与兽医, 1998, 30(1): 20-21
- [12] 申秀吉, 韩 啸 应用多元回归原理预测初产奶牛产奶量的研究[J]. 延边大学农学报, 1997, 19(1): 47-51
- [13] 李士泽, 孟庆红, 薛 军, 等 北方寒区奶牛饲养环境对产奶量的影响及不同胎次与产奶性能相关关系的探讨[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2001, 13(4): 58-62
- [14] 张慧林, 李雪芹, 张 丽, 等 奶牛前期泌乳性能与305天产奶量的相关分析[J]. 黄牛杂志, 2002, 28(4): 11-13
- [15] 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

Study on adjusting coefficient for milk yield of dairy cattle

ZHANG Hui-lin¹, FU Ai-ying¹, KANG Zhan-wu¹, YU Wen-wen¹,
XU Hua¹, LIU Xiao-lin¹, SONG Ai-long²

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

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

Abstract: This study is based on the milk yield records of 178 Chinese dairy cattle from the Fourth Dairy Cattle Farm of Caotan Farm from 1994 to 2005 in Xi'an. The adjusting coefficients of milk yield with calving numbers, years, milking days, calving months were investigated with the simple statistical polynomial regression analysis method. Four best regression equations were established and their significances were measured by difference significance test. Four tables of coefficients for adjusting milk yield of Chinese dairy cattle in this farm were presented. Practices using adjusting coefficients of milk yield were calculated for parity number, years, milking days, and calving months as the examples. Results indicate the 4 categories' adjusting coefficients are correct and reliable. And they're of practical value in the breeding of dairy farm and the formulation of the production plans.

Key words: Chinese dairy cattle; milk yield; regression analysis; adjusting coefficient