

奶牛产奶量与乳成分的多元回归分析

张巧娥, 吴学荣, 马水鱼, 邢燕

(宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021)

摘要: 通过 SAS 8.2 软件分析了 20 头胎次相同、泌乳期相近荷斯坦泌乳牛产奶量与乳成分中乳蛋白质率、乳脂率、干物质、体细胞数和乳中尿素氮的多元回归分析。结果表明: 从产奶量与乳成分的单项指标回归分析表明, 产奶量与乳脂率、体细胞数和干物质含量呈显著性的负相关, 而与乳蛋白率和乳中尿素氮差异不显著; 从产奶量与乳成分的多元回归分析表明, 乳蛋白率、乳脂率和干物质含量对产奶量的影响高于体细胞数和乳中尿素氮, 同时乳蛋白率、乳脂率、体细胞数和乳中尿素氮与产奶量成反比。

关键词: 产奶量; 乳成分; 多元回归分析; 奶牛

中图分类号: S823.9⁺11.2 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2011)01-0112-05

Multiple Regression Analysis on Milk Yield and Milk Composition of Dairy Cow

ZHANG Qiao-e, WU Xue-rong, MA Shui-yu, XING Yan

(College of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

Abstract: 20 heads Holstein cattles of same matched plot and similar lactation period were selected. Multiple regression analysis between milk yield and protein ratio in milk, fat ration in milk, dry matter content, somatic cell count and urea nitrogen in milk were analyzed in this study by SAS 8.2. The result showed that the corelation between milk yield and fat ration in milk, somatic cell count, and dry matter content was significantly negative, while milk yield had no significant corelation with protein ratio in milk and urea nitrogen in milk according to single index regression analysis between milk yield and milk components. The effects of protein ratio in milk, fat ration in milk and dry matter content on milk yield were bigger than those of somatic cell count and urea nitrogen in milk, meanwhile, protein ratio in milk, fat ration in milk, somatic cell count and urea nitrogen in milk were inversely proportional to milk yield according to multiple regression analysis between milk yield and milk components.

Key words: milk yield; milk composition; multiple regression analysis; dairy cow

乳品中的乳蛋白质、乳脂肪、干物质、体细胞数和乳中尿素氮是乳品质量考核的非常重要的指标。高树新等^[1]研究表明, 奶牛产奶量与乳蛋白率、乳脂率呈极显著的负相关($P < 0.01$), 乳蛋白率与乳脂率呈极显著的正相关($P < 0.01$)。牛奶的蛋白质含量随体细胞数的升高而增加, 两者呈显著正相关^[2]。而邱才英等^[3]报道, 牛奶体细胞数增加将引起奶牛产奶量下降, 两者呈负相关, 并且相关关系极其显著。黄文明等^[4]研究表明, 日产奶量与乳中尿素氮值呈二次曲线相关, 日产奶量在 33.3 kg/d 时乳中尿

收稿日期: 2010-09-10 修回日期: 2010-10-26

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(nyhyzx07-036)、宁夏教育厅项目(20090034)、宁夏自然科学基金资助项目(nz1008)和宁夏大学农学院创新试验(20090016)

作者简介: 张巧娥, 女, 副教授, 博士, 主要从事反刍动物营养研究, E-mail: zhangqiaoe@163.com。

素氮值最高;在低于 33.3 kg/d 时,乳中尿素氮值随日产奶量的增加而增加,日产奶量在高于 33.3 kg/d 时乳中尿素氮值随日产奶量的增加逐渐降低。而目前对奶牛产奶量与乳成分的多元回归分析尚未见报道,因此,本实验定性分析奶牛产奶量与乳蛋白质、乳脂肪、干物质、体细胞数和乳中尿素氮之间的相关回归分析,判断奶牛产奶量对乳成分的相关程度,以便在繁殖育种工作方面进行合理调整,为进一步提高牛群产奶量和乳品质提供试验依据,对指导养牛生产者具有一定的实践意义。

1 材料与方法

1.1 试验奶牛的选择

从忠良奶牛场饲喂相同全混合日粮的奶牛中,随机抽取体重相近(650 kg 左右)、胎次相同(2 胎)、泌乳期(泌乳中后期)相近 20 头泌乳牛,进行为期两个月的饲养试验,统计产奶量,测定牛奶中乳蛋白率(%)、乳脂肪率(%)、干物质(%)、体细胞数(10 万/mL)和乳中尿素氮(mg/100mL)。

1.2 试验动物的饲养管理

每天饲喂两次全混合日粮,圈舍式饲喂,自由采食,自由饮水,推料 3 次,每天挤奶 3 次。为了降低试验对奶牛的各种应激,不改变奶牛场原本的饲养管理方式以及饲养环境与日粮配方。

1.3 试验日粮组成及营养水平

试验日粮组成:苜蓿干草 90.8 g/kg,玉米青贮 299.3 g/kg,豆腐渣 67.1 g/kg,玉米 167.2 g/kg,麸皮 51.2 g/kg,豆粕 37.4 g/kg,棉粕 35.3 g/kg,棉饼 17.7 g/kg,DDGS21.2 g/kg,鲜啤酒糟 104.5 g/kg,甜菜渣颗粒 33.5 g/kg,食盐 3.5 g/kg,磷酸氢钙 5.7 g/kg,石粉 5.3 g/kg,小苏打 5.3 g/kg,预混料 3.5 g/kg。营养水平:粗蛋白 208.2 g/kg,代谢能 12.91 MJ/kg,粗脂肪 31.4 g/kg,中性洗涤纤维 212 g/kg,酸性洗涤纤维 126.5 g/kg,钙 3.7 g/kg,磷 3.1 g/kg。预混料为每千克饲料所含:维生素 A(IU/kg):5 500 000;维生素 D(IU/kg):1 500 000;维生素 E(mg/kg):25 000;铜(mg/kg):12 652;锌(mg/kg):50 125;锰(mg/kg):17 750;碘(mg/kg):1 000;硒(mg/kg):375;钴(mg/kg):15。

1.4 试验指标的测定方法

1.4.1 产奶量 每月记录 3 次,每次间隔 9~11 d,将每次所得数乘以相隔天数,然后进行统计,就可得出每头牛每月的产奶量。

1.4.2 乳成分 在试验结束时,用流量计对 20 头奶牛逐头取样,每头牛的采样量 50 mL,按 4:4:3(早、中、晚比例)比例取样。测试中心配有专用取样瓶。样品在 2~7℃ 冷藏条件下保存。

蛋白质的测定方法:凯氏常量定氮法,用凯氏定氮仪测定。乳脂肪的测定方法:乙醚浸提法,用粗脂肪测定仪测定。体细胞的测定方法:加利福尼亚细胞数测定法。干物质的测定方法:烘干法,用烘箱测定。乳中尿素氮的测定方法:采用尿素氮试剂盒测定。

1.5 统计分析方法

所有数据资料的统计分析均使用 microsoft excel 97 进行初步预处理。以相同泌乳期的产奶量(y)为应变量,乳脂肪(x_1)、乳蛋白质(x_2)、干物质(x_3)、体细胞数(x_4)和乳中尿素氮(x_5)为自变量,用 SAS 建立多元一次回归方程并进行显著性检验。

2 结果分析

2.1 试验奶牛的产奶量和乳成分

试验奶牛的产奶量和乳成分见表 1。

2.2 产奶量与乳脂率之间的回归分析

由表 2 可以看出,产奶量与乳脂率的回归方程为: $y = 42.92 - 2.56x$ ($r = -0.454$)。经 t 检验,产奶量与乳脂率呈显著性的负相关($P < 0.05$)。这与段柳艳等^[5]日产奶量、乳脂率存在极显著正相关的结论不一致。可能是采用分析的方法不同引起。从回归方程得知,当乳脂肪每增加 1%,牛奶中的产奶量将平均减少 2.56 kg。

2.3 产奶量与乳蛋白率的回归分析

由表 3 可以看出,产奶量与乳蛋白率的回归方程为: $y = 58.18 - 6.47x$ ($r = -0.3708$)。经 t 检验,产奶量与乳蛋白率差异不显著($P > 0.05$),但呈负相关,这与段柳艳等^[5]日产奶量、乳蛋白率存在极显著正相关的结论不一致。从回归方程得知,随着乳蛋白率的增加,则奶牛的产奶量降低。

表1 试验奶牛的产奶量和乳成分

Tab.1 Milk production and milk compositions in experimental cow

编号 No.	乳脂率 Fat content in milk (x_1)	乳蛋白率 Protein content in milk (x_2)	体细胞数 SCC (x_3)	干物质 DM (x_4)	乳中尿素氮 MUN (x_5)	日产奶量 Milk yield daily(y)
1	1.65	3.23	3	10.6	22.2	47.4
2	1.49	3.19	3	10.6	21.6	47.2
3	0.63	2.79	6	8.6	17.2	45.0
4	5.12	3.48	10	13.9	22.9	23.2
5	2.60	3.07	4	11.8	26.7	34.0
6	0.46	2.80	1	8.5	19.3	47.0
7	1.08	2.90	3	9.8	23.3	41.8
8	3.15	4.03	79	12.8	28.7	40.7
9	1.60	3.03	7	10.2	23.9	42.2
10	2.47	3.20	4	11.2	23.3	40.7
11	3.68	2.96	31	12.4	25.3	41.2
12	1.29	3.16	7	10.0	24.2	35.2
13	1.40	3.20	23	10.2	21.8	33.5
14	3.44	2.55	85	11.3	30.6	34.8
15	1.13	3.63	5	10.4	21.8	35.5
16	2.31	3.09	35	10.8	22.5	34.0
17	2.70	3.15	22	11.3	41.7	31.9
18	1.95	3.48	15	10.9	25.3	30.2
19	0.78	3.78	19	10.4	26.4	29.0
20	2.61	2.84	70	11.0	26.9	37.6

表2 产奶量与乳脂率之间的回归分析

Tab.2 Regression analysis between milk production and fat ratio in milk

变量 Variable	自由度 DF	参数估计 Parameter Estimates	标准误 Standard Error	T 值 t Value	$Pr > t $
截距 Intercept	1	42.92	2.80	15.28	< 0.000 1
x	1	-2.56	1.18	-2.16	0.044 2*

表3 产奶量与乳蛋白率的回归分析

Tab.3 Regression analysis between milk production and protein ratio in milk

变量 Variable	自由度 DF	参数估计 Parameter Estimates	标准误 Standard Error	T 值 t Value	$Pr > t $
截距 Intercept	1	58.18	13.00	4.47	0.000 3
x	1	-6.47	4.06	-1.59	0.128 7

2.4 产奶量与体细胞数之间的回归分析

由表4可以看出,产奶量与体细胞数的回归方程为: $y = 40.15 - 0.09x$ ($r = -0.6033$)。经 t 检验,产奶量与体细胞数呈显著性的负相关 ($P < 0.05$)。这与刘九丽等^[6]、张慧林等^[7]、宋维政等^[8]的结论一致,与袁静宇^[9]产奶量与体细胞数差异不显著的结论不一致。从回归方程得知,当体细胞每增加 10 万/mL,产奶量将平均减少 0.09 kg。

由于体细胞数过高就会引起乳房炎,致使乳蛋白、乳糖、乳脂肪和非脂乳固体等乳成分发生变化,从而影响生奶质量^[10]。

表 4 产奶量与体细胞数的回归分析

Tab. 4 Regression analysis between milk production and somatic cell count

变量 Variable	自由度 DF	参数估计 Parameter Estimates	标准误 Standard Error	T 值 t Value	Pr > t
截距 Intercept	1	40.15	1.75	22.86	0 < 0.000 1
x	1	-0.09	0.04	-2.25	0.037 0*

2.5 产奶量与乳中干物质之间的回归分析

由表 5 可以看出, 产奶量与乳中干物质的回归方程为: $y = 65.83 - 2.60x$ ($r = -0.501 0$)。经 t 检验, 产奶量与乳中干物质呈显著性的负相关 ($P < 0.05$)。从回归方程得知, 当干物质每增加 1%, 产奶量将平均减少 2.60 kg。

表 5 产奶量与干物质的回归分析

Tab. 5 Regression analysis between milk production and dry matter

变量 Variable	自由度 DF	参数估计 Parameter Estimates	标准误 Standard Error	T 值 t Value	Pr > t
截距 Intercept	1	65.83	11.56	5.69	0 < 0.000 1
x	1	-2.60	1.06	-2.46	0.024 4*

2.6 产奶量与乳中尿素氮之间的回归分析

由表 6 可以看出, 产奶量与乳中尿素氮的回归方程为: $y = 50.25 - 0.51x$ ($r = -0.388 9$)。经 t 检验, 产奶量与乳中尿素氮差异不显著 ($P > 0.05$), 说明随着尿素氮的增加, 则奶牛的产奶量降低, 这与 Broderick 等^[11] 结论一致。而 Godden 等^[12] 研究表明, 乳中尿素氮值与奶产量有正的非线性关系。Jonker 等^[13] 认为乳中尿素氮值的变化不是由日产奶量决定, 而是由采食量决定的; 因为随日产奶量升高, 奶牛采食的蛋白数量也增加。在 Wattiaux 等^[14] 的试验中, 当日产奶量达到一定值时乳中尿素氮值增幅减缓, 可能是由于高产奶牛对日粮氮利用率高的原因, 也有可能是由于日产奶量的增加对乳中尿素氮有稀释作用。

表 6 产奶量与乳中尿素氮的回归分析

Tab. 6 Regression analysis between milk production and milk urea nitrogen

变量 Variable	自由度 DF	参数估计 Parameter Estimates	标准误 Standard Error	T 值 t Value	Pr > t
截距 Intercept	1	50.25	7.19	6.98	0 < 0.000 1
x	1	-0.51	0.28	-1.79	0.090 1

2.7 产奶量与乳脂率、乳蛋白率、体细胞数、干物质、乳中尿素氮之间的多元回归分析

由表 7 可以看出, 对产奶量与乳成分之间作方差分析, 结果 $F = 1.75$, $P = 0.189 0 > 0.05$, 说明产奶量与乳成分之间差异不显著, 这与孙晓玉等^[15] 日产奶量与乳成分中部分指标有极显著正相关的结论不一致, 可能是后者选择了不同胎次的奶牛样品进行研究。

表 7 产奶量与乳成分之间的方差分析

Tab. 7 Analysis of variance between milk production and milk compositions

变异来源 Source	自由度 DF	平方和 Sum of Squares	均方 Mean Square	F 值 F Value	Pr > F
模型 Model	5	319.350 22	63.870 04	1.75	0.189 0
误差 Error	14	512.259 28	36.589 95		
校正的总变异 Corrected Total	19	831.610 5			

由表 8 可以看出, 产奶量与乳成分之间回归方程为: $y = 39.70 - 7.71x_1 - 12.07x_2 + 0.04x_3 + 5.64x_4 - 0.39x_5$,

表8 产奶量与乳成分之间的多元回归分析

Tab. 8 Multiple regression analysis between milk production and milk compositions

变量 Variable	自由度 DF	参数估计 Parameter Estimates	标准误 Standard Error	T 值 t Value	$Pr > t $
Intercept	1	39.70	35.80	1.39	0.187 4
x_1	1	-7.71	7.77	-0.55	0.591 8
x_2	1	-12.07	9.20	-1.01	0.330 0
x_3	1	0.04	0.08	-0.45	0.658 9
x_4	1	5.64	6.91	0.47	0.646 0
x_5	1	-0.39	0.30	-1.04	0.316 0

根据标准化偏回归系数的绝对值的大小,可以判断自变量对应变量的影响程度, x_1 、 x_2 和 x_4 的值大于 x_3 和 x_5 ,说明乳蛋白率、乳脂率和干物质含量对产奶量的影响高于体细胞数和乳中尿素氮。从标准化回归系数的符合中可以看出, x_4 前面为正号,说明干物质含量与产奶量成正比,而 x_1 、 x_2 、 x_3 和 x_5 前面的符号为负号,说明乳蛋白率、乳脂率、体细胞数和乳中尿素氮与产奶量成反比。

3 结 论

奶牛的日产奶量与乳脂率、乳蛋白率、体细胞数、干物质含量、乳中尿素氮之间存在一定的线性关系。从产奶量与乳成分的单项指标回归分析表明,产奶量与乳脂率、体细胞数和干物质含量呈显著性的负相关,而与乳蛋白率和乳中尿素氮之间差异不显著;从产奶量与乳脂率、乳蛋白率、体细胞数、干物质含量、乳中尿素氮的多元回归分析表明,产奶量与乳成分之间差异不显著,但乳蛋白率、乳脂率和干物质含量对产奶量的影响高于体细胞数和乳中尿素氮,同时乳蛋白率、乳脂率、体细胞数和乳中尿素氮与产奶量成反比。这说明产奶量与乳成分之间的单项指标回归分析与多元回归分析的结论不尽一致,其原因结合生产实践有待于进一步验证。

参考文献:

- [1]高树新,王国富,邵志文,等.泌乳月份及部分乳成分与牛乳中体细胞数关系的相关性研究[J].中国乳品工业,2007,12:10-12.
- [2]王芳,胡松华.体细胞含量与牛奶质量的关系[J].中国奶牛,2005,4:51-52.
- [3]邱才英,范兰春.荷斯坦牛产后20 d内牛奶的检测分析[J].乳业科学与技术,2003(1):26-28.
- [4]黄文明,王之盛,王恬,等.牛奶尿素氮含量与奶牛胎次、泌乳天数、产奶量和乳成分的关系[J].中国奶牛,2009,12:10-14.
- [5]段柳艳,马向辉,高腾云,等.中国荷斯坦奶牛产奶量与乳品质互作关系探讨[J].江西农业学报,2009,21(11):136-137.
- [6]刘九丽,徐恢仲.生鲜奶中体细胞数与乳成分的相关分析[C].中国畜牧兽医学会第七届养牛学分会学术研讨会论文集,2009:143-144.
- [7]张慧林,余文文,刘小林,等.牛乳中体细胞数与产奶量和乳成分的相关分析[J].西北农业学报,2010(4):1-4.
- [8]宋维政,侯鑫.体细胞数与乳成分、胎次、产奶量及季节之间关系的研究[J].中国乳业,2010(3):40-42.
- [9]袁静宇.用逐步回归法拟合牛乳中干物质含量对其他乳成分的回归方程[J].内蒙古科技与经济,2008,18:80-81.
- [10]Fromm H I, Boor K J. Characterization of pasteurized fluid milk shelf life attributes[J]. Food Sci, 2004, 69: 207-213.
- [11]Broderick G A, Clayton M K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen[J]. J Dairy Sci, 1997, 80(1): 2964-2971.
- [12]Godden S M, D F Kelton. Milk urea testing as a tool to monitor reproductive performance in ontario dairy herds[J]. J Dairy Sci, 2001, 84: 1397-1406.
- [13]Jonker J S, Kohn R A, Erdman R A. Milk urea nitrogen target concentrations for lactating dairy cows fed according to National Research Council recommendations[J]. J Dairy Sci, 1999, 82: 1261-1273.
- [14]Wattiaux M A, Nordheim E V, Crump P. Statistical evaluation of factors and interactions affecting dairy herd improvement milk urea nitrogen in commercial midwest dairy herds[J]. J Dairy Sci, 2005, 88: 3020-3035.
- [15]孙晓玉,杨靖,郑维韬,等.对北京地区荷斯坦牛305天产奶量与生产性能测定的几个产奶性状的相关分析[J].中国奶牛,2009(1):24-26.