

# 山羊乳蛋白多态性与产奶性能的关系研究

罗 军 李建文 刘祝奎

(西北农业大学畜牧系, 陕西杨陵·712100)

**摘 要** 利用聚丙烯酰胺凝胶电泳分析 225 只西农萨能奶山羊乳样, 首次对山羊乳中主要蛋白质的多态性与乳成分、产奶量等产奶性能指标的关系进行探讨。结果表明,  $\beta$ -乳球蛋白的基因型对奶山羊产奶量有显著影响, 而  $\alpha$ -酪蛋白、 $\kappa$ -酪蛋白对产奶性能无显著影响作用,  $\beta$ -乳球蛋白 BB 型、 $\alpha$ -酪蛋白 BB 型和  $\kappa$ -酪蛋白 AA 型山羊个体表现出较好的产奶性能。

**关键词** 电泳, 多态性, 山羊乳, 产奶性能

**中图分类号** Q512.7, Q953.3

现代家畜育种工作要求育种者及早准确地选择出符合品种生产方向、具有较高生产性能的优秀个体。电泳技术的发展为解决这类育种问题提供了有力的工具。通过电泳分离出蛋白质多态型, 作为遗传标记, 以多态型与一些经济性状的相关为依据, 进行早期选种<sup>[1]</sup>。国内外科研人员对此进行了深入地研究, 其中部分结果已应用于育种实践中<sup>[2]</sup>。对乳中蛋白质多态性的研究始于 1955 年, Aschaffenburg 用淀粉凝胶电泳发现黑白花奶牛乳中  $\beta$ -乳球蛋白具有多态性<sup>[3]</sup>, 尔后, 人们又检出了牛乳中其他 5 种主要蛋白质组分( $\alpha$ <sub>s1</sub>-酪蛋白、 $\alpha$ <sub>s2</sub>-酪蛋白、 $\beta$ -酪蛋白、 $\kappa$ -酪蛋白和  $\alpha$ -乳白蛋白)的多态性。进一步研究表明, 牛奶中蛋白质多态型与牛的生产、繁殖、抗病力等性状和乳制品品质特性等方面都存在着不同程度的相关<sup>[2~5]</sup>。

国内乳蛋白多态性的研究报道很少, 而羊奶中乳蛋白多态性的研究尚未见报道。本研究旨在利用聚丙烯酰胺凝胶电泳, 分析西农萨能奶山羊乳中蛋白质的多态性, 探索酪蛋白、乳球蛋白的遗传多态型与 90 d 产奶量、乳成分之间的相关关系, 为乳成分指标的早期选择和乳中蛋白质特性对乳制品品质的影响等研究提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材 料

1.1.1 样品来源 本研究中鲜奶样品来自西北农业大学畜牧站及千阳县种羊场的萨能奶山羊产奶羊群。

1.2.2 样品的采集与制备 采取每只泌乳羊早奶(混匀)20 mL 左右。其中部分用于乳成分分析, 2 mL 奶样制备脱脂奶<sup>[6]</sup>, 然后加入 0.5 mL 40% 蔗糖溶液<sup>[7]</sup>, 40℃ 下保存, 作电泳分析。

### 1.2 方 法

1.2.1 凝胶制备 电极缓冲液(pH9.1~9.3)、凝胶贮备液的配制按文献[8]的方法进

修改稿收到日期: 1993-05-14.

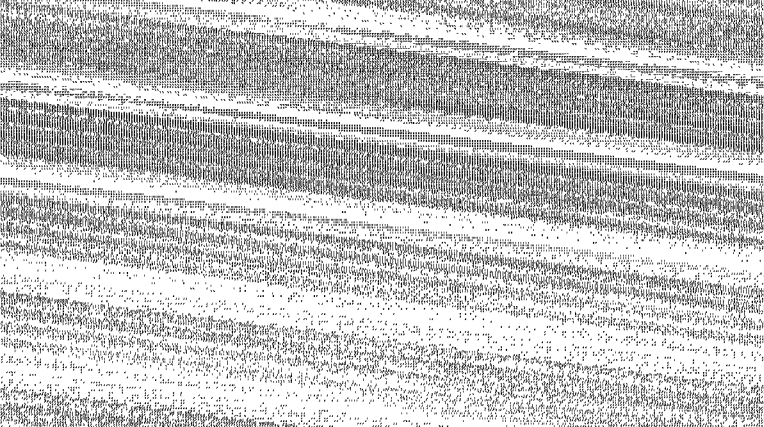


表 1 羊奶蛋白质多态型及基因位点

| 蛋白质  | 多态型 |    |          | 基因位点              |                                     |
|------|-----|----|----------|-------------------|-------------------------------------|
| k-CN | AA  | AB | BB       | k-CN <sup>A</sup> | k-CN <sup>B</sup>                   |
| β-CN | AB  |    |          | β-CN <sup>A</sup> | β-CN <sup>B</sup>                   |
| β-Lg | AA  | AB | AC BB BC | β-Lg <sup>A</sup> | β-Lg <sup>B</sup> β-Lg <sup>C</sup> |
| α-CN | AA  | AB | BB       | α-CN <sup>A</sup> | α-CN <sup>B</sup>                   |

可以看出,k-CN、β-CN 和 α-CN 均受两个等显性基因控制,而 β-Lg 受 3 个复等位基因控制。

2.2 不同蛋白质多态型奶羊的产奶性能

通过资料统计分析,计算出不同蛋白质多态型奶山羊个体的 90 d 产奶量和乳成分指标的平均数(表 2)。

表 2 各类蛋白质多态型产奶性能指标的平均数 kg,%

| 指 标     | β-Lg  |       |       |       |       | α-CN  |       |       | k-CN  |       |       |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         | AA    | AB    | AC    | BB    | BC    | AA    | AB    | BB    | AA    | AB    | BB    |
| 90 d 奶量 | 284.1 | 279.0 | 252.7 | 295.4 | 258.6 | 257.3 | 265.5 | 290.2 | 263.6 | 282.0 | 282.0 |
| 脂 肪     | 3.47  | 3.13  | 3.11  | 3.42  | 3.35  | 3.16  | 3.42  | 3.33  | 3.17  | 3.31  | 3.17  |
| 蛋 白     | 2.48  | 2.60  | 2.72  | 2.41  | 2.52  | 2.58  | 2.51  | 2.55  | 2.57  | 2.56  | 2.37  |
| 乳 糖     | 4.11  | 4.11  | 4.10  | 4.15  | 4.13  | 4.08  | 4.12  | 4.13  | 4.15  | 4.10  | 4.12  |
| 水 分     | 90.3  | 90.4  | 90.3  | 90.2  | 90.6  | 90.5  | 90.3  | 90.3  | 90.5  | 90.3  | 90.6  |
| 无脂固形物   | 6.25  | 6.45  | 6.56  | 6.36  | 6.01  | 6.34  | 6.25  | 6.40  | 6.31  | 6.39  | 6.27  |
| 总固形物    | 9.71  | 9.58  | 9.68  | 9.78  | 9.36  | 9.49  | 9.67  | 9.72  | 9.48  | 9.70  | 9.44  |

由表 2 可知,β-Lg BB 型奶山羊个体产奶性能指标优于其他类型,而以-C 型最差;α-CN 位点的 BB 型个体产奶量最高,AB 型次之;k-CN 位点的 AB 型个体产奶性能优于其他类型。

2.3 蛋白质多态型与 90 d 奶量和乳成分的关系分析

对乳蛋白多态型、羊场、胎次、泌乳阶段及其交互作用进行多因素方差分析后发现,α-CN、k-CN 的多态型对 90 d 奶量及乳成分没有显著影响作用(见表 3,表 4)( $P>0.05$ ),并且多态型与场别、胎次、泌乳阶段的交互作用也对 90 d 奶量及乳成分指标无显著影响( $P>0.05$ )。但是 β-Lg 多态型对 90 d 奶量的影响达显著水准( $P<0.05$ ),不同胎次对产奶性能指标的影响作用达极显著水平( $P<0.01$ )。交互作用分析发现,多态型与胎次、泌乳阶段的交互作用对 90 d 奶量有显著影响( $P<0.05$ )(表 5)。

表 3 k-CN 多态型和环境因素对产奶性能效应的方差分析(F 值)

| 变异来源     | 自由度 | 90d 奶量 | 脂 肪  | 蛋 白  | 乳 糖  | 水 分  | 无脂固形物 | 总固形物 |
|----------|-----|--------|------|------|------|------|-------|------|
| 羊 场      | 1   | 0.43   | 0.54 | 0.33 | 0.43 | 0.41 | 0.48  | 0.50 |
| 胎 次      | 3   | 0.38   | 0.30 | 0.22 | 0.18 | 0.17 | 0.16  | 0.20 |
| 泌乳阶段     | 1   | 1.61   | 0.17 | 0.25 | 0.41 | 0.41 | 0.69  | 0.48 |
| 多态型      | 2   | 0.84   | 0.44 | 0.08 | 0.18 | 0.18 | 0.19  | 0.26 |
| 多态型×羊场   | 2   | 0.68   | 0.35 | 0.52 | 0.54 | 0.57 | 0.63  | 0.53 |
| 多态型×胎次   | 3   | 0.28   | 0.29 | 0.31 | 0.31 | 0.32 | 0.26  | 0.26 |
| 多态型×泌乳阶段 | 2   | 1.00   | 0.65 | 0.29 | 0.49 | 0.57 | 0.45  | 0.51 |
| 误 差      | 6   |        |      |      |      |      |       |      |

表 4  $\alpha$ -CN 多态型和环境因素对产奶性能效应的方差分析( $F$  值)

| 变异来源              | 自由度 | 90d 奶量 | 脂肪   | 蛋白   | 乳糖   | 水分   | 无脂固形物 | 总固形物 |
|-------------------|-----|--------|------|------|------|------|-------|------|
| 羊场                | 1   | 0.06   | 0.15 | 0.10 | 0.07 | 0.06 | 0.09  | 0.11 |
| 胎次                | 3   | 0.18   | 0.10 | 0.02 | 0.07 | 0.07 | 0.03  | 0.04 |
| 泌乳阶段              | 1   | 0.01   | 1.54 | 0.88 | 0.69 | 0.61 | 0.42  | 0.68 |
| 多态型               | 2   | 0.02   | 0.41 | 0.44 | 0.25 | 0.28 | 0.22  | 0.25 |
| 多态型 $\times$ 羊场   | 2   | 0.14   | 0.39 | 0.24 | 0.33 | 0.27 | 0.25  | 0.28 |
| 多态型 $\times$ 胎次   | 3   | 0.69   | 1.05 | 0.78 | 0.81 | 0.81 | 0.83  | 0.89 |
| 多态型 $\times$ 泌乳阶段 | 2   | 1.23   | 1.28 | 0.49 | 0.85 | 0.82 | 0.61  | 0.78 |
| 误差                | 6   |        |      |      |      |      |       |      |

表 5  $\beta$ -Lg 多态型和环境因素对产奶性能效应的方差分析( $F$  值)

| 变异来源              | 自由度 | 90d 奶量  | 脂肪     | 蛋白     | 乳糖     | 水分     | 无脂固形物   | 总固形物   |
|-------------------|-----|---------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
| 羊场                | 1   | 3.67    | 2.87   | 2.93   | 2.31   | 2.48   | 3.02    | 2.98   |
| 胎次                | 3   | 17.37** | 8.36** | 8.69** | 9.19** | 9.81** | 10.25** | 9.67** |
| 泌乳阶段              | 1   | 0.59    | 2.89   | 2.72   | 2.19   | 2.55   | 2.01    | 2.34   |
| 多态型               | 3   | 6.56*   | 0.59   | 1.02   | 1.08   | 1.18   | 1.68    | 1.21   |
| 多态型 $\times$ 羊场   | 3   | 1.31    | 0.88   | 1.04   | 1.14   | 1.18   | 1.33    | 1.17   |
| 多态型 $\times$ 胎次   | 9   | 4.63*   | 1.16   | 1.42   | 1.49   | 1.65   | 1.67    | 1.43   |
| 多态型 $\times$ 泌乳阶段 | 3   | 4.53*   | 2.65   | 2.93   | 2.66   | 2.82   | 2.53    | 2.57   |
| 误差                | 9   |         |        |        |        |        |         |        |

\* 差异显著( $P<0.05$ ); \*\* 差异极显著( $P<0.01$ )

3 讨 论

3.1 多态性

据报道, $\beta$ -CN 在电泳时可分离出两个酪蛋白变异体  $\beta$ -CN I 和  $\beta$ -CN II<sup>[10]</sup>。本实验中, $\beta$ -CN 均为杂合型,并未出现其他变异型个体,可能由于样本含量较小,长期选择导致该位点基因纯合或者山羊品种间的遗传差异而造成,有待进一步探索。实验中  $\beta$ -CN 出现两种变异体,而没有  $\alpha$ <sub>s1</sub> 和  $\alpha$ <sub>s2</sub>-CN 的分离,这与文献报道一致。和牛乳蛋白质电泳结果相比,羊乳蛋白的多态型少于牛乳,羊乳中  $\alpha$ <sub>s</sub>-CN 的含量也较低<sup>[3]</sup>。

3.2 多态型与数量性状

标记基因与生产性能一类经济数量性状的关系主要由基因多效性和连锁机制等决定,各标记基因的多态型对生产性能的影响受多种因素的限制,因而所表现出来的效应较小<sup>[5]</sup>,从理论上讲,以遗传标记选择来提高数量性状育种值是有限的<sup>[3]</sup>。本实验中  $\alpha$ -CN、 $k$ -CN 位点的结果证实了这一观点, $\beta$ -Lg 位点的多态型对产奶性能的影响作用显著,可能是由于控制该蛋白质的遗传基因位点与和产奶性能有关的基因位点紧密连锁所致,因此通过  $\beta$ -Lg 的多态型选择可以提高产奶性能。其机理尚需利用分子遗传学等理论作进一步的探讨。

4 结 论

1)西农萨能奶山羊乳中  $\alpha$ -CN、 $k$ -CN 和  $\beta$ -Lg 都有多态性。

2)  $\beta$ -Lg BB 型、 $\alpha$ -CN BB 或 k-CN AB 型奶山羊个体,其 90d 产奶量及乳成分含量高于其他的多态型个体。

3)  $\beta$ -Lg 多态型对产奶量有显著影响作用。

致谢:本实验承蒙詹铁生副教授帮助,谨致谢意。

### 参 考 文 献

- 1 佐佐木清刚著,李世安译.家畜血型及其应用.上海:上海科学技术出版社,1982
- 2 张才骏.牛  $\beta$ -乳球蛋白多态性及其在家畜育种中的应用.国外畜牧学——草食家畜,1987,(3):3~4
- 3 巨智勇.国外有关牛乳蛋白的研究.国外畜牧学——草食家畜,1988,(1):30~33
- 4 董德宽.电泳法在畜牧兽医科技中的若干应用.国外畜牧学——草食家畜,1987,(1):41~45
- 5 张才骏.生物学标记在育种中的应用.国外畜牧学——草食家畜,1985,(3):36~39
- 6 Aschaffenburg R, Marian J. Simultaneous phenotyping procedure for the principal proteins of cow's milk. J. Dairy Sci, 1965, 48: 1542
- 7 莽克强著.聚丙烯酰胺凝胶电泳.北京:科学出版社,1975
- 8 Kiddy C A. Genetic polymorphism in caseins of the cow's milk J. Dairy Sci, 1964, 47: 378
- 9 Michalak W. Ammulous electrophoretic pattern of milk protein. J. Dairy Sci, 1967, 50: 1319
- 10 Ng-Kwai-Hang K F, Hayes J F. Association of genetic variants of Casein and milk serum proteins with milk fat and protein production by dairy cattle. J. Dairy Sci, 1984, 67: 835~840

## The Relationship of Polymorphism of Goat Milk Protein with Dairy Performance

Luo Jun Li Jianwen Liu Zhukui

(The Department of Animal Science, Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi 712100)

**Abstract** Milk samples from 225 Xinong Saanen dairy goats were analysed in this study using vertical polyacrylamide — gelelectrophoresis in contiunous buffer system. The polymorphism of milk protein and its relationships with milk production and milk composition was statistically analysed for the first time in China. The results showed that the genotype of  $\alpha$ -CN and k-CN do not have much effect on the dairy performance, but that of  $\beta$ -Lg has the significant influence on milk production. Statistical analysis also indicated that the individual goat with the genotype of  $\beta$ -Lg BB,  $\alpha$ -CN BB or k-CN AA demonstrated the better dairy production performance.

**Key Words** Electrophoresis, Polymorphism, Goat milk, Milk production performance