

DOI: 10.3724/SP.J.1005.2008.00169

## *LALBA* 基因 SNP 与内蒙古白绒山羊经济性状的关联

蓝贤勇<sup>1</sup>, 陈宏<sup>1,2</sup>, 田智泉<sup>1,3</sup>, 刘少卿<sup>4</sup>, 张永斌<sup>4</sup>, 王昕<sup>1</sup>, 房兴堂<sup>2</sup>

1. 西北农林科技大学动物科技学院, 陕西省农业分子生物学重点实验室, 杨凌 712100;
2. 徐州师范大学细胞与分子生物学研究所, 徐州 221166;
3. 扬州大学动物科学与技术学院, 扬州 225009;
4. 内蒙古鄂托克旗内蒙古阿尔巴白绒山羊种羊场 (三北羊场), 鄂尔多斯 016100

**摘要:** 利用 PCR-SSCP 和 DNA 测序技术检测 452 份内蒙古白绒山羊  $\alpha$ -乳白蛋白(*LALBA*)基因单核苷酸多态性(SNP), 并分析 SNP 与产绒量、绒厚、绒长和体重性状的关联。结果表明, 仅 P2 引物位点存在 SSCP 多态, 其外显子 3 区域存在 1 个突变位点: M63868:g.1897T>C。内蒙古白绒山羊群体 *LALBA* 基因 M63868:g.1897 位点以 *TT* 型为主, *T* 等位基因频率为 0.983, 且处于 Hardy-Weinberg 平衡状态( $P>0.05$ )。方差分析表明, *LALBA* 基因 M63868:g.1897 位点多态仅与产绒量存在显著相关( $P=0.017$ ); 1897 位点 *TC* 基因型个体产绒量比 *TT* 基因型个体多产绒 142.68 g, 高 26.21%, 且差异显著( $P<0.05$ )。因此, *TC* 基因型可作为山羊产绒性状标记辅助选择的有效 DNA 标记。

**关键词:** 山羊;  $\alpha$ -乳白蛋白 (*LALBA*) 基因; 单核苷酸多态性(SNP); 经济性状; 关联

## Correlations between SNP of *LALBA* gene and economic traits in Inner Mongolian white cashmere goat

LAN Xian-Yong<sup>1</sup>, CHEN Hong<sup>1,2</sup>, TIAN Zhi-Quan<sup>1,3</sup>, LIU Shao-Qing<sup>4</sup>,  
ZHANG Yong-Bin<sup>4</sup>, WANG Xin<sup>1</sup>, FANG Xing-Tang<sup>2</sup>

1. College of Animal Science and Technology, Northwest A & F University, Shaanxi Key Laboratory of Molecular Biology for Agriculture, Yangling 712100, China;
2. Institute of Cellular and Molecular Biology, College of Life Science, Xuzhou Normal University, Xuzhou 221116, China;
3. College of Animal Science and Technology, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China;
4. Inner Mongolia White Cashmere Goat Breeding Farm, E'erdusi 016100, China

**Abstract:** PCR-SSCP and DNA sequencing methods were conducted to detect single nucleotide polymorphism of  $\alpha$ -lactalbumin (*LALBA*) gene in 452 Inner Mongolian white cashmere goats (IMWC). Correlations between SNP of goat *LALBA* gene and economic traits, e.g., cashmere yield, cashmere thickness, length and weight, were analyzed. The SSCP in P2 primer locus, which was caused by the point mutation M63868:g.1897T>C in the exon 3 of *LALBA* gene was detected. At this locus, the genotype *TT* and allele *T* were predominant in the IMWC population, which agreed with Hardy-Weinberg equilibrium. Moreover, there was a significant correlation between polymorphism of goat M63868:g.1897 locus and cash-

收稿日期: 2007-08-07; 修回日期: 2007-10-28

基金项目: 国家高技术研究发展计划项目(863 计划)(编号: 2006AA10Z197)、西北农林科技大学拔尖人才基金和西北农林科技大学博士启动基金(西北农林科技大学人才基金)、陕西省自然科学基金(编号: 14210153)、西北农林科技大学青年教师骨干项目(编号: 01140307)资助 [Supported by the Chinese National Programs for High Technology Research and Development (863 Program) (No. 2006AA10Z197), Sustaining Program for Topnotch Persons of Northwest A&F University and Doctoral program for Northwest A&F University (Talent Foundation of Northwest A&F University), National Science Fund of Shaanxi Province (No.14210153) and Project of Northwest A&F University (No.01140307)]

作者简介: 蓝贤勇(1979-), 男, 江西南康人, 博士, 讲师, 研究方向: 分子生物技术与动物遗传育种。E-mail: lan342@163.com

通讯作者: 陈宏(1955-), 男, 陕西西安人, 教授, 博士生导师, 研究方向: 分子生物技术与动物遗传育种。E-mail: chenhong1212@263.net

mere yield of IMWC ( $P=0.017$ ). The individuals with genotype *TC* had more cashmere yield than those with geontype *TT*. Hence, genotype *TC* of *LALBA* gene can be used as a molecular marker for breeding superior cashmere yield in goat marker-assisted selection.

**Keywords:** goat; alpha-lactalbumin (*LALBA*) gene; single nucleotide polymorphism (SNP); economic traits; correlations

作为两种重要乳清蛋白之一， $\alpha$ -乳白蛋白( $\alpha$ -LA, *LALBA*)与乳清蛋白及其相关产品的营养价值和功能特性紧密相关，如：胶凝作用、形成胶膜、乳化功能<sup>[1~4]</sup>。山羊*LALBA*转录本定位在 5 号染色体上，包括 4 个外显子和 3 个内含子，开放读码框(ORF)为 372 bp，编码 123 个氨基酸<sup>[5,6]</sup>。

内蒙古白绒山羊(Inner Mongolia white cashmere goat, IMWC)是经长期自然选择和人工选育后形成的我国地方良种，是世界一流的绒、肉兼用型品种。该品种以“绒细、产绒量高、产肉性能好、肉质细嫩、遗传性能稳定、抗逆性强”以及改良绒山羊品种效果显著著称，被列入我国首批动物遗传资源保护名录，属一级保护品种。该品种主产于内蒙古自治区，可分为 3 种类型：阿尔巴斯型、二狼山型和阿拉善型<sup>[7]</sup>。

目前，国外关于山羊*LALBA*基因SNP检测的研究报道很少，仅见Cosenza等<sup>[5]</sup>和Lan等<sup>[6]</sup>有报道；而且，国内山羊*LALBA*基因SNP及其与经济性状的相关研究尚未见报道。为此，本试验利用PCR-SSCP和DNA测序技术研究内蒙古白绒山羊*LALBA*基因SNP与经济性状的关系，为经济性状的高效选育和品种分子设计提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 实验动物和基因组 DNA 的分离

452 份内蒙古白绒山羊(IMWC)耳组织样和血样采自内蒙古自治区鄂尔多斯市鄂托克旗内蒙古白绒山羊种羊场，为典型群随机采样方式收集，年龄在

2~7 岁之间，以 3~6 岁居多；耳组织样在 70%乙醇保存，血样利用 ACD 抗凝保存，冰盒低温带回实验室；内蒙古白绒山羊原始资料由种羊场提供，其中 1992~2006 年完整生产资料如下：1~6 周龄体重、1~6 周龄产绒量、1~6 周龄绒长、1~6 周龄绒厚。基因组 DNA 的分离参照苯酚-氯仿法。

1.2 PCR 引物及条件

按照Lan等<sup>[6]</sup>的研究报道，由上海生工合成P1、P2、P3 引物，具体信息见表 1。25.0  $\mu$ L PCR体系包括：2.5  $\mu$ L 10 $\times$ buffer, 2.0  $\mu$ L  $Mg^{2+}$  (20.0 mmol/L), 0.5  $\mu$ L dNTPs(10 mmol/L), 0.3  $\mu$ L上游引物(10 pmol/ $\mu$ L), 0.3  $\mu$ L下游引物(10 pmol/ $\mu$ L), 0.15  $\mu$ L *Taq* DNA聚合酶(5 U/ $\mu$ L), 1.0  $\mu$ L模板DNA(50.0 ng/ $\mu$ L), 18.25  $\mu$ L 灭菌双蒸水；PCR程序：95 $^{\circ}$ C预变性 5 min，然后 33 个循环(94 $^{\circ}$ C变性 30 s，复性 30 s，72 $^{\circ}$ C延伸 30 s)，最后 72 $^{\circ}$ C延伸 10 min，4  $^{\circ}$ C保存。

1.3 PCR-SSCP 及序列分析

PCR-SSCP：取 5  $\mu$ L PCR产物于一灭菌离心管中，加等体积变性上样缓冲液(98%甲酰胺, 0.025%溴酚蓝, 0.025%二甲苯青, 10 mmol/L EDTA[pH 8.0])混合，封好离心管；然后，98 $^{\circ}$ C变性 10 min后立即冰浴 5 min以上，上样于 10% PAGE中，4 $^{\circ}$ C，180 V电泳 2~2.5 h (利用小型Bio-Rad电泳仪)；电泳后先用蒸馏水洗 1~2次，0.1%  $AgNO_3$ 染色 15 min，然后利用 2.0% NaOH(含 2.0%甲醛)显色，直至条带清晰为止；照像并分析SSCP带型<sup>[8]</sup>。

表 1 内蒙古白绒山羊 *LALBA* 基因的引物序列及相关信息  
Table 1 Primer sequences and their information of *LALBA* gene in Inner Mongolian white cashmere goat

名称 Names	引物序列 Sequences (5' 3')	复性温度 $T_m(^{\circ}C)$	大小 Sizes(bp)	备注 Notes
P1	F: CCCTGAGGCTTTTCCAC R: TGGAGGGAAAGAGTGAAGA	60.0	268	外显子1及其侧翼区 Exon 1 and its flanking region
P2	F: TCATCTAAAAGGCAACAGGTA R: ATAGTGCTGGGGCGAAA	58.5	268	外显子3及其侧翼区 Exon 3 and its flanking region
P3	F: TGAACACCTGCTGTCTTTGC R: CATCCCTAGAGATTAGTCCTTAC	56.0	165	外显子4及3'UTR Exon 4 and 3'UTR

由于仅有 P2 引物具有 SSCP 多态性, 为此, 对有多态类型的 PCR 产物进行双向测序。最后, 利用在线软件 [www.ebi.ac.uk/clustalw](http://www.ebi.ac.uk/clustalw) 和多序列比对软件 Mega(2.0)、BioXM(2.0)进行序列分析。

1.4 统计分析

运用 SPSS(13.0)软件对数据进行分析, 对各基因型间生产性状指标进行差异显著性检验。由于数据的初步分析显示: 场效应对母羊生产性状无显著影响, 故采用如下固定线性模型进行统计分析:

$$Y_{ijk} = \mu + \text{Age}_i + \text{Genotype}_j + \text{Age}_i \times \text{Genotype}_j + e_{ijk}$$

其中,  $Y_{ijk}$  为个体表型的记录值,  $\mu$  为群体平均值,  $\text{Age}_i$  为种群效应,  $\text{Genotype}_j$  为标记基因型效应,  $\text{Age}_i \times \text{Genotype}_j$  为年龄与基因型的互作效应,  $e_{ijk}$  为随机误差。

2 结果与分析

2.1 PCR 和 PCR-SSCP 分析

P1、P2 和 P3 引物的 PCR 产物大小分别为 268

bp、268 bp 和 165 bp, 与理论一致(图 1a, 图 1b, 图 1c)。P1 和 P3 的 PCR 片段 SSCP 分析未见多态性, 而 P2 引物 PCR 片段则表现多态性, 分为野生型(Wild type, W)和突变型(Mutation type, M)(图 2a, 图 2b, 图 2c)。

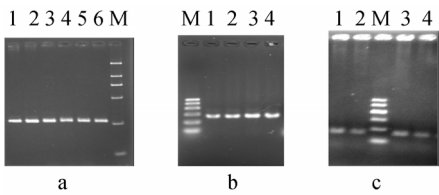


图 1 内蒙古白绒山羊 *LALBA* 基因 3 位点的 PCR 结果  
a: P1 位点的 PCR 结果(其中, 泳道 1~6: 268 bp PCR 产物, M=DL2000); b: P2 位点的 PCR 结果(其中, M=Marker I, 泳道 1~4: 268 bp PCR 产物); c: P3 位点的 PCR 结果(泳道 1~4: 165 bp PCR 产物; M=Marker I)。

Fig.1 The PCR products of 3 loci of *LALBA* gene in Inner Mongolia white cashmere goat  
a: PCR products of P1 primer (Lanes 1 to 6: 268 bp PCR fragments; M=DL2000); b: PCR products of P2 primer (M=Marker I; Lanes 1~4: 268 bp PCR fragments); c: PCR products of P3 primer (Lanes 1~4: 165 bp PCR fragments; M: Marker I).

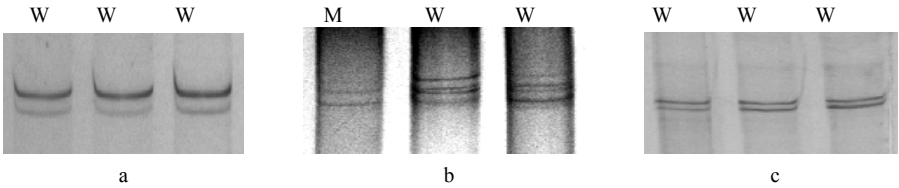


图2 内蒙古白绒山羊 *LALBA* 基因 P1、P2、P3 引物的 PCR-SSCP 电泳结果  
a: P1 引物的 SSCP 结果(泳道 1~3: 野生型, 即 W 型); b: P2 引物的 SSCP 结果(泳道 1: 突变 M 型; 泳道 2, 3: 野生 W 型); c: P3 引物的 SSCP 结果(泳道 1~3: 野生 W 型)。

Fig.2 PCR-SSCP electrophoresis of PCR products at P1, P2 and P3 loci of goat *LALBA* gene in Inner Mongolia white cashmere goat  
a: PCR-SSCP electrophoresis of P1 primer (Lane 1~3: Wild type); b: PCR-SSCP electrophoresis of P2 primer (Lane 1: Mutation type; Lane 2,3 : Wild type) ; c: PCR-SSCP electrophoresis of P3 primer (Lane 1~3: Wild type).

<i>LALBA</i> _M63868	1769	TCATCTAAAAGGCAACAGGTATAAGCCTCTAG	1800
<i>LALBA</i> _1897T	1	-----	32
<i>LALBA</i> _1897C	1	-----	32
<i>LALBA</i> _M63868		TTCAGAGAAAACCAGAGAAGAGGGAAATTCATTACCTTCTGGGTAATACTTAGCTCTCT	1860
<i>LALBA</i> _1897T		-----	92
<i>LALBA</i> _1897C		-----	92
<i>LALBA</i> _M63868		CATTTTTTCCCACCTGTAACCTCTGCCAGAGTCCGCGATGATGATCTTACTGATGACA	1920
<i>LALBA</i> _1897T		-----T-----	152
<i>LALBA</i> _1897C		-----C-----	152
<i>LALBA</i> _M63868		TTGTGTGTGCCAAGAAGATTCTGGATAAAGTAGGAATTAATACTACTGGTGAGTCACCTCTC	1980
<i>LALBA</i> _1897T		-----	212
<i>LALBA</i> _1897C		-----	212
<i>LALBA</i> _M63868		TATTTTTCACCTAATCTTTCCCTCTTTCTTCTCAGTCCTTTCGCCCCAGCACTAT	2040
<i>LALBA</i> _1897T		-----	268
<i>LALBA</i> _1897C		-----	268

图3 P2引物扩增区(*LALBA*基因第3外显子区)序列比对分析  
Fig. 3 Sequencing blastn analysis of exon 3 (P2 primer) in goat *LALBA* gene

## 2.2 DNA 测序结果及序列分析

在 SSCP 分析基础上, 随机挑选不同的 W 和 M 型个体测序。以山羊 M63868 为对照, 利用 [www.ebi.ac.uk/clustalw](http://www.ebi.ac.uk/clustalw) 分析发现: 外显子 3 区域存在 1 个突变位点: M63868:g.1897T>C, 导致 LALBA 蛋白的 100 个氨基酸发生 p.L100P(图 3)。

## 2.3 M63868:g.1897 位点 SNP 频率分析

由表 2 可知, 内蒙古白绒山羊群体 *LALBA* 基因 M63868:g.1897 位点以 *TT* 型为主, *T* 等位基因频率为

0.983, 且处于 Hardy-Weinberg 平衡状态( $\chi^2 = 0.132$ ,  $df=1$ ,  $P>0.05$ )。

## 2.4 *LALBA* 基因 M63868:g.1897 位点 SNP 与内蒙古白绒山羊经济性状的关系

方差分析表明(表 3), *LALBA* 基因 M63868:g.1897 位点多态仅与产绒量存在显著相关( $P=0.017$ )。进一步分析显示, 1897 位点 *TC* 基因型个体产绒量比 *TT* 基因型个体多产绒 142.68 g, 高 26.21%, 且差异极显著( $P<0.05$ )(表 4)。

表 2 内蒙古白绒山羊 *LALBA* 基因第 1897 位点基因型频率和基因频率分布

Table 2 Genotype distribution and allelic frequencies at *LALBA* gene No. 1897 locus in Inner Mongolia white cashmere goat

品种 Breed	1897位点基因型 Genotypes at 1897 locus			1897位点等位基因频率 Allelic frequencies at 1897 locus		
	<i>TT</i>	<i>TC</i>	总计 Total	1897T	1897C	$\chi^2$ (HWE)*
内蒙古白绒山羊 IMWC	437	15	452	0.983	0.017	0.132

注: HWE: Hardy-Weinberg平衡状态。

Note: HWE: Hardy-Weinberg equilibrium.

表 3 *LALBA* 基因 1897 位点与产绒性状之间的方差分析

Table 3 ANOVA analysis between No. 1897 locus of *LALBA* gene and cashmere traits

性状 Traits	变异来源 S.V.	校正方差 TypeIII SS	自由度 <i>df</i>	均方 MS	<i>F</i> 值 <i>F</i> value	<i>P</i> 值 <i>P</i> value
产绒量 Cashmere yield	总变异 Total S.V.	194980.51	6	32496.75	3.353**	0.004**
	年龄 Age	36795.69	3	12265.23	1.266	0.290
	基因型 Genotype	57200.10	1	57200.10	5.902*	0.017*
	年龄×基因型 A×G	31045.85	2	15522.93	1.602	0.206
绒厚 Cashmere thickness	总变异 Total S.V.	6.809	6	1.135	1.295	0.265
	年龄 Age	4.105	3	1.368	1.562	0.203
	基因型 Genotype	2.329	1	2.329	2.658	0.106
	年龄×基因型 A×G	2.801	2	1.401	1.599	0.207
绒长 Cashmere length	总变异 Total S.V.	76.578	6	12.763	0.961	0.455
	年龄 Age	41.946	3	13.982	1.053	0.372
	基因型 Genotype	8.963	1	8.963	0.675	0.413
	年龄×基因型 A×G	1.354	2	0.677	0.051	0.950
体重 Weight	总变异 Total S.V.	869.336	6	144.889	8.896**	0.000**
	年龄 Age	169.750	3	56.583	3.474*	0.018*
	基因型 Genotype	42.183	1	42.183	2.590	0.110
	年龄×基因型 A×G	5.623	2	2.811	0.173	0.842

\*:  $P<0.15$ ; \*\*:  $P<0.01$ .

表 4 *LALBA* 基因 1897 位点不同型对产绒性状的效应分析

Table 4 Effect analysis of different genotypes of *LALBA* gene on cashmere yield

性状 Trait	1897TT (mean±SE) (n = 437)	1897TC (mean±SE) (n = 15)	<i>P</i> 值 <i>P</i> value
产绒量 Cashmere yield	544.32 <sup>a</sup> ±4.82	687.00 <sup>b</sup> ±31.59	* $P<0.05$

### 3 讨论

#### 3.1 *LALBA* 基因多态性分析

乳蛋白是最富营养价值的功能蛋白,主要有两类:乳清蛋白和酪蛋白。其中,乳清蛋白包括 $\alpha$ -乳白蛋白(*LALBA*)和 $\beta$ -乳球蛋白( $\beta$ -lg),酪蛋白主要包括 $\kappa$ -酪蛋白(*CSN1S1*)、 $\kappa$ -酪蛋白(*CSN1S2*)、

酪蛋白(*CSN2*)和 $\beta$ -酪蛋白(*CSN3*)。因乳蛋白在新生幼仔的幼儿发育阶段具有很重要的作用,成为当今国内外研究的热点之一。目前关于山羊*LALBA*基因遗传变异的研究报道极少。Cosenz等<sup>[5]</sup>在意大利3个山羊群体中检测到3个突变位点,分别位于第1内含子、第3外显子和3'UTR区域。因此,本试验以内蒙古白绒山羊为材料,设计3对引物,利用PCR-SSCP和DNA测序技术分别检测以上突变区域。

本研究结果表明,仅发现*LALBA*基因第3外显子区域存在SSCP多态性(即M和W型)。DNA测序和序列比对结果显示,第3外显子存在M63868:g.1897T>C突变,导致*LALBA*蛋白第100个氨基酸发生改变(p.L100P)。Lan等<sup>[8]</sup>揭示,中国9个山羊群体该位点基因杂合度、有效等位基因数、*PIC*值变化范围分别是:0.000~0.0472, 1.000~1.0496, 0.000~0.0461,均低于意大利群体。由于*PIC*值小于0.25,所以中国山羊群体该位点处于低度多态,提示中国山羊群体*LALBA*基因位点多态性贫乏;而意大利3个群体中有2个群体处于中度多态,提示多态性比较丰富。因此, Lan等<sup>[8]</sup>推测*LALBA*基因位点的贫乏多态性是中国山羊群体的特性之一。在本研究中,设计3对引物仅发现1对存在多态性的事实,也佐证了这一结论。为此,作者建议应该加强中国山羊群体*LALBA*基因位点多态性的保护工作。

#### 3.2 *LALBA* 基因多态与生产性状的关系

目前,关于牛、羊乳蛋白基因多态性与生产性状的相关性研究报道较多:*CSN3*基因与奶牛产奶性能显著相关<sup>[13]</sup>,*CSN1S1*基因与牛高乳脂率、百日产乳量、初乳量、乳蛋白量、*CSN1S1*含量、主要凝乳酶流动力学特性等显著相关<sup>[10]</sup>,*CSN2*基因与钙溶解作用、产乳量、乳脂率、乳蛋白量等显著关联<sup>[11]</sup>, $\beta$ -lg基因与牛、羊酪蛋白含量及总乳酪蛋白量、乳脂率、产乳量、乳蛋白量和脂肪含量等显著相关<sup>[12]</sup>; *CSN1S2*和*CSN3*基因对西农萨能奶山羊产羔数有显著影响<sup>[8]</sup>,山羊*CSN1S2-Alw26I*基因座与西农萨

能奶山羊初生重和体高显著关联,*CSN3-Hind*基因座与初生重存在显著关联,*CSN3-TaqI*基因座与初生重等存在显著或极显著相关。这些结果提示,乳蛋白基因可能对奶山羊的泌乳、繁殖和生长发育等生产性状有重要作用。

然而,而关于绒山羊乳蛋白基因多态及其与生长性状关联的研究,在国内仅见纪英卓等报道。纪英卓等<sup>[13]</sup>以辽宁绒山羊和内蒙古绒山羊为实验动物,采用PCR-RFLP技术对 $\beta$ -酪蛋白基因(*CSN3*)的*Taq*酶切多态性进行分析,发现辽宁绒山羊和内蒙古绒山羊2个山羊群体中均存在*CSN3*基因*Taq*酶切位点的多态性,且均有A和B等位基因;而且,*CSN3*基因*Taq*酶切位点的基因型分布在辽宁绒山羊群体中极显著偏离Hardy-Weinberg平衡状态( $P < 0.01$ ),在内蒙古绒山羊群体中符合Hardy-Weinberg平衡状态( $P > 0.05$ ),但在辽宁绒山羊与内蒙古绒山羊2个群体间存在极显著( $P < 0.01$ )差异。为此,本研究内蒙古白绒山羊*LALBA*基因多态与生产性状的关联。

在本研究中,尽管*LALBA*基因位点多态性比较贫乏,但因内蒙古白绒山羊样本量较大,故对其进行分析。相关分析结果揭示,*LALBA*基因多态仅与产绒量存在显著相关,且突变基因型(*TC*)具有较高的产绒量,提示C等位基因对产绒量有正向遗传效应。据推测,*LALBA*对产绒性状具有显著影响,可能与乳蛋白的重要营养作用有密切联系,因为*LALBA*是一种具有重要营养价值的蛋白,能为动物生长发育提供良好的营养状态,从而为产绒性状相关基因的时空表达提供理想的内环境。当然,也可能*LALBA*基因与影响产绒性状的重要功能基因连锁。鉴于山羊*LALBA*基因1897位点*TC*基因型个体产绒量比*TT*基因型个体多产绒142.68 g,高26.21%,因此,建议将*TC*基因型作为山羊产绒性状标记辅助选择的有效DNA标记。

#### 参考文献(References):

- [1] Moiola B, Andrea MD, Pilla F. Candidate genes affecting sheep and goat milk quality. *Small Ruminant Research*, 2007, 68 (1-2): 179-192. [\[DOI\]](#)
- [2] Dereck EWC, Geoffrey S, Peter R, André B. Bioactivity of  $\beta$ -lactoglobulin and  $\alpha$ -lactalbumin—Technological implications for processing. *International Dairy Journal*, 2006, 16 (11): 1229-1240. [\[DOI\]](#)
- [3] Moatsou G, Hatzinaki A, Samolada M, Anifantakis E.

- Major whey proteins in ovine and caprine acid wheys from indigenous greek breeds. *International Dairy Journal*, 2005, 15(2): 123–131. [\[DOI\]](#)
- [4] Winyoo C, Shannon LK, Jennifer FN, Stephen Y, Charles FK, Joan GJ, Anne MD, Eric LL, Bo L. Detection of a single nucleotide polymorphism in the human  $\alpha$ -lactalbumin gene: implications for human milk proteins. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 2005, 16(5): 272–278. [\[DOI\]](#)
- [5] Cosenza G, Gallo D, Illario R, di Gregorio P, Senese C, Ferrara L, Ramunno L. A Mval PCR-RFLP detecting a silent allele at the goat alpha-lactalbumin locus. *J Dairy Res*, 2003, 70: 355–357. [\[DOI\]](#)
- [6] Lan XY, Pan CY, Chen H, Zhang CL, Zhang AL, Zhang L, Li JY, Lei CZ. An *MspI* PCR-RFLP detecting a single nucleotide polymorphism at alpha-lactalbumin gene in goat. *Czech J Anim Sci*, 2007, 52: 138–142.
- [7] LI Jin-Quan, WANG Feng, YIN Jun, LIU Shao-Qing, ZHANG Yong-Bin, ZHAO Cong-Fa, WULAN Bateer. Study on genetic parameters for several quantitative traits of Inner Mongolia cashmere goats. *Hereditas (Beijing)*, 2001, 25 (3): 211–216.  
李金泉, 王峰, 尹俊, 刘少卿, 张永斌, 赵从发, 乌兰巴特尔. 内蒙古白绒山羊若干数量性状遗传参数的研究. *遗传*, 2001, 25(3): 211–216.
- [8] LAN Xian-Yong. Genetic analysis of key function genes and their associations with economic traits in goats [Dissertation]. Northwest A&F University, 2007.  
蓝贤勇. 山羊重要功能基因遗传分析及其与经济性状的关系[学位论文]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学博士, 2007.
- [9] Prinzenberg E, Brandt H, Bennewitz J, Kalm E, Erhardt G. Allele frequencies for SNPs in the  $\alpha_{S1}$ -casein gene (*CSN1S1*) 5' flanking region in European cattle and association with economic traits in German Holstein. *Livestock Production Science*, 2005, 98: 155–160. [\[DOI\]](#)
- [10] Kuss AW, Gogol J, Bartenschlager H, Geldermann H. Polymorphic AP-1 binding site in bovine *CSN1S1* shows quantitative differences in protein binding associated with milk protein expression. *J Dairy Sci*, 2005, 88(6): 2246–2252.
- [11] Ikonen T, Bovenhuis H, Ojala M, Ruottinen O, Georges M. Association between casein haplotypes and first lactation milk production traits in Finnish Ayrshire cows. *J Dairy Sci*, 2001, 84: 507–514.
- [12] Kuss AW, Gogol J, Geidermann H. Associations of a polymorphic AP-2 binding site in the 5'-flanking region of the bovine beta-lactoglobulin gene with milk proteins. *J Dairy Sci*, 2003, 86(6): 2213–2218.
- [13] JI Ying-Zhuo, BAI Wen-Lin, ZHANG Shi-Wei, LUO Guang-Bin, SONG Xian-Chen. Genetic Polymorphism Analysis of  $\kappa$ -casein gene between Liaoning cashmere goats and Inner Mongolian cashmere goats. *Journal of Chinese Husbandry*, 2007, 43(7): 4–6.  
纪英卓, 白文林, 张世伟, 罗光彬, 宋先忱. 辽宁绒山羊和内蒙古绒山羊 *CSN3* 基因遗传多态性的比较分析. *中国畜牧杂志*, 2007, 43 (7): 4–6.

## 科学出版社科学出版中心生命科学分社新书推介 2008-01

### RNA 世界

[美] 雷蒙德·F.格斯特兰德 托马斯·R.切赫 约翰·F.阿特金斯 主编 郑晓飞 主译  
978-7-03-020060-0 ¥ 85.00 2008 年 1 月 11 日出版

本书根据美国冷泉港实验室出版社出版的《RNA 世界》第三版译出。本书系统地介绍了 RNA 在生命起源中的作用和 RNA 功能, 是国际上 RNA 领域最权威的专业书籍。内容涵盖了 RNA 的起源、核酶、核糖体、剪接体、核糖开关、RNA-蛋白质复合物、snRNP、snoRNP、端粒酶 RNA、RNA 编辑、RNAi、microRNA、非编码 RNA、RNA 二级结构预测和 RNA 动力学研究等。全书具有系统性和权威性。同时, 为方便读者阅读使用, 本书还附有英汉术语对照和索引。

本书可供分子生物学、生物化学、细胞生物学、分子遗传学、微生物学、生物技术、医药卫生, 以及农、林、牧等生命科学领域相关科研、教学、技术人员, 研究生和高年级本科生参考使用。

欢迎各界人士邮购科学出版社各类图书(免邮费)

邮购地址: 北京东黄城根北街 16 号 科学出版社 科学出版中心 生命科学分社  
邮编: 100717 联系人: 阮芯 联系电话: 010-64034622(带传真)  
更多精彩图书请登陆网站<http://www.lifescience.com.cn>, 欢迎致电索要书目