

网络出版时间:2013-06-20 15:47

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20130620.1547.015.html>

无角陶赛特绵羊 18 号染色体微卫星标记与 早期生长发育的关系

杨 丹¹, 牛志刚², 史洪才², 尹启宝³, 木合塔尔⁴

(1 新疆石河子大学 动物科技学院, 新疆 石河子 832000;

2 新疆畜牧科学院 农业部草食家畜遗传育种与繁殖重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830000;

3 新疆玛纳斯县动物疾病预防控制中心, 新疆 玛纳斯 832200;

4 新疆玛纳斯新澳畜牧有限责任公司, 新疆 玛纳斯 832200)

【摘 要】【目的】分析无角陶赛特绵羊群体的 UMP、MNS19A、CSSM18、BDKRB、MULGE6、MULGE5 等 6 个微卫星基因座的基因多态性,并研究这 6 个微卫星标记多态性对无角陶赛特绵羊早期生长发育的影响。【方法】采集新疆玛纳斯新澳畜牧有限责任公司种羊场 163 只无角陶赛特绵羊羔羊血液,利用微卫星分型方法分析 6 个微卫星标记在无角陶赛特绵羊群体中的遗传多态性,利用固定效应模型最大限度地消除或减少非遗传因素对早期生长发育的影响,然后选择基因效应显著影响的生产性状,用最小二乘法分析基因多态性与早期生长发育性状的相关性。【结果】微卫星标记 UMP、MNS19A、CSSM18、BDKRB、MULGE6、MULGE5 的等位基因数分别为 3,4,4,5,5,8;平均多态信息含量为 0.655,平均遗传杂合度为 0.698,这 6 个微卫星标记在该研究群体均表现中度或者高度多态,且具有比较丰富的遗传多样性。固定效应模型分析结果显示:微卫星标记 CSSM18 显著影响无角陶赛特绵羊初生体质量($P<0.05$);微卫星标记 MNS19A 显著影响无角陶赛特绵羊初生体质量($P<0.05$),极显著影响 2 月龄胸围($P<0.01$);微卫星标记 BDKRB 极显著影响无角陶赛特绵羊初生体质量、2 月龄胸围、3 月龄体质量($P<0.01$),显著影响 3 月龄臀宽($P<0.05$)。分析比较这 3 个微卫星基因座不同基因型个体间的平均生产性能,结果显示微卫星标记 MNS19A 和 BDKRB 不同基因型间的平均生产性能差异显著($P<0.05$)。【结论】微卫星标记 MNS19A 和 BDKRB 可以作为无角陶赛特绵羊相应生长性状的分子筛选标记。

【关键词】 无角陶赛特绵羊;微卫星标记;基因型;生长发育

【中图分类号】 S813.3

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2013)07-0008-07

Associations of microsatellite DNA markers on chromosome 18 with early growth traits of Poll Dorset sheep

YANG Dan¹, NIU Zhi-gang², SHI Hong-cai², YIN Qi-bao³, Muhetaer⁴

(1 College of Animal Science and Technology, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000, China;

2 Key Laboratory of Genetic Breeding and Reproduction of Grass Feeding Livestock, MOA, Urumqi, Xinjiang 830000, China;

3 The Animal Disease Control and Prevention Center of Xinjiang Manasi, Manasi, Xinjiang 832200, China;

4 Xinjiang Manasi New Australian Animal Husbandry Co., Ltd., Manasi, Xinjiang 832200, China)

Abstract: 【Objective】The aim of this study was to investigate the effects of polymorphisms of microsatellite DNA markers on chromosome 18 on early growth traits of Poll Dorset sheep. 【Method】Genetic polymorphisms of 6 microsatellite markers (UMP, MNS19A, CSSM18, BDKRB, MULGE6, and MULGE5)

* [收稿日期] 2013-02-05

[基金项目] 新疆维吾尔自治区国际科技合作项目(201141143)

[作者简介] 杨 丹(1987—),女,山西临汾人,在读硕士,主要从事动物遗传育种研究。E-mail: danyang456123@163.com

[通信作者] 史洪才(1969—),男,青海湟中人,副研究员,博士,主要从事动物遗传育种与繁殖研究。E-mail: shc69@126.com

from 163 Poll Dorset sheep were analyzed. The fixed effects model was used to eliminate or reduce the effects of non-genetic factors on early growth and development. Then, the correlation between genotype polymorphisms and early growth traits was assayed. 【Result】 The numbers of alleles in UMP, MNS19A, CSSM18, BDKRB, MULGE6, and MULGE5 were 3, 4, 4, 5, 5, and 8, respectively. The average heterozygosity was 0.698, and the average polymorphism information content (PIC) was 0.655. CSSM18 had significant effects on birth weight ($P < 0.05$). MNS19A had significant effects on birth weight ($P < 0.05$) and special significant effects on bust at 2-month age ($P < 0.01$). BDKRB had special significant effects on birth weight, bust at 2-month age, body weight at 3-month age ($P < 0.01$) and significant effects on hip width at 3-month age ($P < 0.05$). BDKRB and MNS19A had significant effects on early growth traits. 【Conclusion】 Microsatellite markers MNS19A and BDKRB can be used as molecular selection markers for corresponding growth traits.

Key words: Poll Dorset sheep; microsatellite marker; genotype; growth traits

无角陶赛特绵羊原产于澳大利亚和新西兰,是发展肉用羔羊的父系品种之一。该品种绵羊具有生长发育快,早熟,屠宰率高,胴体品质和产肉性能好,耐热并适应干旱气候等特点,是生产肥羔用的理想品种之一^[1]。1983 年,在美国的无角陶赛特绵羊群体中发现了 1 只后臀极度发达的个体,根据表型将该基因命名为 *Callipyge*(*CLPG*) 基因,随后几年澳大利亚新南威尔士的 Carwell 研究组,在澳大利亚无角陶赛特公羊中发现了控制肋肌和眼肌面积的基因位点,将其正式命名为 *Carwell* 基因,并用 DNA 标记将 *Callipyge* 和 *Carwell* 基因精确定位于绵羊 18 号染色体末端微卫星标记 CSSM18 和 TGLA122 之间的区域^[2-3]。Nicoll 等^[4]研究推测,*CLPG* 可能和 *Carwell* 互为等位基因。然而与 *CLPG* 相比,*Carwell* 主要对绵羊的肋肌和眼肌起作用,而对脂肪厚度、活体质量和后臀质量不起作用^[5],*Carwell* 对眼肌面积和眼肌质量的贡献分别为 11% 和 7%^[6-7]。任航行等^[8]研究发现,绵羊 18 号染色体末端微卫星标记 BM3414、MCMA26 和 CSSM18 对陶赛特绵羊的臀宽有显著影响。张兴国等^[9]选用无角陶赛特、萨福克、湖羊、特克塞、中国美利奴肉用品系等组成的试验群体,对微卫星标记 CSSM18 进行分析,结果表明,该标记属于高度多态位点,可以作为较理想的生产性能相关遗传标记。但国内外的研究大多关注于基因对绵羊生长发育的影响,而未考虑非遗传因素对绵羊生长发育产生的影响。本研究依据最新发表的绵羊遗传图谱,在 18 号染色体末端微卫星标记 CSSM18 和 TGLA122 之间选取 6 个与肌肉生长性状相关的微卫星标记(UMP、MNS19A、CSSM18、BDKRB、MULGE6 和 MULGE5),利用微卫星分型方法分析其多态性,采用固定效应模型来

消除或减少非遗传因素对早期生长发育的影响,探究这些微卫星标记对无角陶赛特绵羊早期生长发育的影响,以期今后陶赛特绵羊的分子育种奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材料

随机选取新疆玛纳斯新澳畜牧有限责任公司种羊场纯种繁育的无角陶赛特绵羊羔羊 163 只,颈静脉采血 3~5 mL/只,置于肝素钠抗凝采血管中,−20 ℃ 保存备用。

1.2 方法

1.2.1 基因组提取 采用酚-氯仿抽提法^[10]提取无角陶赛特绵羊基因组 DNA,加 TE 溶液至 DNA 质量浓度为 100 ng/μL,−20 ℃ 保存备用。

1.2.2 引物的筛选与合成 依据 2010-10 公布的第 5 代绵羊遗传连锁图谱(<http://www.livestockgenomics.csiro.au/sheep/>),选择 UMP、MNS19A、CSSM18、BDKRB、MULGE6 和 MULGE5 等 6 个微卫星标记进行分析^[10]。设计引物并带有荧光标记,引物序列见表 1,由上海生工生物工程有限公司合成。

1.2.3 PCR 扩增及基因型判定 PCR 反应体系: *Taq* DNA 聚合酶 1.0 U, 10×缓冲液(含 Mg^{2+}) 2.5 μL, dNTP(2.5 mmol/L each) 0.5 μL, 基因组 DNA 50 ng 左右,上、下游引物各 10 pmol/L,加水至 25 μL。PCR 反应条件:94 ℃ 预变性 4 min;94 ℃ 变性 30 s, 58~63 ℃ 退火 30 s, 72 ℃ 延伸 1 min, 共 30 个循环;72 ℃ 延伸 5 min, 4 ℃ 保存。6 个微卫星基因座 PCR 反应均使用带有荧光标记的引物(表 1)。对 PCR 产物进行 3730XL 型仪器毛细管电泳,检测 STR 分子标记,使用 Genemapper 软件分析 SSR 数

据,确定微卫星基因座的不同基因型,该工作由上海 生工生物工程有限公司完成。

表 1 微卫星标记及其引物序列

Table 1 Primers of the microsatellite loci

微卫星基因座 Micro-satellite loci	引物序列(5'→3') Primer sequences(5'→3')	退火温度/℃ Annealing temperatures	等位基因长度/bp Size of alleles
UMP	CCTTCCTCATTGGACTTAGCTGCTT GAGCTGGTGAGCTGCTGTCTAT	63~58	104~110
BDKRB	CTGCCGATCCTTCTGCTT AAAGGGCAGATTCAGTATCCA	63~58	206~216
MNS19A	AGAGGGCAGATCTCTATGTCAAGTG CATCACCATCACACAGTCAAGGA	63~58	168~176
CSSM18	TGTGCATAATTTGTGTCCGTCCGGA AGGAATTCCTCTAGAAAAGCAGGC	63~58	116~134
MULGE6	AGCCTTCCAGATTCAATAAAGC GTGTGAAGAGGAAAACATAAGACG	63~58	186~194
MULGE5	CATCACACTCACCTCATTTGTTTG GAGTAGCAAATTTACCCTCCAGTC	63~58	142~166

1.2.4 生长性状测定 测定无角陶赛特绵羊羔羊初生体质量,以及 1,2,3 和 4 月龄的体质量、体高、体斜长、胸围、胸深、背宽及臀宽等生长指标。

1.3 数据分析

应用 Popgene 软件对 6 个微卫星位点的等位基因数、多态信息含量(PIC)、有效等位基因数、杂合度(Heterozygosity,He)等进行分析。

采用固定效应模型分析不同因素对无角陶赛特绵羊早期生长发育的影响,此模型可将非遗传因素控制在同一水平上或最大限度地消除和减少非遗传因素对早期生长发育的影响,能更加真实地反映微卫星基因座的基因效应对早期生长发育的影响。

$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + B_j + S_k + G_L + e_{ijkl}。$$

式中: Y_{ijkl} 为早期生长性状, μ 为总体均值, S_i 为性别效应, B_j 为单双羔效应, S_k 为公羊效应, G_L 为基因效应, e_{ijkl} 为随机残差效应。

依据固定效应模型的分析结果,选择微卫星基

因效应对早期生长发育产生显著或极显著影响的生 产性状指标,采用 SPSS13.0 统计软件的最小二乘 方差法,分析微卫星标记不同基因型与无角陶赛特 绵羊早期生长发育性状的相关关系。

2 结果与分析

2.1 无角陶赛特绵羊群体 6 个微卫星基因座的遗传特性

微卫星已被广泛应用于标记辅助选择和预测杂 种优势方面的研究。利用微卫星 DNA 的多态性信 息丰富、共显性遗传、易于检测等特点,分析肉用绵 羊的群体遗传变异及分子遗传标记。本研究对选取 的 6 个微卫星基因座在无角陶赛特绵羊群体中的特 性(包括等位基因数、多态信息含量、有效等位基 因数、杂合度等)进行了统计分析,结果(表 2)发现,这 6 个微卫星基因座在无角陶赛特绵羊群体中均表现 中度或者高度多态,且具有比较丰富的遗传多样性。

表 2 6 个微卫星位点在无角陶赛特绵羊群体中的遗传多态性

Table 2 Polymorphisms of 6 microsatellite loci in Poll Dorset sheep group

基因座 Loci	等位基因数 Number of alleles	基因型数量 Number of genotype	杂合度 Heterozygosity	有效等位基因数 Number of effective alleles	多态信息含量 Polymorphism information content
UMP	3	6	0.599	2.446	0.532
BDKRB	5	12	0.658	2.926	0.622
MNS19A	4	7	0.803	2.068	0.787
CSSM18	4	8	0.544	2.194	0.498
MULGE6	5	11	0.697	3.297	0.678
MULGE5	8	20	0.884	5.351	0.813

2.2 微卫星基因座与无角陶赛特绵羊群体早期生 长发育性状的相关分析

2.2.1 影响无角陶赛特绵羊群体早期生长发育性 状的固定效应模型分析 应用固定效应模型分析性 别效应、单双羔效应、公羊效应等 3 个非遗传因素,

以及 UMP、MNS19A、CSSM18、BDKRB、MULGE6 和 MULGE5 等 6 个微卫星基因效应对无角陶赛特 绵羊群体早期生长发育性状的影响,结果见表 3~ 6。

表 3 影响无角陶赛特绵羊初生体质量因素的固定效应模型分析

Table 3 Fixed effects model analysis of factors influencing birth weight of Poll Dorset sheep

项目 Item	自由度 <i>df</i>	Ⅲ型平方和 Type Ⅲ SS	均方 Mean square	<i>F</i> 值 <i>F</i> value	<i>Pr</i> > <i>F</i>
公羊效应 Factor(sire)	3	2 230. 11	743. 37	796. 134	<2.2e-16**
性别效应 Factor(sex)	1	0. 08	0. 08	0. 088	0. 767
单双羔效应 Factor(birthtype)	1	9. 09	9. 09	9. 738	0. 002 59**
UMP	5	1. 63	0. 33	0. 350	0. 881
MNS19A	5	13. 42	2. 68	2. 874	0. 020 0*
CSSM18	2	8. 78	4. 39	4. 703	0. 012 0*
BDKRB	6	26. 66	4. 44	4. 759	0. 000 382**
MULGE6	10	2. 68	0. 27	0. 287	0. 982
MULGE5	19	16. 3	0. 86	0. 919	0. 562

注: * 表示影响显著($P<0.05$), ** 表示影响极显著($P<0.01$)。表 4,5,6 同。
Note: * Significant effect ($P<0.05$), ** Special significant effect ($P<0.01$). The same for tables 4,5 and 6.

表 4 影响无角陶赛特绵羊 3 月龄体质量因素的固定效应模型分析

Table 4 Fixed effects model analysis of factors influencing 3-months old body weight of Poll Dorset sheep

项目 Item	自由度 <i>df</i>	Ⅲ型平方和 Type Ⅲ SS	均方 Mean square	<i>F</i> 值 <i>F</i> value	<i>Pr</i> > <i>F</i>
公羊效应 Factor(sire)	1	80	79. 9	3. 369	0. 070 5
性别效应 Factor(sex)	1	192	192. 4	8. 115	0. 005 70**
单双羔效应 Factor(birthtype)	5	14	2. 7	0. 114	0. 989
UMP	5	98	19. 6	0. 826	0. 536
MNS19A	2	3	1. 7	0. 070	0. 932
CSSM18	6	140	23. 4	0. 987	0. 441
BDKRB	4	362	90. 4	3. 813	0. 007 19**
MULGE6	1	80	79. 9	3. 369	0. 070 5
MULGE5	1	192	192. 4	8. 115	0. 570

表 5 影响无角陶赛特绵羊 2 月龄胸围因素的固定效应模型分析

Table 5 Fixed effects model analysis of factors influencing 2-months old chest circumference of Poll Dorset sheep

项目 Item	自由度 <i>df</i>	Ⅲ型平方和 Type Ⅲ SS	均方 Mean square	<i>F</i> 值 <i>F</i> value	<i>Pr</i> > <i>F</i>
公羊效应 Factor(sire)	3	3 442	1 147	1 936. 92	< 2. 2e-16**
性别效应 Factor(sex)	1	0	0	0. 001 7	0. 967
单双羔效应 Factor(birthtype)	1	59	59	0. 989 9	0. 323
UMP	5	83	17	0. 280 4	0. 922
MNS19A	5	1 335	267	4. 505 8	0. 001 34**
CSSM18	2	162	81	1. 366 7	0. 262
BDKRB	6	1 712	285	4. 815 8	0. 000 386**
MULGE6	10	144	14	0. 243 2	0. 990
MULGE5	19	791	42	0. 702 7	0. 803

表 6 影响无角陶赛特绵羊 3 月龄臀宽因素的固定效应模型分析

Table 6 Fixed effects model analysis of factors influencing 3-months old hip width of Poll Dorset sheep

项目 Item	自由度 <i>df</i>	Ⅲ型平方和 Type Ⅲ SS	均方 Mean square	<i>F</i> 值 <i>F</i> value	<i>Pr</i> > <i>F</i>
公羊效应 Factor(sire)	3	39 597	131. 0	6 605. 81	< 2e-16**
性别效应 Factor(sex)	1	1	1. 4	0. 687 8	0. 410
单双羔效应 Factor(birthtype)	1	14	13. 8	6. 884 7	0. 010 6*
UMP	5	14	2. 8	1. 391 1	0. 238
MNS19A	5	10	2. 1	1. 038 7	0. 402
CSSM18	2	5	2. 6	1. 289 4	0. 282
BDKRB	6	30	4. 9	2. 473 5	0. 031 1*
MULGE6	10	21	2. 1	1. 064 1	0. 401
MULGE5	19	44	2. 3	1. 158 3	0. 316

由表 3~6 可见,公羊效应对无角陶赛特绵羊初生体质量、2 月龄胸围、3 月龄臀宽有极显著影响;性别效应对 3 月龄体质量有极显著影响;单双羔效应对初生体质量有极显著影响,对 3 月龄臀宽有显著影响。微卫星标记 CSSM18 显著影响无角陶赛特绵羊初生体质量($P<0.05$),对其他性状无显著影响;MNS19A 显著影响无角陶赛特绵羊初生体质量($P<0.05$),极显著影响 2 月龄胸围($P<0.01$),对其他性状无显著影响;BDKRB 极显著影响无角陶赛特绵羊初生体质量、2 月龄胸围、3 月龄体质量($P<0.01$),显著影响 3 月龄臀宽($P<0.05$);其余各微卫星基因效应对所有性状均无显著影响。

表 7 微卫星标记 MNS19A 不同基因型对无角陶赛特绵羊生长性状的影响

Table 7 Effects of different genotypes of MNS19A on growth traits of Poll Dorset sheep

基因型 Genotype	初生体质量/kg Birth weight	2 月龄体质量/kg Body weight of 2 month old	2 月龄胸围/cm Chest circumference of 2-month old
AA(168/168)	3.73±0.73 a	12.53±3.58 a	49.70±10.43 b
AB(168/172)	4.42±0.89 ab	15.77±2.14 a	56.31±9.47 a
AC(168/174)	4.53±0.96 ab	14.80±4.00 a	54.64±8.69 a
AD(168/176)	4.24±1.38 ac	16.51±3.30 a	53.83±10.33 ab
BB(172/172)	3.40±1.35 a	9.27±1.29 b	49.74±6.05 b
BD(172/176)	3.74±1.08 a	16.63±2.68 a	54.69±8.84 a
DD(176/176)	3.35±0.99 a	15.42±2.89 a	47.16±9.29 b

注:同列数据不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。表 8 同。

Note: Different lowercase letters indicate significant difference ($P<0.05$). The same for table 8.

表 8 微卫星标记 BDKRB 对无角陶赛特绵羊生长性状的影响

Table 8 Effects of BDKRB on growth traits of Poll Dorset sheep

基因型 Genotype	初生体质量/kg Birth weight	2 月龄胸围/cm Chest circumference of 2-month old	3 月龄体质量/kg Body weight of 3-month old	3 月龄臀宽/cm Hip width of 3-months old
AB(205/210)	3.66±0.90 ab	50.76±13.84 ab	22.64±3.55 a	18.16±1.2 b
AC(205/212)	3.31±1.50 b	45.04±8.57 a	22.02±2.92 a	16.75±1.11 c
AD(205/214)	3.75±1.19 ab	45.28±7.91 abc	22.63±3.64 a	18.29±0.69 b
AE(205/216)	3.92±1.02 ab	50.59±12.11 a	21.54±4.34 a	17.22±1.22 c
BB(210/210)	4.72±1.05 a	57.39±8.30 b	21.95±5.26 a	17.11±1.87 c
BC(210/212)	3.96±0.94 ab	54.07±6.69 a	22.61±5.28 a	17.42±1.68 c
BD(210/214)	4.33±1.77 ab	50.98±9.43 a	23.52±6.32 a	18.10±1.79 b
BE(210/216)	3.79±1.33 ab	51.64±10.09 a	22.80±4.48 a	17.88±1.32 c
CC(212/212)	3.57±1.01 ab	44.57±12.54 a	24.30±4.48 a	17.69±1.22 c
CE(212/216)	3.91±0.74 ab	54.14±6.71 ab	24.55±4.56 a	18.35±0.96 b
DD(214/214)	4.95±1.33 a	55.80±8.28 a	23.18±2.63 a	17.62±0.47 c
EE(216/216)	4.48±0.56 ab	58.42±4.34 a	21.20±3.29 a	17.76±0.29 c

3 讨 论

20 世纪 80 年代末期,科学家们分别在无角陶赛特绵羊中发现了 *CLPG* 和 *Carwell* 基因,2 个基因都定位于无角陶赛特绵羊第 18 号染色体的末端区域,位于微卫星标记 CSSM18 和 TGLA122 之间。Nicoll 等^[4] 研究推测, *CLPG* 可能和 *Carwell* 互为等位基因,在随后的研究中对 *CLPG* 基因精确定位

2.2.2 微卫星基因座 MNS19A 和 BDKRB 不同基因型与无角陶赛特绵羊生长发育性状的相关分析
依据固定效应模型的分析结果,选择微卫星基因效应对早期生长发育产生显著和极显著影响的生产性状指标,即无角陶赛特绵羊初生体质量、2 月龄胸围及 3 月龄体质量和臀宽等,采用 SPSS13.0 统计软件的最小二乘方差法,分析微卫星基因座 CSSM18、MNS19A、BDKRB 多态性与无角陶赛特绵羊早期生长发育性状的相关关系,结果发现,微卫星基因座 MNS19A、BDKRB 不同基因型间的生长性状差异显著(表 7 和表 8),微卫星基因座 CSSM18 各基因型间体质量及体尺指标差异不显著。

取得了重大突破,目前已将其用 DNA 标记精确定位于微卫星标记 DLK 附近。*CLPG* 基因可显著提高双肌臂羊的瘦肉率,也可使皮下、肌间、肌内和肾周的脂肪减少,能显著提高屠宰率^[11]。但 *CLPG* 基因却使肌肉的嫩度降低^[12]。与 *CLPG* 相比, *Carwell* 主要对绵羊的肋肌和眼肌起作用,而对脂肪厚度、活体质量和后臀质量等不起作用^[5]。 *Carwell* 对眼肌面积和眼肌质量的贡献分别为 11% 和

7%^[6-7]。研究发现, *Carwell* 等位基因并不象 *CLPG* 一样影响肉的柔嫩度,也不改变肌肉内脂肪的沉积,而且是完全的显性突变^[13]。任航行等^[14]、刘国庆等^[15]和梁庆玲等^[16]研究报道,在无角陶赛特绵羊群体中,微卫星基因座 BM3413、MCM26 和 CSS18 对臀宽有显著影响,微卫星基因座 TGLA122 对眼肌宽度和臀宽有显著影响,微卫星基因座 MCMA26 对眼肌厚度和宽度以及胸围和臀宽均有显著影响。本研究分析了 18 号染色体末端 6 个微卫星基因座对无角陶赛特绵羊早期生长发育的影响,结果表明,微卫星标记 CSSM18 显著影响无角陶赛特绵羊初生体质量($P<0.05$);微卫星标记 MNS19A 显著影响无角陶赛特绵羊初生体质量($P<0.05$),极显著影响 2 月龄胸围($P<0.01$);微卫星标记 BDKRB 极显著影响无角陶赛特绵羊初生体质量、2 月龄胸围和 3 月龄体质量($P<0.01$),显著影响 3 月龄臀宽($P<0.05$)。以上结果与任航行等^[14]的研究结果相似,这进一步证实绵羊 18 号染色体末端的微卫星基因座 MNS19A 和 BDKRB 与生长发育性状相关性,可以作为无角陶赛特绵羊相应生长性状的分子筛选标记,为今后无角陶赛特绵羊纯种繁育及杂交利用提供理论依据和参考。

自 20 世纪 80 年代以来,新疆地区从澳大利亚引进无角陶赛特绵羊进行纯繁及杂交利用,其中对陶赛特羊和萨福克羊及阿勒泰羊的杂交组合研究的较为广泛,部分试验结果显著^[17-18]。不同品种的绵羊,其生长发育性状有很大差异,即使在绵羊品种既定的情况下,饲养管理条件、场地、年份、季节、胎次等非遗传因素不同,绵羊的生长发育也有很大的差异,所以在品种一定的情况下提高生产性能就需要加强饲养管理和做好非遗传因素的调控。本研究利用固定效应模型分析了性别效应、公羊效应、单双羔效应等 3 个非遗传因素和 6 个微卫星基因效应,对无角陶赛特绵羊群体早期生长发育的影响,虽然利用此模型可把非遗传因素控制在同一水平上或最大限度地消除和减少非遗传因素对早期生长发育的影响,但是各非遗传因素在绵羊的生长发育过程中依然起到很大的影响作用,所以在生产中必须更好地调控各个非遗传因素生长发育的影响,提高绵羊生产性能,增加养羊业的经济效益。

[参考文献]

[1] 赵有璋. 羊生产学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2010; 7.
Zhao Y Z. Sheep and goat production [M]. Beijing: Chinese

Agricultural Press, 2010; 7. (in Chinese)

[2] Cockett N E, Jackson S P, Shay T L, et al. Polar overdominance at the ovine callipyge locus [J]. Science, 1996, 273: 236-238.

[3] Jopson N B, Nicoll G B, Stevenson-Barry J M, et al. Mode of inheritance and effects on meat quality of the rib eye muscling (REM) QTL in sheep [J]. Proceedings of Association for Advancing Animal Breeding and Genetics, 2001, 14: 111-114.

[4] Nicoll G B, Burkin H R, Broad T E, et al. Genetielineage of microsatellite markers to the Carwell locus for rib eye muscling in sheep [C]//Proceeding of 6th World Congress Genetic and Applied Livestock Production. Australia: University of New England, 1998: 529-532.

[5] McEwan J C, Broad T E, Opson N B, et al. Rib-eye muscling (REM) locus in sheep: Phenotypic effects and comparative genome localization [C]//Proceedings of the 27th Conference of the International Society of Animal Genetics. USA: MN, Minne-Apolis, 2000: B011.

[6] Freking B A, Keele J W, Beattie C W, et al. Evaluation of the ovine callipyge locus: II. Genotypic effects on growth, slaughter, and carcass traits [J]. J Anim Sci, 1998, 76: 2549-2559.

[7] Freking B A, Keele J W, Beattie C W, et al. Evaluation of the ovine callipyge locus: I. Relative chromosomal position and gene action [J]. J Anim Sci, 1998, 76: 2062-2071.

[8] 任航行, 刘国庆, 张兴国, 等. 微卫星座位多态性与两个肉用绵羊群体眼肌性状的关系 [J]. 畜牧兽医学报, 2007, 38(8): 792-799.

Ren H X, Liu G Q, Zhang X G, et al. Relationship between the polymorphisms of microsatellites DNA and longissimus dorsi traits in two meat sheep populations [J]. Acta Veterinaria Et Zootechnica Sinica, 2007, 38(8): 792-799. (in Chinese)

[9] 张兴国, 尚秀国, 石国庆, 等. 微卫星标记 CSSM18 和 OB2 在 5 个绵羊群体中多态性的研究 [J]. 经济动物学报, 2007(2): 87-91.

Zhang X G, Shang X G, Shi G Q, et al. Polymorphism of CSSM18 and OB2 microsatellites DNA in 5 sheep breeds [J]. Journal of Economic Animal, 2007(2): 87-91. (in Chinese)

[10] 萨姆布鲁克 J, 拉塞尔 D W. 分子克隆实验指南 [M]. 3 版. 北京: 科学出版社, 2002.

Sambrook J, Russell D W. Molecular cloning: A laboratory manual [M]. 3rd ed. Beijing: Science Press, 2002. (in Chinese)

[11] Freking B A, Murphy S K, Wylie A A, et al. Identification of the single base change causing the callipyge muscle hypertrophy phenotype, the only known example of polar overdominance in mammals [J]. Genome Res, 2002, 12: 1496-1506.

[12] Murphy S K, Freking B A, Smith T P, et al. Abnormal postnatal maintenance of elevated DLK1 transcript levels in callipyge sheep [J]. Mamm Genome, 2005, 6(3): 171-183.

[13] Cockett N E, Smit M A, Bidwell C A, et al. The callipyge mutation and other genes that affect muscle hypertrophy in sheep [J]. Genet Sel Euol, 2005, 37(Suppl. 1): S65-S81.

[14] 任航行, 代 蓉, 张兴国, 等. 绵羊 18 号染色体微卫星多态性与后臀发育关系的研究 [J]. 遗传, 2006, 28(7): 1525-1531.

- Ren H X, Dai R, Zhang X G, et al. Relationship between microsatellite DNA polymorphism and hindquarter development in sheep chromosome 18 [J]. *Hereditas*, 2006, 28(7): 1525-1531. (in Chinese)
- [15] 刘国庆, 代 蓉, 任航行, 等. 新疆肉羊 18 号染色体上与后臀肌发育相关基因的多态性分析 [J]. *遗传*, 2006, 28(7): 815-820.
- Liu G Q, Dai R, Ren H X, et al. Polymorphism analysis of genes associated with hindquarters muscular development on chromosome 18 in Xinjiang meat sheep [J]. *Hereditas*, 2006, 28(7): 815-820. (in Chinese)
- [16] 梁庆玲, 牛志刚, 杨 丹, 等. 陶赛特羊 Carwell 基因微卫星标记多态性与体质量和体尺指标的相关性分析 [J]. *中国草食动物*, 2012, 32(1): 12-16.
- Liang Q L, Niu Z G, Yang D, et al. Association between microsatellite markers polymorphism of Carwell gene and growth traits of Dorset Sheep [J]. *China Herbivores*, 2012, 32(1): 12-16. (in Chinese)
- [17] 李俊年, 杨冬梅, 刘季科, 等. 澳大利亚萨福克羊及无角陶塞特羊对新疆的生态适应性及杂交后代利用研究 [J]. *应用生态学报*, 2001(1): 80-82.
- Li J N, Yang D M, Liu J K, et al. Ecological adaptability of Suffolk sheep and Polled Dorset sheep introduced from Australia to Xinjiang and their hybrid utilization [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2001(1): 80-82. (in Chinese)
- [18] 杨会国, 侯广田, 薛正芬, 等. 陶赛特羊、萨福克羊与阿勒泰羊杂交公羔产肉性能的研究 [J]. *中国草食动物*, 2007, 27(6): 27-29.
- Yang H G, Hou G T, Xue Z F, et al. Study on the meat-yielding performance of ram lamb from Altai sheep crossed with Dorset and Suffolk [J]. *China Herbivores*, 2007, 27(6): 27-29. (in Chinese)
- (上接第 7 页)
- [12] Doyon C, Gilmour K M, Trudeau V L, et al. Corticotropin-releasing factor and neuropeptide Y mRNA levels are elevated in the preoptic area of socially subordinate rainbow trout [J]. *General and Comparative Endocrinology*, 2003, 133: 260-271.
- [13] Reverter J M, Rodriguez G, Zanuy S, et al. Cloning the neuropeptide Y Exon 2 from sea bass [J]. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 1999, 123: 181-186.
- [14] Reverter J M, Anglade I, Mazurais D, et al. Characterization of neuropeptide Y expression in the brain of a perciform fish, the sea bass (*Dicentrarchus labrax*) [J]. *Journal of Chemical Neuroanatomy*, 2000, 19: 197-210.
- [15] Yan A, Zhang L J, Tang Z G, et al. Orange-spotted grouper (*Epinephelus coioides*) orexin: Molecular cloning, tissue expression, ontogeny, daily rhythm and regulation of NPY gene expression [J]. *Peptides*, 2011, 32: 1363-1370.
- [16] Murashita K, Kurokawa T, Ebbesson L O E, et al. Characterization, tissue distribution, and regulation of agouti-related protein (AgRP), cocaine and amphetamine-regulated transcript (CART) and neuropeptide Y (NPY) in Atlantic salmon (*Salmo salar*) [J]. *General and Comparative Endocrinology*, 2009, 162: 160-171.
- [17] 李振华. 大鳍鲩 NPY 基因 cDNA 克隆及特性分析 [D]. 重庆: 西南大学, 2011.
- Li Z H. The cDNA cloning and characterization analysis of NPY gene in *Mystus macropterus* Bleeker [D]. Chongqing: Southwest University, 2011. (in Chinese)
- [18] Macdonald E, Volkoff H. Cloning, distribution and effects of season and nutritional status on the expression of neuropeptide Y (NPY), cocaine and amphetamine regulated transcript (CART) and cholecystokinin (CCK) in winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus*) [J]. *Hormones and Behavior*, 2009, 56: 58-65.
- [19] Macdonald E, Volkoff H. Neuropeptide Y (NPY), cocaine and amphetamine-regulated transcript (CART) and cholecystokinin (CCK) in winter skate (*Raja ocellata*): cDNA cloning, tissue distribution and mRNA expression responses to fasting [J]. *General and Comparative Endocrinology*, 2009, 161: 252-261.
- [20] Leonard B K, Waldbieser G C, Silverstein J T. Neuropeptide Y sequence and messenger RNA distribution in channel catfish (*Ictalurus punctatus*) [J]. *Marine Biotechnology*, 2001, 3: 111-118.
- [21] Narnaware Y K, Peter R E. Effects of food deprivation and refeeding on neuropeptide Y (NPY) mRNA levels in goldfish [J]. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 2001, 129: 633-637.
- [22] Campos V F, Robaldo R B, Deschamps J C, et al. Neuropeptide Y gene expression around meal time in the Brazilian flounder *Paralichthys orbignyanus* [J]. *J Biosci*, 2012, 37: 227-232.
- [23] Silverstein J T, Plisetskara E M. The effects of NPY and insulin on food intake regulation in fish [J]. *Am Zool*, 2000, 40: 296-308.
- [24] Silverstein J T, Breininger J, Baskin D G, et al. Neuropeptide Y-like gene expression in the salmon brain increases with fasting [J]. *General and Comparative Endocrinology*, 1998, 110: 157-165.