

张 林, 俄木曲者, 许 锋, 等. 肥羔型黑山羊肌纤维生长发育规律[J]. 江苏农业科学, 2022, 50(1): 150–153.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.01.027

肥羔型黑山羊肌纤维生长发育规律

张 林¹, 俄木曲者¹, 许 锋¹, 范景胜¹, 李 波², 张 斌², 李春枚³, 熊朝瑞¹

(1. 四川省畜牧科学研究院/动物遗传育种四川省重点实验室, 四川成都 610066;

2. 四川省荣县养殖业服务中心, 四川荣县 643100; 3. 四川省富顺县畜牧兽医技术推广中心, 四川富顺 643200)

摘要:肥羔型黑山羊是四川省畜牧科学研究院以川南黑山羊(自贡型)为主要育种材料培育的专门化从事羔羊肉生产的肉用山羊新品种。肌纤维数目与大小是决定肌肉生长的主要因素, 而肌纤维类型及组成是肉品质的生化和分子生物学基础, 分析研究肌纤维不同阶段的生长发育状况, 将为后续发育生物学的研究, 从而进行营养调控提供理论依据。本研究通过对不同月龄阶段组(0~6 月龄)的肥羔型黑山羊体质量进行记录, 采用组织切片和苏木素-伊红染色对肌纤维直径、面积大小、数量进行测定, 绘制出肥羔型黑山羊体质量和肌纤维生长发育曲线图。结果表明, 肥羔型黑山羊在整个养殖周期都保持 2.95~4.35 kg/30 d 的较高绝对生长强度, 体质量持续显著提高, 而相对生长系数由 30 日龄时的 93.05% 降到 180 日龄时的 13.83%。本研究发现, 肥羔型黑山羊的肌纤维直径和面积呈现明显的“三段式”生长发育特点, 并且在 3 个阶段表现出不同性别优势的趋势。对肥羔型黑山羊肌纤维生长发育规律的研究有助于进一步优化生产关键配套技术和促进四川省肉羊产业的多元化全面发展。

关键词:肥羔型黑山羊; 肌纤维; 生长发育规律; 形态学观察

中图分类号:S827.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)01-0150-04

肉羊产业在四川省畜牧业中占有重要地位, 肉用型山羊存栏量、羊肉产量、品种资源均居全国前列。随着市场消费趋势的转变, 消费者对羊肉肉品质、特别是羊肉嫩度的要求越来越高。针对这些变化, 四川省畜牧科学研究院以川南黑山羊(自贡型)为育种素材, 选育出早期生长速度快、繁殖性能高、胴体产肉率高的肥羔型黑山羊新品种, 并配合最佳“精+粗”的饲料配比, 形成了一套肥羔型黑山羊的综合选育饲养体系^[1, 2]。肥羔型黑山羊具有育肥成本低、肉质优良、早期生长速度快、饲草料利用率高、对环境压力小、收益率显著等特点^[2]。肥羔羊肉因其肉质风味独特、鲜嫩多汁等优势, 深受广大消费者喜欢, 具有较大市场需求量, 因此, 肥羔羊肉安全高效生产已成为四川省肉羊产业结构转变和

产业升级的重要模式^[1]。

肥羔型黑山羊的生产关键配套技术的实现以肌纤维的快速生长发育为基础。肌纤维直径、密度和面积是反映肌肉品质的重要指标^[3]。一般畜禽的肌纤维直径为 10~100 μm , 肌纤维的直径决定肌纤维密度, 并与肌肉嫩度呈反向相关^[4]。王玉琴等研究不同年龄湖羊在同一部位肌肉的肌纤维直径和密度, 结果表明, 湖羊年龄与肌肉嫩度同样呈反向相关, 随着年龄增加, 肌肉嫩度逐渐变差^[5]。杨平贵等研究表明, 随着丹巴黄羊和藏山羊年龄的增长, 体质量上升, 肌纤维的直径增大、横截面积就越大、密度减小, 肌肉的嫩度有所下降^[6]。然而, 对于肥羔型黑山羊的肌纤维变化规律还未见报道。本研究揭示了肥羔型黑山羊整个肥羔生产过程中肌纤维变化规律, 为进一步优化肥羔型黑山羊的选育和生产提供基础理论。

1 材料与方法

1.1 样品与试剂

样品: 肥羔型黑山羊试验在四川省自贡市荣县和牧山羊养殖专业合作社石岗寨养羊场, 试验于 2021 年 5 月开始实施。在相同生长环境条件下, 分别取出生后 3、30、60、90、120、150、180 d 的肥羔型

收稿日期: 2021-09-09

基金项目: 四川省省级公益性科研院所基本科研項目(编号: SASA201902); 国家现代农业产业技术体系四川肉羊创新团队项目(编号: SCCXTD-2021-14); 四川省畜禽育种攻关项目(编号: 2021YFYZ0003)。

作者简介: 张 林(1982—), 男, 四川通江人, 硕士, 畜牧师, 主要从事山羊遗传育种研究。E-mail: 2952942@qq.com。

通信作者: 熊朝瑞, 硕士, 研究员, 主要从事山羊遗传育种与繁殖研究及技术推广。E-mail: xiongchui1962@163.com。

黑山羊公母各 3 只,记录个体质量,宰后取其背最长肌 $2\text{ cm} \times 2\text{ cm} \times 0.5\text{ cm}$,10% 中性甲醛固定。

试剂:10% 中性甲醛固定液,70%、80%、90% 乙醇溶液,二甲苯透明试剂,苏木素染液,伊红染液,盐酸乙醇分化液,中性树胶封片。

1.2 仪器与设备

组织切片机(徕卡-2016,德国);TSJ-Ⅱ型组织脱水机,BMJ-Ⅲ型包埋机,PHY-Ⅲ型病理组织漂烘仪(常州市中威电子仪器有限公司);数码三目摄像显微镜(BA210Digital,麦克奥迪实业集团有限公司)等。

1.3 组织切片和苏木素-伊红染色

固定组织脱水程序包括 75% 乙醇 4 h,85% 乙醇 2 h,95% 乙醇 1 h,100% 乙醇 0.5 h,100% 乙醇 0.5 h,100% 乙醇 0.5 h,二甲苯 10 min,二甲苯 10 min,石蜡 1 h,石蜡 2 h,石蜡 3 h,包埋,切片后如下操作:切片脱蜡至水;苏木精染色 10~20 min;自来水冲洗 1~3 min;盐酸乙醇分化 5~10 s;自来水冲洗 1~3 min;放入 50℃ 的温水中孵育至出现蓝色为止;自来水冲洗 1~3 min;放入 85% 乙醇中 3~5 min;伊红染色 3~5 min;水洗 3~5 s;梯度乙醇脱水;二甲苯透明;中性树胶封固后镜检。

1.4 图像和数据采集

组织切片图像通过 BA210Digital 数码显微摄像系统获得,在每张切片中较好的区域上采集 3 张

400 倍图片,将图片导入 Motic Images Advanced,用于数据采集,测量指标包括肌纤维直径和肌纤维面积,同时统计每张图片中肌纤维数量。

1.5 生长系数分析

$$\text{绝对生长系数: } G = \frac{m_2 - m_1}{t_2 - t_1}$$

$$\text{相对生长系数: } R = \frac{m_2 - m_1}{\frac{m_2 + m_1}{2}} \times 100\%$$

式中: m_i 表示各测量时间点的体质量, t_i 表示各测量时间点。

1.6 统计分析

试验结果用“平均值±标准误”表示,利用学生 t 检验和单因素方差分析以及 Tukey 氏检验对各时间点间的数据进行多重比较和显著性分析。

2 结果与分析

2.1 肥羔型黑山羊背最长肌组织切片形态学观察

研究表明,3 日龄的肥羔型黑山羊背最长肌有成熟的肌纤维,数 10 根肌纤维聚在一起形成初级肌束。肌纤维经过苏木素-伊红染色后显示出粉红色的肌纤维和分布在肌纤维细胞膜内侧的蓝色肌细胞核。从图 1 可以看出,随着日龄增加,肌纤维横切面积逐渐变大,每个视野中的肌纤维数量逐渐减少。

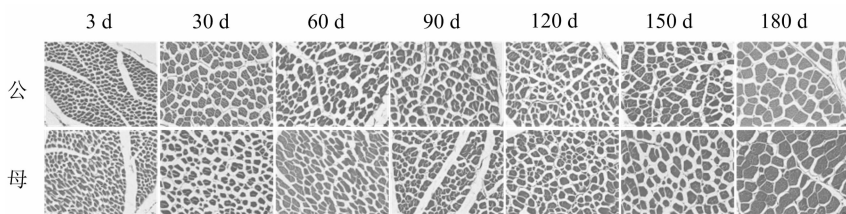
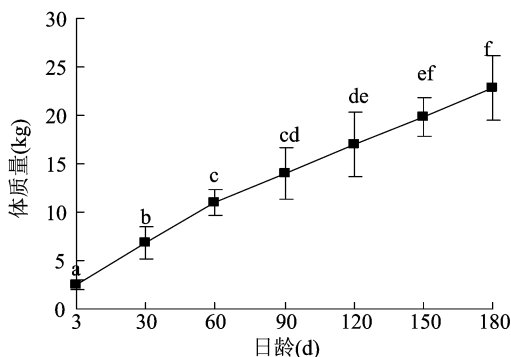


图1 肥羔型黑山羊背最长肌石蜡切片(400 倍视野)

2.2 肥羔型黑山羊体质量和肌纤维生长发育规律

在 180 d 的饲养期间,肥羔型黑山羊保持较高的生长速度(图 2),绝对生长系数保持在 2.95~4.35 kg/30 d 之间(表 1),尤其前 60 d 饲养期,每 30 d 的增质量维持在 4 kg 以上。在之后的 120 d 饲养期,每 30 d 的增质量均保持在 3 kg 左右。肥羔型黑山羊的生长强度则变化较大,其相对生长系数从 93.05% 降到 13.83%,尤其是前 90 d 的降幅高达 69.33 百分点,而 120~180 d 的相对生长系数都保持在 20% 以下的水平。这一方面是由于初生时体



图中小写字母表示时间点间差异显著($P<0.05$)。图 2 至图 5 同

图2 肥羔型黑山羊体质量累积曲线

表 1 不同日龄肥羔型黑山羊的体质量和生长系数

日龄 (d)	个体质量 (kg)	绝对生长系数 <i>G</i>	相对生长系数 <i>R</i>
3	2.50 ± 0.46		
30	6.85 ± 1.73	4.35	93.05
60	11.03 ± 1.32	4.18	46.77
90	14.00 ± 2.60	2.97	23.72
120	16.95 ± 3.30	2.95	19.07
150	19.90 ± 2.00	2.95	15.98
180	22.85 ± 3.29	2.96	13.83

质量轻、基数小,使得前 2 个月的相对生长系数较大,分别为 93.05% 和 46.77%;另一方面,肥羔型黑山羊的饲养期包括前 60 d 的哺乳期和后 120 d 的生长期,2 个不同营养水平的饲养阶段对肥羔型黑山羊体质量生长特性以及肌纤维直径和面积的影响都较为明显。

对肥羔型黑山羊 7 个时间点的体质量进行 Tukey 氏多重比较(图 2)得出,只有 3~60 d 的相邻

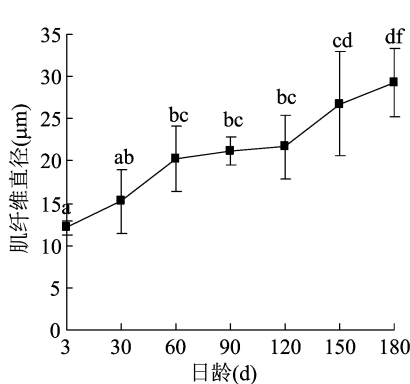


图 3 肥羔型黑山羊肌纤维直径变化曲线

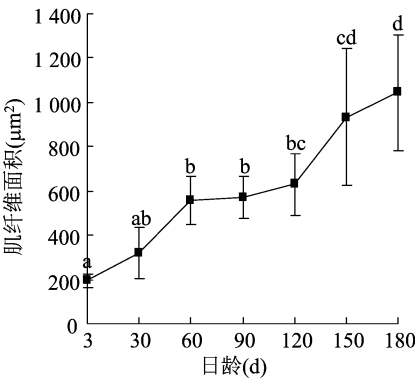


图 4 肥羔型黑山羊肌纤维面积变化曲线

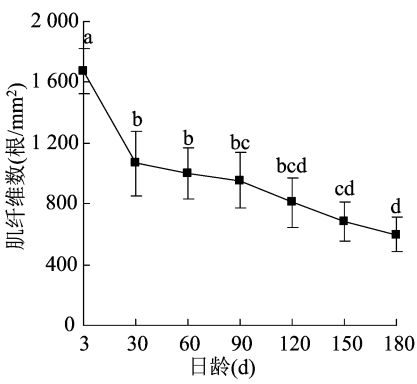


图 5 肥羔型黑山羊肌纤维数变化曲线

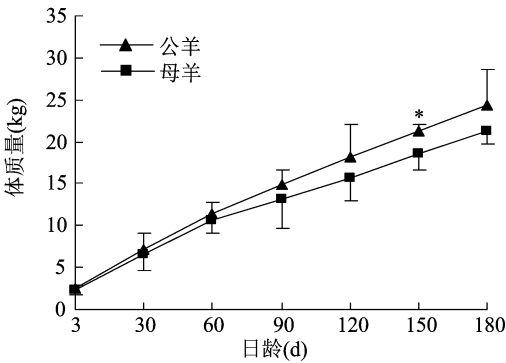
2.3 性别对肥羔型黑山羊体质量变化和肌纤维生长的影响

在以上研究的基础上,本研究还比较了不同性别对肥羔型黑山羊生长和肌纤维发育规律的影响。从图 6 可以看出,150 日龄的公羊体质量显著大于母羊体质量($P < 0.05$)。从图 7 可以看出,3 日龄母羊肌纤维直径显著大于公羊肌纤维直径($P < 0.05$)。从图 8 可以看出,30 日龄公羊肌纤维面积显著大于母羊肌纤维面积($P < 0.05$)。从图 9 可以看出,120 日龄母羊单位面积肌纤维数显著少于公羊单位面积肌纤维数($P < 0.05$)。在 180 d 的饲养期内,母羊的体质量累积曲线始终在公羊的下方(图 6),但在肌纤维直径(图 7)、肌纤维面积(图 8)

3 个时间点的体质量间呈现两两差异显著($P < 0.05$)。在 60~180 d,肥羔型黑山羊在相隔 60 d 的 2 个时间点的体质量差异显著($P < 0.05$)。60~180 d 的肥羔型黑山羊的生长强度较 3~60 d 明显减弱。

相比于持续增加的体质量,肥羔型黑山羊肌纤维直径和面积生长分为 3 个阶段(图 3、图 4):3~60 d 的哺乳期,61~120 d 的保育期和 121~180 d 的生长期。在哺乳期和生长期,肌纤维直径和肌纤维面积均在 60 d 饲养期呈现显著上升($P < 0.05$),而在 61~120 d 的保育期,肌纤维直径和肌纤维面积保持平稳,未呈现出显著的生长($P > 0.05$)。经相关性分析可知,肌纤维直径和面积呈极显著正相关, $R^2 = 0.945$ ($P < 0.001$)。此外,本研究统计了单位面积肌纤维数,从图 5 可以看出,在整个肥羔型黑山羊的饲养期,单位面积肌纤维数目逐渐减少($P < 0.001$),但其变化并没有表现出明显的 3 阶段的特征。经相关性分析可知,单位面积肌纤维数目与肌纤维面积成极显著负相关, $R^2 = 0.6773$ ($P < 0.001$)。

和单位面积的肌纤维数(图 9)上,母羊在 60~120 日龄间对公羊呈现反超趋势,并在 120 日龄的单位面积肌纤维数呈现显著差异($P < 0.05$)。



*表示公母羊间差异显著($P < 0.05$)。图 7 至图 9 同
图 6 不同性别肥羔型黑山羊体质量变化曲线

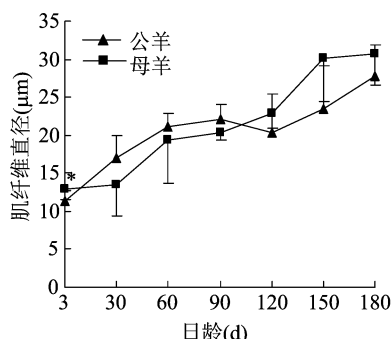


图7 不同性别肥羔型黑山羊肌纤维直径变化曲线

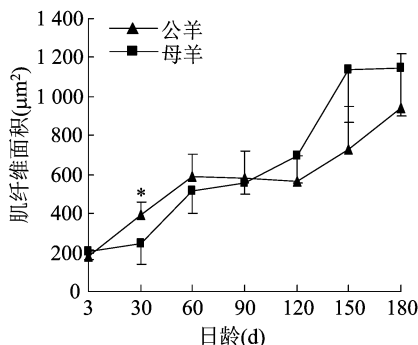


图8 不同性别肥羔型黑山羊肌纤维面积变化曲线

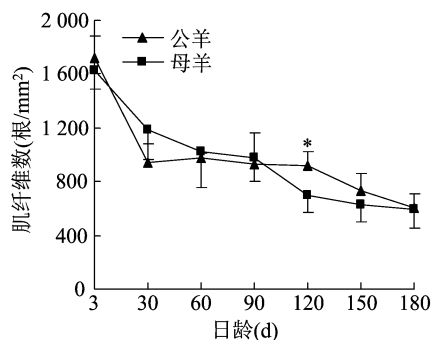


图9 不同性别肥羔型黑山羊单位面积肌纤维数量变化曲线

3 讨论与结论

本研究通过对肥羔型黑山羊体质量和肌纤维变化的全程追踪,系统研究了其生长发育和肌纤维变化,揭示了肥羔型黑山羊体质量和肌纤维变化规律。

研究表明,肥羔型黑山羊 180 日龄前绝对生长系数保持在每 30 d 3 kg 以上,并在整个饲养期间都维持着较高的生长强度^[7]。与相对稳定的体质量增长相比,肥羔型黑山羊肌纤维直径和肌纤维面积变化曲线呈现包含哺乳期、保育期和生长期的三段式生长的特点。而 1 年的埃及 RAHMANI 和 OSSIMI 羔羊也呈现三段式生长的规律^[8]。这主要与肥羔生产饲养体系密切相关,哺乳期的羔羊具有高营养转化率和高生长强度的特点。在保育期,断奶应激诱导羔羊的瘤胃等消化系统相关的内脏器官的全面发育,以适应饲料喂养的转变^[9]。所以,笔者认为,保育期肥羔型黑山羊的体质量变化主要体现在羔羊内脏器官的发育成熟,而以肌肉组织的发育生长为辅。在生长期,羔羊完成从哺乳期向饲料期过度,继续保持高速生长并重启肌肉发育。

在肌纤维生长发育的 3 个阶段,肥羔型黑山羊在公母不同性别上体现出不同的规律。在苏丹山羊中,公羊呈现出更高的饲料转化率、宰前体质量和胴体质量,而母羊胴体则有更多的脂肪沉积^[10]。在哺乳期,肥羔型黑山羊肌纤维直径和肌纤维面积变化曲线上表现为公羊优于母羊的趋势,这与澳洲白绵羊早期母羊相较于公羊的生长速度滞后是一致的^[11]。而在经历保育期后,母羊表现出更好的适应性,在生长期,母羊肌纤维生长有反超公羊肌纤维生长的趋势,但由于试验样本数不足使得公羊和母羊的数据统计无差异,今后的工作需要在本研究的基础上开展进一步探索。

通过本次研究,我们发现了肥羔型黑山羊的体

质量和肌纤维变化规律,具体表现为整个饲养期肥羔型黑山羊体质量表现出高强度的生长,而肌纤维直径和面积呈现出明显的三阶段的特点,且不同性别的羔羊在不同阶段体现出不同的性别优势。本研究将有助于明确肥羔型黑山羊的快速生长规律和细胞机制,为进一步优化山羊肥羔生产关键配套技术体系提供理论基础。

参考文献:

- [1] 张林, 俄木曲者, 许峰, 等. 山羊肥羔生产关键技术研究集成与推广应用[J]. 四川农业科技, 2021(4): 53-56.
- [2] 俄木曲者, 熊朝瑞, 范景胜, 等. 肥羔型黑山羊新品种羔羊肉品质研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2016(1): 108-111.
- [3] Watanabe A, Daly C C, Devine C E. The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing[J]. Meat Science, 1996, 42(1): 67-78.
- [4] Therkildsen M, Melchior L, Bang H G, et al. Effect of growth rate on tenderness development and final tenderness of meat from Friesian calves[J]. Animal Science, 2002, 74(2): 253-264.
- [5] 王玉琴, 田志龙, 施会彬, 等. 湖羊肌肉营养特点及肌纤维组织学特性[J]. 动物营养学报, 2017, 29(8): 2867-2874.
- [6] 杨平贵, 王燕军, 毛进彬, 等. 藏山羊及丹巴黄羊肌纤维特性研究[J]. 畜牧与兽医, 2017, 49(7): 9-12.
- [7] Schoeman S J, Els J F, van Niekerk M M. Variance components of early growth traits in the Boer goat[J]. Small Ruminant Research, 1997, 26(1/2): 15-20.
- [8] El-Asheeri A K, Hafez Y M, Ibrahim M A. Growth performance of rahmani and ossimi lamb breeds from birth to 12 month of age[J]. Egyptian Journal of Animal Production, 2006, 43(1): 31-42.
- [9] Lu C D, Potchoiba M J. Milk feeding and weaning of goat kids - A review[J]. Small Ruminant Research, 1988, 1(2): 105-112.
- [10] El Muola I H A, Babiker S A, El Khidir O A, et al. Meat production from female goat kids compared with males[J]. The Journal of Agricultural Science, 1999, 133(2): 223-226.
- [11] 安建勇, 崔茂盛, 李玉鹏, 等. 澳洲白绵羊不同同胎数初生重及性别对青年羊生长发育情况的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2020(13): 68-71.