

沙棘叶黄酮对阿勒泰羊生长性能、屠宰性能和血清生化指标的影响

刘艳丰^{1,2}, 唐淑珍², 张文举^{1*}, 侯广田^{2*}, 聂存喜¹, 张志军²

(1. 石河子大学动物科技学院, 石河子 832002; 2. 新疆畜牧科学院饲料研究所, 乌鲁木齐 830000)

摘要: 本试验旨在研究沙棘叶黄酮对阿勒泰羊生长性能、屠宰性能和血清生化指标的影响。采用单因素随机区组试验设计, 选择 60 只 6 月龄平均体重约为 (28 ± 3) kg 的健康阿勒泰羊, 随机分成 4 组, 低剂量沙棘叶黄酮组、中剂量沙棘叶黄酮组、高剂量沙棘叶黄酮组和对照组 (即 SJHT-1 组、SJHT-2 组、SJHT-3 组和 Con 组), 每组 3 个重复, 每个重复 5 只。对照组饲喂基础日粮, 试验组分别添加 (0%、0.10%、0.25%、0.50%) 的沙棘叶黄酮。试验期 64 d。结果表明: 1) 与 Con 组相比, SJHT-3 和 SJHT-2 组显著提高平均日增重 ($P < 0.05$)。2) 各组间屠宰率差异不显著 ($P > 0.05$); 与 Con 组相比, SJHT-3 组极显著提高净肉率 ($P < 0.01$); SJHT-3 组极显著降低脂肪率 ($P < 0.01$), SJHT-2 组显著降低 ($P < 0.05$); SJHT-3 组显著降低腹脂率 ($P < 0.05$)。3) 与 Con 组相比, SJHT-1 组极显著提高血清中总蛋白含量 ($P < 0.01$); SJHT-2 组显著提高总蛋白含量 ($P < 0.05$); SJHT-3 组极显著降低尿素氮含量 ($P < 0.01$); SJHT-1 组极显著提高低密度脂蛋白胆固醇 ($P < 0.01$), SJHT-2 组显著提高低密度脂蛋白胆固醇 ($P < 0.05$); SJHT-3 组显著提高碱性磷酸酶含量 ($P < 0.05$); SJHT-2 组显著提高乳酸脱氢酶含量, 比 Con 组提高 28.04%; SJHT-1 组极显著提高总钙含量 ($P < 0.01$), 比 Con 组提高 10.64%。谷丙转氨酶、谷草转氨酶、谷氨酰胺转氨酶和磷酸肌酸激酶各组间均差异不显著 ($P > 0.05$)。由此得出, 在阿勒泰羊日粮中添加不同剂量的沙棘叶黄酮, 可以提高阿勒泰羊的日增重, 提高饲料效率; 提高净肉率, 降低胴体脂肪率和腹脂率。沙棘叶黄酮使阿勒泰羊血清总蛋白升高和尿素氮含量、碱性磷酸酶含量降低, 表明沙棘叶黄酮可以提高阿勒泰羊蛋白质的合成, 提高钙代谢, 而且对其他生理指标无不良影响。

关键词: 沙棘叶黄酮; 阿勒泰羊; 生长性能; 屠宰率; 血清生化指标

中图分类号: S815.4

文献标志码: A

文章编号: 0366-6964(2014)12-1981-07

Effects of Flavonoids of Sea Buckthorn Leaves on Growth Performance, Slaughter Performance and Serum Biochemical Indexes of Altay Sheep

LIU Yan-feng^{1,2}, TANG Shu-zhen², ZHANG Wen-ju^{1*}, HOU Guang-tian^{2*}, NIE Cun-xi¹, ZHANG Zhi-jun²

(1. College of Animal Science and Technology, Shihezi University, Shihezi 832002, China;

2. Feed Research Institute, Xinjiang Academy of Animal, Urumqi 830000, China)

Abstract: This experiment was conducted to investigate the effect of flavonoids of sea buckthorn leaves on growth performance, slaughter performance and serum biochemical indexes of Altay sheep. A total of 60 6-month-old with average weight of (28 ± 3) kg, health Altay sheep were randomly divided into 4 groups: low doses of flavonoids of Sea buckthorn leaves group, middle dose of flavonoids of Sea buckthorn leaves group, high dose of flavonoids of Sea buckthorn leaves group and the control group (SJHT-1 group, SJHT-2 group, SJHT-3 group and Con group), with 3 replicates per group and 5 sheep per replicate. The control group (Con) was fed the basal diet, the test groups were fed with different doses of flavonoids of sea buckthorn leaves (0%, 0.10%, 0.25%

收稿日期: 2014-04-14

基金项目: 新疆维吾尔自治区公益性科研院所基本科研业务经费资助项目 (KY2013008); 国家现代肉羊产业技术体系 (nycytx-39)

作者简介: 刘艳丰 (1981-), 男, 湖南临湘人, 助理研究员, 博士生, 主要从事动物营养与饲料营养研究, E-mail: liuyanfang520@sina.com

* 通信作者: 张文举, 教授, 博士生导师, E-mail: zhangwj022@sina.com; 侯广田, 研究员, 硕士生导师, E-mail: hougutian@sina.com

and 0.50%). The experiment lasted for 64 days. The results showed as follow: 1) Compared with the Con group, the average daily gain in SJHT-3 and SJHT-2 groups were significantly increased ($P < 0.05$). 2) Slaughter rates among all groups were not significantly different ($P > 0.05$); Compared with the Con group, the Net meat rate in SJHT-3 group significantly increased ($P < 0.01$); Fat rate in SJHT-3 group significantly reduced ($P < 0.01$), SJHT-2 significantly lower ($P < 0.05$); Percentage of abdominal fat in SJHT-3 group significantly reduced ($P < 0.05$). 3) Compared with the Con group, TP in SJHT-1 group significantly increased ($P < 0.01$), SJHT-2 significantly increased ($P < 0.05$); UN in SJHT-3 group significantly reduced ($P < 0.01$); LDL-C in SJHT-1 group significantly increased ($P < 0.01$), SJHT-2 group improved significantly ($P < 0.05$); ALP in SJHT-3 group significantly increased ($P < 0.05$); LDH in SJHT-2 group significantly increased ($P < 0.05$); Ca in SJHT-1 group significantly increased ($P < 0.01$). ALT, AST, GGT and CK of the trial group were not significantly different ($P > 0.05$) among all groups. It follows that, adding different doses of flavonoids of sea buckthorn leaves in diets of Altay sheep, can improve daily gain and lower feed efficiency and improve Net meat rate and reduce fat rate and percentage of abdominal fat. Flavonoids of sea buckthorn leaves can elevate serum TP and UN of Altay sheep, and decrease ALP, indicating that flavonoids of sea buckthorn leaves can increase protein synthesis of Altay sheep, but also conducive to the amino acid balance, improve the metabolism of calcium, and have no adverse effect on other physiological indexes.

Key words: flavonoids of sea buckthorn leaves; Altay sheep; growth performance; slaughter rate; serum biochemical indexes

新疆沙棘资源非常丰富, 主要分布在阿勒泰地区、塔城地区和昌吉回族自治州, 仅阿勒泰地区青河县就有 20 万亩人工种植林。沙棘黄酮可作为绿色饲料添加剂广泛应用于饲料生产^[1-2], 沙棘叶黄酮是以沙棘叶为原料提取而成。肉鸡生长全期饲料中添加 0.10% 沙棘叶黄酮后, 降低了平均日采食量, 但提高了屠宰率, 改善了胴体品质及风味^[3]。在仔猪饲料中添加 1 000 mg · kg⁻¹ (即 0.1%) 沙棘提取物, 可不同程度减少脂肪沉积^[4], 但沙棘叶黄酮对反刍动物的作用效果研究鲜有报道。

本研究以阿勒泰羊为试验动物, 研究饲料中添加不同剂量的沙棘叶黄酮对其生长性能、屠宰性能和血清生化指标的影响, 为沙棘叶的开发利用和作为反刍动物绿色添加剂提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

沙棘叶黄酮, 将采自新疆青河县沙棘叶阴干, 在实验室采用超声波提取, 提取方法为: 75% 乙醇提取 30 min; 料液比为 1 : 25; 使用紫外可见分光光度计在 368 nm 处测定黄酮含量为 0.388%。试验羊饲料精料中除沙棘叶黄酮外的原料和添加剂均购

自新疆乌鲁木齐市新华锐饲料有限公司。

1.2 试验设计和饲料

采用单因素随机区组试验设计, 选择体重为 (28.0 ± 3.5) kg 的阿勒泰羔羊 60 只, 随机分成 4 组, 低剂量沙棘叶黄酮组、中剂量沙棘叶黄酮组、高剂量沙棘叶黄酮组和对照组 (即 SJHT-1、SJHT-2、SJHT-3 和 Con), 每组 3 个重复, 每个重复 5 只, 重复之间体重接近。对照组饲喂基础饲料, 试验组饲喂在基础饲料中添加不同剂量的沙棘叶黄酮的试验饲料 (添加量分别为 0.10%、0.25% 和 0.50%)。试验期共 64 d, 其中预试期 7 d, 试验期 56 d。

饲养水平参照中国绵羊饲养标准 (NY-T 816-2004)^[5] 及试验羊场的饲料配方, 配制成育肥羊的全混合粉状饲料, 其组成及营养水平见表 1。

1.3 饲养管理

饲养试验于 2012 年 8—10 月, 在新疆畜牧科学院饲料研究所试验基地: 昌吉宝利工贸有限责任公司肉羊养殖场进行。试验前对羊舍进行消毒。试验羊采用按重复群饲, 预试期按组打好耳号, 免疫注射羊痘、口蹄疫和三联四防苗并进行驱虫。日喂 2 次, 分别为每天 08:00 和 19:00 点, 每次以吃饱略剩料约 10% 为准, 自由饮水。其他饲养管理措施和免疫接种

按羊场的常规免疫进行。在预试期内试验组由基础饲料逐渐过渡到试验饲料。试验期间羊舍内温湿度分别为 $(15.78 \pm 0.61)^\circ\text{C}$ 和 $(60.12 \pm 1.80)\%$ 。

表 1 饲料组成和营养水平(风干基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of diet (air-dry basis) %

| 项目 Item | 含量 Content |
|-----------------------------------|------------|
| 组成 Composition | |
| 苜蓿 Alfalfa | 33.33 |
| 麦秸 Wheat straw | 25.00 |
| 玉米 Corn | 23.750 |
| 玉米蛋白粉 Corn protein powder | 0.833 |
| 麦麸 Wheat bran | 3.250 |
| 葵花粕 Sunflower meal | 2.083 |
| 棉粕 Cottonseed meal | 5.833 |
| 玉米酒糟 DDGS | 2.500 |
| 石粉 Limestone | 1.250 |
| 磷酸氢钙 CaHPO_4 | 0.625 |
| 食盐 NaCl | 0.250 |
| 预混料 Premix ¹⁾ | 1.296 |
| 营养水平 Nutrient level ²⁾ | |
| 干物质 DM | 90.72 |
| 消化能/(MJ·kg ⁻¹)DE | 8.77 |
| 粗蛋白 CP | 13.62 |
| 粗纤维 CF | 19.63 |
| 钙 Ca | 0.86 |
| 磷 P | 0.29 |
| 灰分 ASH | 8.00 |

¹⁾. 每千克预混料含有:VA 15 000 IU, VD 5 000 IU, VE 50 mg, Fe 90 mg, Cu 12 mg, Mn 50 mg, Zn 110 mg, Se 0.3 mg, Co 0.5 mg。²⁾. 营养水平除消化能之外,均为实测值

1). Per kg of Premix contained the following: VA 15 000 IU, VD 5 000 IU, VE 50 mg, Fe 90 mg, Cu 12 mg, Mn 50 mg, Zn 110 mg, Se 0.3 mg, Co 0.5 mg. 2). The nutrient levels are values measured actually, except DE value is gained through calculating

1.4 样本采集与制备

在正试期第 1、第 28 和第 56 天当日早晨空腹,分别从各组随机选取 6 只试验羊颈静脉采集血样,共计 24 只。采血前禁食 12 h,用真空采血管颈静脉

采血 5 mL,静置 10 min 后,于 $3\ 000\ \text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ 离心 15 min,分离血清分装于 Eppendorf 管中,置于 -20°C 冷冻保存,用于血清指标的测定。

1.5 指标检测及方法

1.5.1 生长性能测定 在正试期第 1、第 28 和第 56 天禁食 12 h,当日早晨所有试验羊空腹称重,以重复统计耗料量。计算各组的日平均采食量(ADI)、日增重(ADG)和饲料效率。

1.5.2 屠宰性能测定 在正试期最后 1 d,每组挑选 3 只体重相近的羊,共 12 只进行屠宰。宰前 16 h 断料,2 h 断水。屠宰前进行宰前活体称重,宰后剥皮并将内脏(不包括肾)及头并前肢肘关节以下、后肢飞节以下弃去,即为胴体,称量胴体重。称重后剔骨,分别称量净肉重、脂肪重和骨重,从内脏分离腹脂,称重,做好记录。计算屠宰率、净肉率、脂肪率、骨肉比和腹脂率。

1.5.3 腹脂率的测定 腹脂是指将瘤胃和小肠等肠系膜附着的脂肪剥离后,但不包括经膜,进行称重并计算,腹脂率见式(1):

$$\text{腹脂率} = (\text{腹脂重量} / \text{胴体重量}) \times 100\% \quad \text{式(1)}$$

1.5.4 血清生化指标 检测血清中总蛋白、白蛋白、球蛋白、肌酐、尿素氮、胆固醇、葡萄糖、甘油三酯、高密度脂蛋白胆固醇、脂蛋白 a、低密度脂蛋白胆固醇、载脂蛋白 A、载脂蛋白 B、谷丙转氨酶、谷草转氨酶、谷氨酰转氨酶、碱性磷酸酶、磷酸肌酸激酶、乳酸脱氢酶、总钙和磷。本次试验指标由中国人民解放军兰州军区乌鲁木齐总医院协助完成,检测仪器为雅培 Abbot AEROSET 自动生化分析仪(美国产)。

1.6 数据处理和统计分析

试验数据用 Excel 2007 初步整理和计算后,采用 SPSS 19.00 统计软件中 ANOVA 进行单因子方差分析(One-way ANOVA, LSD)并进行 DUCAN 法多重比较,以 $P < 0.05$ 和 $P < 0.01$ 为差异显著和极显著性判断标准。结果以“平均值±标准误”表示。

2 结果

2.1 沙棘叶黄酮不同饲喂水平对阿勒泰羊生长性能的影响

由表 2 可知, SJHT-3 组日增重最高, SJHT-3、SJHT-2 组均与 Con、SJHT-1 组差异显著($P < 0.05$), SJHT-3、SJHT-2 组分别比 Con 组提高 8.22% 和 7.87%。SJHT-2 组与其他 3 组平均采食量差异极显著($P < 0.01$)。

表 2 沙棘叶黄酮对阿勒泰羊生长性能的影响

Table 2 Effect of flavonoids of sea buckthorn leaves on growth performance of Altay sheep

| 指标 Index | SJHT-1 | SJHT-2 | SJHT-3 | Con |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 初始重/kg IBW | 28.27±3.17 | 28.60±3.52 | 28.34±4.43 | 28.08±3.66 |
| 末重/kg FBW | 33.44±4.31 | 34.86±2.69 | 34.31±4.90 | 33.46±3.75 |
| 平均日增重/g ADG | 128.03±6.76 ^b | 138.78±4.67 ^a | 139.23±3.33 ^a | 128.66±3.96 ^b |
| 平均采食量/kg ADI | 0.98±0.01 ^{bb} | 1.06±0.01 ^A | 1.01±0.00 ^{Ba} | 1.00±0.01 ^{Bab} |
| 饲料增重比 Ratio of feed and body weight gain | 7.65 : 1 | 7.64 : 1 | 7.25 : 1 | 7.77 : 1 |

同一列相同小写字母表示差异不显著 ($P>0.05$), 不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$), 不同大写字母表示差异极显著 ($P<0.01$), 下同

In the same column, the same lowercase letters indicate no significant difference ($P>0.05$), different lowercase letters indicate significant difference ($P<0.05$), different capital letters indicate significant difference ($P<0.01$), the same as below

2.2 沙棘叶黄酮不同饲喂水平对阿勒泰羊屠宰性能的影响

由表 3 可知, 各组间屠宰率、肉骨比差异不显著 ($P>0.05$)。SJHT-3 组净肉率最高, 与 SJHT-1 组和 Con 组差异极显著 ($P<0.01$), 与 SJHT-2 组差异显著 ($P<0.05$), SJHT-3 组比 Con 组提高

11.88%。Con 组脂肪率最高, 与 SJHT-3 组差异极显著 ($P<0.01$), SJHT-3 组脂肪率比 Con 组降低 20.38%, 与 SJHT-2 组差异显著 ($P<0.05$), SJHT-2 组比 Con 组降低 15.72%。Con 组和 SJHT-3 组腹脂率差异显著 ($P<0.05$), SJHT-3 组比 Con 组降低 47.07%。

表 3 沙棘叶黄酮对阿勒泰羊屠宰性能的影响

Table 3 Effect of flavonoids of sea buckthorn leaves on slaughter performance of Altay sheep ($n=3$)

| 指标 Index | SJHT-1 | SJHT-2 | SJHT-3 | Con |
|--|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 宰前活重/kg Liveweight before slaughtering | 31.23±0.08 | 31.39±0.32 | 33.42±0.39 | 34.00±0.10 |
| 胴体重/kg Carcass weight | 14.43±0.17 | 14.53±0.43 | 16.31±0.12 | 16.40±0.05 |
| 净肉重/kg Net neat weight | 7.14±0.05 | 7.60±0.12 | 8.79±0.34 | 7.92±0.20 |
| 骨骼重/kg Bone weight | 2.94±0.33 | 2.82±0.06 | 3.18±0.23 | 2.99±0.06 |
| 脂肪重/kg Fat weight | 4.23±0.54 | 3.99±0.22 | 4.25±0.00 | 5.45±0.10 |
| 腹脂重/kg Abdominal fat weight | 0.70±0.05 | 0.66±0.02 | 0.61±0.14 | 1.125±0.06 |
| 屠宰率/% Slaughter rate | 46.19±0.67 | 46.27±0.88 | 48.79±0.19 | 48.24±0.38 |
| 净肉率/% Net meat rate | 49.51±1.00 ^B | 52.34±0.67 ^b | 53.86±1.74 ^{Aa} | 48.14±0.62 ^B |
| 肉骨比/% Meat-bone ratio | 20.39±2.49 | 19.44±0.14 | 19.50±1.55 | 18.20±0.41 |
| 脂肪率/% Fat rate | 30.11±3.49 ^{AB} | 28.20±0.83 ^b | 26.64±0.19 ^B | 33.46±0.68 ^{Aa} |
| 腹脂率/% Percentage of abdominal fat | 11.10±0.30 ^{ab} | 9.04±0.33 ^{ab} | 7.40±1.85 ^b | 13.98±0.82 ^a |

2.3 沙棘叶黄酮不同添加水平对阿勒泰羔羊血液指标的影响

由表 4 可知, SJHT-1 组血清总蛋白最高, 与 SJHT-3、Con 组均差异极显著 ($P<0.01$), SJHT-2 与 Con 组差异显著 ($P<0.05$), 其他组间均差异不显著 ($P>0.05$); SJHT-1 组和 SJHT-2 与 Con 组相比, 分别提高了 18.12% 和 11.69%。SJHT-1 组白蛋白最高, SJHT-1、SJHT-2 组均与 SJHT-3、Con 组差异显著 ($P<0.05$)。SJHT-1 球蛋白最高,

SJHT-1 与 Con 组差异极显著 ($P<0.01$); SJHT-1 与 SJHT-3 组差异显著 ($P<0.05$); SJHT-2 与 Con 组差异显著 ($P<0.05$); 其他组间均差异不显著 ($P>0.05$)。肌酐各组间差异均不显著 ($P>0.05$)。Con 组尿素氮含量最高, Con 与 SJHT-3 组差异极显著 ($P<0.01$); SJHT-1、SJHT-2 与 SJHT-3 组差异显著 ($P<0.05$)。SJHT-3 组尿素氮含量比 Con 组降低 22.66%。SJHT-2 组胆固醇含量最高, SJHT-2 与 Con 组差异极显著 ($P<0.01$); SJHT-2 与

SJHT-3 组差异显著($P < 0.05$); SJHT-1 与 Con 组相比,有增加趋势($P = 0.075$)。SJHT-2 组葡萄糖含量与 SJHT-3 组差异极显著($P < 0.01$); SJHT-1 与 SJHT-3 组差异显著($P < 0.05$)。各组间甘油三酯均差异不显著($P > 0.05$),但 SJHT-2 与 SJHT-3 组相比有增加的趋势($P = 0.065$)。SJHT-2 组高密度脂蛋白胆固醇与 SJHT-3 组差异极显著($P < 0.01$); SJHT-2 组与 SJHT-1、Con 组差异显著($P < 0.05$)。SJHT-1 组低密度脂蛋白胆固醇与 Con 组差异极显著($P < 0.01$), SJHT-2 与 Con 组差异显著($P < 0.05$), 分别比 Con 组提高了 52.17% 和 47.83%。各组间脂蛋白 a 和载脂蛋白 A 差异不显

著($P > 0.05$)。SJHT-3 组载脂蛋白比值与 SJHT-2、SJHT-1 组差异极显著($P < 0.01$)。谷丙转氨酶、谷草转氨酶、谷氨酰胺转氨酶和酶比值各组间均差异不显著($P > 0.05$)。SJHT-3 组碱性磷酸酶与 Con 组差异显著($P < 0.05$), 比 Con 组提高 14.93%。磷酸肌酸激酶各组间均差异不显著($P > 0.05$)。SJHT-2 组乳酸脱氢酶最高, 与其他组均差异显著($P < 0.05$), 比 Con 组提高 28.04%。SJHT-1 组总钙最高, 与 SJHT-3、Con 组均差异极显著($P < 0.01$); SJHT-2 与 SJHT-3 组差异显著($P < 0.05$), SJHT-1 组比 Con 组提高 10.64%。SJHT-1 组磷与 SJHT-3 组差异显著($P < 0.05$)。

表 4 沙棘叶黄酮对阿勒泰羊血清生化指标的影响

Table 4 Effect of flavonoids of sea buckthorn leaves on serum biochemical indexes of Altay sheep ($n=6$)

| 指标 Index | SJHT-1 | SJHT-2 | SJHT-3 | Con |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 总蛋白/(g · L ⁻¹) TP | 81.76 ± 2.04 ^{Aa} | 77.31 ± 2.40 ^{ABa} | 72.33 ± 1.81 ^{Bb} | 69.22 ± 2.03 ^{Bb} |
| 白蛋白/(g · L ⁻¹) ALB | 26.52 ± 0.67 ^a | 26.38 ± 0.40 ^a | 24.47 ± 0.52 ^b | 24.60 ± 0.79 ^b |
| 球蛋白/(g · L ⁻¹) GLO | 55.25 ± 2.33 ^{Aa} | 50.93 ± 2.58 ^{ab} | 47.87 ± 1.85 ^{bc} | 44.62 ± 1.57 ^{Bc} |
| 白球比 A/G | 0.49 ± 0.02 ^b | 0.53 ± 0.03 ^a | 0.52 ± 0.02 ^{ab} | 0.55 ± 0.02 ^a |
| 肌酐/(μmol · L ⁻¹) Cr | 58.83 ± 2.32 | 61.83 ± 1.32 | 63.17 ± 2.02 | 59.50 ± 1.04 |
| 尿素氮/(mmol · L ⁻¹) UN | 9.28 ± 0.37 ^{ab} | 9.51 ± 0.37 ^{ab} | 8.09 ± 0.45 ^{Bc} | 10.46 ± 0.59 ^{Aa} |
| 胆固醇/(mmol · L ⁻¹) TC | 1.18 ± 0.09 ^{ab} | 1.28 ± 0.05 ^{ABa} | 1.05 ± 0.05 ^{Bb} | 1.00 ± 0.04 ^C |
| 葡萄糖/(mmol · L ⁻¹) GLU | 4.08 ± 0.08 ^a | 4.22 ± 0.16 ^a | 3.69 ± 0.07 ^b | 3.97 ± 0.10 ^{ab} |
| 甘油三酯/(mmol · L ⁻¹) TG | 0.24 ± 0.02 | 0.27 ± 0.02 | 0.20 ± 0.02 | 0.25 ± 0.03 |
| 高密度脂蛋白胆固醇/(mmol · L ⁻¹) HDL-C | 0.51 ± 0.04 ^b | 0.62 ± 0.02 ^a | 0.50 ± 0.03 ^b | 0.53 ± 0.03 ^{ab} |
| 脂蛋白 a/(mg · L ⁻¹) Lp(a) | 50.05 ± 6.59 | 44.17 ± 1.98 | 53.66 ± 5.57 | 42.40 ± 1.14 |
| 低密度脂蛋白胆固醇/(mmol · L ⁻¹) LDL-C | 0.35 ± 0.02 ^{Aa} | 0.34 ± 0.02 ^a | 0.29 ± 0.03 ^{ab} | 0.23 ± 0.01 ^{Bb} |
| 载脂蛋白 A1 Apo A1 | 0.16 ± 0.00 | 0.16 ± 0.00 | 0.16 ± 0.00 | 0.16 ± 0.00 |
| 载脂蛋白 B Apo B | 0.2100 ± 0.00 ^{Aa} | 0.2083 ± 0.00 ^{ac} | 0.1967 ± 0.00 ^{Bb} | 0.2020 ± 0.00 ^c |
| 载脂蛋白比值 ApoA1 to Apo B ratio | 0.7533 ± 0.01 ^B | 0.7583 ± 0.01 ^B | 0.8133 ± 0.01 ^A | 0.7840 ± 0.01 ^a |
| 谷丙转氨酶/(U · L ⁻¹) ALT | 17.17 ± 1.75 | 18.50 ± 1.72 | 19.67 ± 2.76 | 16.20 ± 1.35 |
| 谷草转氨酶/(U · L ⁻¹) AST | 86.50 ± 5.49 | 99.00 ± 7.07 | 87.83 ± 6.58 | 83.60 ± 8.90 |
| 谷氨酰胺转氨酶/(U · L ⁻¹) GGT | 58.83 ± 5.30 | 60.66 ± 3.72 | 52.50 ± 5.99 | 54.40 ± 3.29 |
| 碱性磷酸酶/(U · L ⁻¹) ALP | 128.1 ± 16.96 ^{ab} | 138.00 ± 6.72 ^{ab} | 115.33 ± 17.70 ^b | 181.6 ± 39.31 ^a |
| 磷酸肌酸激酶/(U · L ⁻¹) CK | 195.5 ± 14.35 | 213.8 ± 9.21 | 225.5 ± 36.20 | 196.2 ± 15.06 |
| 乳酸脱氢酶/(U · L ⁻¹) LDH | 380.0 ± 22.31 ^b | 488.6 ± 24.49 ^a | 398.3 ± 41.10 ^b | 381.6 ± 40.58 ^b |
| 酶比值 ALT/AST | 0.20 ± 0.02 | 0.19 ± 0.01 | 0.22 ± 0.02 | 0.19 ± 0.01 |
| 总钙/(mmol · L ⁻¹) Ca | 3.12 ± 0.02 ^A | 2.97 ± 0.06 ^{ABa} | 2.70 ± 0.07 ^{Bb} | 2.82 ± 0.07 ^C |
| 磷/(mmol · L ⁻¹) P | 2.09 ± 0.07 ^a | 2.02 ± 0.07 ^{ab} | 1.77 ± 0.10 ^b | 2.01 ± 0.15 ^{ab} |

3 讨论

3.1 沙棘叶黄酮对阿勒泰羊生长性能的影响

为提高动物的采食量和饲料消化率,天然的饲料添加剂广泛应用于生产实践中^[6]。众多研究显

示,植物提取物能够提高反刍动物的采食量和饲料消化率^[7-10]。沙棘果渣及沙棘嫩枝叶能提高单胃动物的平均日增重和饲料报酬^[11-13],本试验结果表明,在反刍动物日粮中添加沙棘叶黄酮也显著增加平均日增重,降低饲料效率,0.50%沙棘叶黄酮比对照组

提高日增重 8.22%，降低饲料效率 6.69%。沙棘叶黄酮之所以能提高反刍动物对饲料的采食量和消化率，可能是因为提取物的添加改善了饲料的适口性，同时改变了瘤胃微生物菌群，调节肠道菌群结构有关^[14-15]。李垚等^[16]研究表明，在肉鸡生长全期饲料中添加沙棘黄酮 0.20% 极显著提高了肉鸡的屠宰率、胸肌和腿肌的肉色和腿肌粗蛋白质的含量，极显著降低了肉鸡的腹脂率，显著降低了胸肌和腿肌的滴水损失、腿肌粗脂肪，与本试验提高绵羊净肉率，降低脂肪率和腹脂率基本一致。

黄酮具有弱的雌激素样活性，可促进动物内分泌活动，影响机体代谢^[17]。潘妹霞等^[18]研究大豆异黄酮及雌激素对去势大鼠体重和 ghrelin 的影响，结果表明，高剂量异黄酮组和雌激素组大鼠体重增加量明显低于对照组和低剂量异黄酮组 ($P < 0.05$)，可能是大豆异黄酮可延缓雌激素水平降低导致的体重增长，其作用随着大豆异黄酮剂量增加而增加。高剂量时与雌激素竞争性结合，表现为抗雌激素样作用，相关内源激素显著下降。大豆黄酮还可以显著提高雄性动物如肉鸡、鸭等的生长速度，而对雄性去势大鼠日增重、腿肌重则无显著的影响；表明异黄酮植物雌激素对雄性动物的促生长作用可能依赖于睾丸的内分泌机制。曾瑞伟^[19]研究了大豆秸秆中异黄酮对湖羊生长代谢及肉品质的影响，发现大豆秸秆中异黄酮降低了肌肉脂肪的合成，提高瘦肉率、屠宰率及眼肌面积，可能是由于大豆秸秆中富含的纤维类物质促使瘤胃微生物增强其发酵性能力，进而使产生的挥发性脂肪酸中总体上乙酸的含量升高而异生成糖的丙酸含量下降。

黄酮可以通过下丘脑-垂体-性腺轴(或生长轴)促进睾酮、生长激素、IGF-1 的生成和释放，从而达到促进动物生长的作用，提高日增重。激素敏感脂肪酶(HSL)在激素调节下水解脂肪细胞中甘油三酯，是最初发动脂肪组织中甘油三酯分解的关键酶和限速酶，负责分解脂肪组织中的甘油三酯，释放出游离脂肪酸。在脂蛋白脂肪酶(LPL)的催化下，甘油三酯水解为脂肪酸和甘油，分离出来的游离脂肪酸小部分进入血液循环，LPL 的活性与组织摄取脂肪酸的能力密切相关，是脂肪沉积的关键酶。本研究中添加沙棘叶黄酮降低绵羊脂肪率，可能是沙棘叶黄酮提高脂肪中 HSL 的活性，LPL 的活性也发生改变，从而促进脂肪的分解，同时减少脂肪的沉积。需要进一步通过测定肌肉和脂肪中 HSL 和

LPL 的 mRNA 表达量进行验证。

3.2 沙棘叶黄酮不同添加水平对阿勒泰羔羊血液指标的影响

血清生化指标反映各组织器官的功能和机体的营养代谢状况^[20]。沙棘黄酮可通过改善与生长相关的生化指标提高动物生产性能，血清总蛋白是由白蛋白和球蛋白两部分组成的，总蛋白含量高，有利于提高代谢水平和免疫力，促进动物健康快速生长。通常认为，血清总蛋白含量与动物蛋白质营养供应状况和机体生长性能相关联。血清尿素氮含量反映动物体内蛋白质代谢和氨基酸之间的平衡状况，氨基酸平衡良好时，血清尿素氮含量下降^[21]。本试验中，添加沙棘叶黄酮组血清尿素氮含量均比对照组低，而总蛋白含量均比对照组高，表明沙棘叶黄酮可以提高蛋白质的合成，提高绵羊生长率和饲料转化率^[22]。沙棘黄酮可提高东北民猪试验组血清生长激素(GH)水平，降低血清总胆固醇(TC)、血清低密度脂蛋白胆固醇(LDL)含量^[4]；本试验添加沙棘叶提取物提高了 TC 和 LDL 含量。原因一是随着血清总蛋白的提高，葡萄糖和胆固醇也提高，以维持血清中各组保持动态平衡；原因二是沙棘黄酮对不同动物品种血清生化指标影响有差异。任道平等^[23]研究指出，在饲料中添加半胱胺和大豆黄酮可以提高杂交羊血清总蛋白、丙氨酸氨基转移酶、总胆固醇和碱性磷酸酶的含量。本试验中，添加沙棘叶黄酮，提高总胆固醇含量；添加中、低剂量的沙棘叶黄酮，提高了血清总蛋白；对丙氨酸氨基转移酶无影响；但高剂量沙棘叶黄酮降低了碱性磷酸酶含量，原因有待进一步验证。刘瑜^[24]发现，大果沙棘黄酮能降低 ALX 诱导的糖尿病小鼠甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)和低密度脂蛋白(LDL-C)的含量，提高高密度脂蛋白(HDL-C)及肝(肌)糖元的含量，具有降血脂的功能，沙棘黄酮对正常小鼠的血糖、血脂具一定的降低作用并抑制糖异生，并对血糖、血脂代谢具有积极作用，且呈量效关系^[25]。

沙棘叶、沙棘果肉渣、沙棘果核渣对甘肃细毛羊血红蛋白含量、谷草转氨酶、谷丙转氨酶、肌酐及尿素氮均无显著影响^[22]，本试验中，沙棘叶黄酮对血清中谷丙转氨酶、谷草转氨酶和谷氨酰转氨酶、磷酸肌酸激酶和乳酸脱氢酶均没有显著影响，进一步表明沙棘叶黄酮长期饲喂动物安全可靠，无蓄积性毒害^[26]。

血清中碱性磷酸酶含量的高低反映着该动物机体肝、肾等器官的代谢情况，血液中 AKP 含量升高

说明肝受损和心明显受损, AKP 的活性更低, 越健康^[27]。本试验中, 沙棘叶黄酮碱性磷酸酶降低, 而且与对照组差异显著, 表明沙棘叶黄酮对机体生理指标无不良影响。沙棘叶黄酮提高血清钙含量, 除 SJHT-3 组外, 其他 2 组磷含量也比对照组高, 高剂量沙棘叶黄酮饲喂量降低血清磷含量的原因有待进一步研究。

4 结 论

4.1 沙棘叶黄酮可以提高阿勒泰羊的日增重, 降低料肉比, 提高饲料效率; 提高净肉率, 降低胴体脂肪率和腹脂率。

4.2 沙棘叶黄酮使阿勒泰羊血清总蛋白含量升高和尿素氮含量降低, 表明沙棘叶黄酮可以提高阿勒泰羊蛋白质的合成, 而且对其他生理指标无不良影响。

参考文献:

[1] ZHAO Y Z, WU F H. Seabuckthorn flavonoids and their medical value[J]. *Hippophae*, 1997, 10(1): 39-41.

[2] 刘艳丰, 孙焕林, 唐淑珍, 等. 沙棘的理化性质及其在家禽生产中的应用[J]. *中国畜牧兽医*, 2013, 3(40): 247-250.

[3] 赵 伟, 陈 鑫, 刘红南, 等. 沙棘叶黄酮对肉鸡生长性能及胴体品质的影响[J]. *动物营养学报*, 2012, 24(1): 117-123.

[4] 刘长伟, 李 垚, 左金国, 等. 沙棘提取物对断奶仔猪生长和脂肪代谢的影响[J]. *饲料工业*, 2008, 8(29): 6-8.

[5] 王加启, 卢德勋, 杨红建, 等. 中国绵羊饲养标准(NY-T 816-2004). 2004.

[6] DENG Y C, YU Y Z, LUO H Y, et al. Antimicrobial activity of extract and two alkaloids from traditional Chinese medicinal plant *Stephania dielsiana*[J]. *Food Chem*, 2011, 124(4): 1556-1560.

[7] 李晓翠, 刘太宇. 大豆黄酮在反刍动物生产中的应用[J]. *中国畜牧兽医*, 2011, 4(38): 42-46.

[8] 张巧娥. 沙葱提取物的分离鉴定及其对绵羊消化道共轭亚油酸含量和胴体脂肪沉积影响的研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2007.

[9] 程文杰, 潘晓亮, 潘永斌, 等. 不同处理方法的人工栽培沙棘枝叶对绵羊育肥效果的影响[J]. *饲料研究*, 2013, 4: 40-43.

[10] 刘春龙. 丝兰属植物提取物对绵羊瘤胃发酵及饲粮养分消化的影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2004.

[11] 李 鑫, 付 晶, 王宝东, 等. 沙棘黄酮对 AA 肉仔鸡胴体和肉品质的影响[J]. *畜牧兽医学报*, 2008, 39

(9): 1217-1223.

[12] 杨应栋. 沙棘果渣提取物对育肥猪生产性能的影响[J]. *家畜生态学报*, 2009, 4(30): 61-62.

[13] 刘红南, 李 垚, 赵 伟, 等. 沙棘叶总黄酮对 1~21 日龄爱拔益加肉鸡蛋白质利用率的影响[J]. *动物营养学报*, 2010, 22(4): 1024-1030.

[14] WINDISCH W, SCHEDLE K, PLIMAER C, et al. Use of phytogetic products a feed additives for swine and poultry [J]. *J Anim Sci*, 2008, 86: 140-148.

[15] XIE Y, ZENG X L, LI G W, et al. Assessment of intestinal absorption of total flavones of *Hippophae rhamnoides* L. in rat using in situ absorption Models[J]. *Drug Dev Industrial Phar*, 2010, 36(7): 787-794.

[16] 李 垚, 付 晶, 王宝东, 等. 沙棘黄酮对 AA 肉仔鸡胴体和肉品质的影响[J]. *沙棘*, 2008, 21(4): 9-13.

[17] 尹靖东, 齐广海, 霍启光. 类黄酮对蛋鸡脂类代谢的影响[J]. *畜牧兽医学报*, 2002, 33(3): 215-220.

[18] 潘妹霞, 张彩霞, 肖本熙, 等. 大豆异黄酮及雌激素对去势大鼠体重和 ghrelin 影响[J]. *中国公共卫生*, 2012, 28(6): 795-796.

[19] 曾瑞伟. 大豆秸秆中异黄酮对湖羊生长代谢及肉品质的影响[D]. 南京: 南京农业大学, 2011.

[20] 吴 东, 陈婉如, 叶鼎承, 等. 低蛋白补充氨基酸饲料对北京鸭生长性能、血清生化指标及粪氮含量的影响[J]. *动物营养学报*, 2013, 25(2): 319-325.

[21] CHIANG Y H, YEO Y S. Effect of nutrition density and zeolite level in diet on body weight gain, nutrient utilization and serum characteristics of broilers[J]. *J Anim Sci*, 1983, 51: 591-600.

[22] 郭福存, 王建国, 谢家声, 等. 沙棘叶和沙棘果渣肉渣对奶山羊泌乳性能的影响[J]. *中兽医医药杂志*, 1990, (3): 9-11.

[23] 任道平, 耿忠诚, 刘胜军, 等. 半胱胺和大豆黄酮对东北细毛羊部分组织 IGF-I mRNA 表达量的影响[J]. *动物营养学报*, 2009, 21(6): 967-973.

[24] 刘 瑜. 大果沙棘黄酮对糖尿病小鼠生理功能的影响[C]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2011.

[25] 陈玉香, 张丽萍. 沙棘果水溶性多糖 H-n 的分离纯化与抗病毒研究[J]. *东北师大学报*, 1997, 4: 28-32.

[26] 刘绪川, 何国耀, 张礼华, 等. 沙棘叶及沙棘渣药理学试验和对畜禽生产性能的影响[J]. *沙棘*, 1989, 2(3): 25-30.

[27] 吴永胜, 董国忠, 王立常, 等. 饲料中添加铬-烟酸复合物对肉鸡生产性能、胴体成分及血液生化指标的影响[J]. *动物营养学报*, 2000, 12(2): 20-25.