

## 通脉颗粒药渣对杜寒杂交母羊屠宰性能、器官指数及瘤胃发酵参数的影响\*

张 佩, Abdallah ABEDIN, 孙泽威\*\*

(吉林农业大学 动物科技学院, 动物生产及产品质量安全教育部重点实验室,  
吉林省动物营养与饲料科学重点实验室, 吉林 长春 130118)

**摘要:**【目的】研究日粮添加通脉颗粒药渣 (Tongmai granule residues, TGR) 对羊屠宰性能、器官指数、复胃发育及瘤胃发酵参数的影响。【方法】选取 1 岁左右、平均体重为  $(29.64 \pm 1.80)$  kg 的健康杜寒杂交母羊 15 只, 随机分为 3 组, 每组 5 个重复, 分别为对照组 (不含 TGR)、10% TGR 组和 15% TGR 组。参照 NY/T 816—2004 配制基础日粮, 精粗质量比均为 6:4, 饲养至第 76 天屠宰。【结果】(1) 日粮添加 15% TGR 眼肌面积显著降低 ( $P < 0.05$ ), 但对宰前活重、胴体重、屠宰率均无显著影响 ( $P > 0.05$ )。 (2) 日粮添加 15% TGR 肾脏指数显著高于对照组 ( $P < 0.05$ ), 但其他器官指数差异均不显著 ( $P > 0.05$ )。 (3) 各组瘤胃、网胃、瓣胃、皱胃的绝对重量及其与宰前活重的相对重量差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 15% TGR 组瘤胃重与复胃重之比显著升高 ( $P < 0.05$ ), 皱胃重与复胃重比例显著下降 ( $P < 0.05$ )。 (4) 日粮添加 15% TGR 瘤胃 pH 和氨态氮质量浓度较对照组和 10% TGR 组显著升高 ( $P < 0.05$ ), 乙酸、丙酸、丁酸和 TVFA 浓度较对照组和 10% TGR 组显著降低 ( $P < 0.05$ )。【结论】在本试验条件下, 杜寒杂交母羊日粮中 TGR 添加水平为 10% 时, 饲喂效果较好。

**关键词:** 绵羊; 通脉颗粒药渣; 屠宰性能; 器官指数; 瘤胃发酵

中图分类号: S 816.79; S 826.925

文献标识码: A

文章编号: 1004-390X (2019) 04-0610-07

## Effects of Tongmai Granule Residue on Slaughter Performance, Organ Index and Rumen Fermentation Parameters of Doper × Short-tail Han Ewes

ZHANG Pei, Abdallah ABEDIN, SUN Zewei

(Jilin Provincial Key Laboratory of Animal Nutrition and Feed Science, Key Laboratory of Animal Production, Product Quality and Security of Ministry of Education, College of Animal Science and Technology, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

**Abstract:** [ Purpose ] To investigate the effects of the Tongmai granule residues (TGR) on slaughter performance, organ indexes, development of complex stomachs and rumen fermentation parameters in sheep. [ Method ] Fifteen healthy Doper × Short-tail Han ewes with an average body weight of  $(29.64 \pm 1.80)$  kg were randomly divided into 3 groups with 5 ewes in each group. They were control group (without TGR), 10% TGR group and 15% TGR group. The basic diet was prepared according to NY/T 816—2004. The ratio of concentrate to roughage was 6:4, and it was

收稿日期: 2018-11-28

修回日期: 2018-12-25

网络首发时间: 2019-07-16 10:29:57

\*基金项目: 吉林省秸秆饲料资源开发利用项目。

作者简介: 张佩 (1992—), 女, 陕西商洛人, 在读硕士研究生, 主要从事饲料资源开发与利用研究。

E-mail: 2214792684@qq.com

\*\*通信作者 Corresponding author: 孙泽威 (1974—), 男, 吉林磐石人, 博士, 教授, 主要从事反刍动物营养与饲料科学研究。E-mail: sunzewei@jlau.edu.cn

网络首发地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/53.1044.S.20190715.1134.002.html>



slaughtered until the 76<sup>th</sup> day. [Result] (1) The eye muscle area decreased significantly with dietary supplementation of 15% TGR ( $P<0.05$ ), but there was no significant difference in pre-slaughter live weight, carcass weight and slaughter rate ( $P>0.05$ ). (2) The kidney index in the 15% TGR group was significantly higher than those in the control group ( $P<0.05$ ), but there was no significant difference in other organ indexes between the groups ( $P>0.05$ ). (3) There was no significant difference in the absolute weight of rumen, reticulum, omasum, abomasum, and their relative weights to pre-slaughter live weight in all groups ( $P>0.05$ ). The ratio of rumen weight to compound stomach was significantly increased ( $P<0.05$ ), and the ratio of abomasum weight to compound stomach was significantly decreased with dietary supplementation of 15% TGR ( $P<0.05$ ). (4) The pH value and  $\text{NH}_3\text{-N}$  concentration in rumen of the 15% TGR group were significantly higher than those in the control group and 10% TGR group ( $P<0.05$ ). But the concentrations of acetic acid, propionic acid, butyric acid and total volatile fatty acid in the rumen of the 15% TGR group were significantly lower than those in control group and 10% TGR group ( $P<0.05$ ). [Conclusion] It is concluded that 10% TGR in the diet is the appropriate level of supplementation for Doper  $\times$  Short-tail Han ewes.

**Keywords:** sheep; Tongmai granule residues; slaughter performance; organ index; rumen fermentation

中草药作为中国宝贵的医疗资源,具有保健、预防和治疗疾病的作用。目前,随着中草药资源产业链的不断延伸,中国中草药行业发展迅猛,而中草药深加工产业化过程中产生的中草药渣产量巨大。受提取工艺和提取效率限制,中草药渣中仍含有丰富的生物活性物质<sup>[1]</sup>及纤维素、蛋白质、微量元素等营养物质<sup>[2]</sup>。例如:黄芪药渣中残留有 75.16% 毛蕊异黄酮和 77.06% 芒柄花素<sup>[3]</sup>,丹参药渣中残留有 3.62% 丹参酮 II<sub>A</sub>、2.56% 隐丹参酮、2.75% 丹参酮 I 以及 1.02% 次甲丹参酮<sup>[4]</sup>。可见,中草药渣具有进一步循环利用的价值。有研究表明:将不同中草药渣制剂添加到动物饲料中,具有促进生长发育、改善肌肉品质、增强机体免疫力和提高机体抗氧化能力等作用<sup>[5]</sup>。蔺军<sup>[6]</sup>和王旭东<sup>[7]</sup>研究发现:日粮添加中草药渣有降低陶寒一代肉羊羊肉膻味,提高羊肉品质的作用。万赛罗等<sup>[8]</sup>发现山药和熟地黄药渣有提高湖羊生长速率和经济效益的作用。

通脉颗粒由葛根、川芎、丹参按质量比 1:1:1 组成,具有活血通脉的功效,临床上主要用于缺血性心脑血管疾病,如冠心病、脑缺血、脑血栓、心绞痛、动脉硬化等。研究表明:多酚类化合物具有抗菌、抗炎、抗氧化、调节肠道菌群等作用,是通脉颗粒中心血管药理活性的主要药效成分<sup>[9-11]</sup>。通脉颗粒药渣(Tongmai granule residues, TGR)作为通脉颗粒水提后的副产

物,仍残留有这些多酚类化合物,具有一定的再利用价值。杜寒杂交羊是杜泊羊和小尾寒羊的杂交品种,具有产肉性能好、繁殖率高等特点<sup>[12]</sup>。但是,目前尚没有将 TGR 应用于杜寒杂交羊生产中的研究。因此,本试验通过研究 TGR 的营养价值及其对杜寒杂交母羊屠宰性能、器官指数、复胃发育及瘤胃发酵参数的影响,探讨 TGR 作为反刍动物饲料添加剂或饲料原料的可行性。

## 1 材料与方法

### 1.1 通脉颗粒药渣制备

试验用 TGR (丹参、川芎和葛根组成)由修正药业集团股份有限公司提供,药渣鲜样经自然风干后粉碎,过 40 目筛。

### 1.2 试验时间与地点

试验于 2018 年 6—8 月在吉林农业大学反刍动物试验基地进行,试验期 76 d;其中,第 1~15 天为预试期,第 16~76 天为正试期。

### 1.3 试验动物及饲养管理

本试验采用单因子随机区组设计,选择健康、体重相近 ( $29.64\pm 1.80$ ) kg、1 岁左右的杜寒杂交羊母羊 15 只,按照平均体重相近的原则分成 3 组,每组 5 个重复,每个重复 1 只羊。各组分别饲喂含有不同水平 TGR 的日粮,即对照组(不含 TGR)、10% 与 15% TGR 组。基础日粮参照《肉羊饲养标准》(NY/T 816—2004)配制,其组成及

营养水平见表 1，各组试验羊的日粮精粗质量比均为 6：4。试验前对羊舍进行清扫和消毒，并对试验羊只进行编号、驱虫及防疫。试验期间于每天 8：00 和 16：00 饲喂 2 次，先饲喂粗饲料，再饲喂精饲料，自由饮水，每天及时清扫，保持羊舍通风及卫生。

表 1 基础日粮组成及营养水平 (干物质基础)  
Tab. 1 Composition and nutrient levels of the basal diet (dry matter basis)

| 项目 items                                                 | 组别 groups   |         |         |
|----------------------------------------------------------|-------------|---------|---------|
|                                                          | 对照组 control | 10% TGR | 15% TGR |
| 原料 ingredients                                           |             |         |         |
| 羊草/% guinea grass                                        | 30.00       | 30.00   | 30.00   |
| 玉米秸秆/% maize straw                                       | 10.00       | 10.00   | 10.00   |
| 通脉颗粒药渣/% Tongmai granule residues                        | 0.00        | 10.00   | 15.00   |
| 糖蜜/% molasses                                            | 1.80        | 1.80    | 1.80    |
| 玉米/% corn                                                | 25.50       | 21.00   | 20.40   |
| 酒糟及其残渣混合物/% distiller's grains and their residue mixture | 10.95       | 9.52    | 9.35    |
| 喷浆玉米麸质饲料 (玉米皮)/% corn husk                               | 17.50       | 13.38   | 9.08    |
| 预混料/% premix <sup>1)</sup>                               | 0.40        | 0.40    | 0.40    |
| 尿素/% urea                                                | 0.35        | 0.50    | 0.67    |
| 食盐/% NaCl                                                | 0.80        | 0.80    | 0.80    |
| 石粉/% calcium carbonate                                   | 1.50        | 1.50    | 1.50    |
| 磷酸氢钙/% dcicaluium phosphate                              | 0.40        | 0.40    | 0.40    |
| 小苏打/% sodium bicarbonate                                 | 0.80        | 0.70    | 0.60    |
| 合计/% total                                               | 100.00      | 100.00  | 100.00  |
| 营养水平/% nutrient levles <sup>2)</sup>                     |             |         |         |
| 干物质/% dry matter                                         | 88.6        | 88.8    | 88.9    |
| 粗蛋白/% crude protein                                      | 12.44       | 12.39   | 12.38   |
| 代谢能/(MJ·kg <sup>-1</sup> ) ME                            | 9.9         | 9.7     | 9.6     |
| 中性洗涤纤维/% NDF                                             | 41.8        | 45.7    | 46.4    |
| 酸性洗涤纤维/% ADF                                             | 25.6        | 27.2    | 28.8    |
| 钙/% Ca                                                   | 0.82        | 0.87    | 0.90    |
| 磷/% P                                                    | 0.5         | 0.46    | 0.42    |

注：1) 预混料提供：VA 15 000 U/kg，VD 2 000 U/kg，VE 55 U/kg，Fe 50 mg/kg，Co 0.2 mg/kg，Cu 12.0 mg/kg，Se 0.5 mg/kg，Mn 50 mg/kg，I 0.55 mg/kg，Zn 25 mg/kg；2) 营养水平除代谢能均为实测值。  
Note: 1) The premix provided VA 15 000 U/kg, VD 2 000 U/kg, VE 55 U/kg, Fe 50 mg/kg, Co 0.2 mg/kg, Cu 12.0 mg/kg, Se 0.5 mg/kg, Mn 50 mg/kg, I 0.55 mg/kg, Zn 25 mg/kg; 2) Nutrient levels were all measured values except ME. ME. metabolizable energy; NDF. neutral detergent fiber; ADF. acid detergent fiber.

1.4 测定指标及方法

1.4.1 TGR 营养成分含量测定

粗灰分含量测定采用高温灼烧法，粗脂肪含量测定采用索氏提取法，粗蛋白含量测定采用 FOSS (Kjeltec™ 8400) 全自动凯氏定氮仪，粗纤维、酸性洗涤纤维、中性洗涤纤维、酸性洗涤木质素含量测定采用 ANKOM 2000i 全自动纤维分析仪，总能量测定采用微机全自动量热仪 (ZD-HW-6)。

1.4.2 屠宰性能测定

试验第 76 天，从每组随机选取 3 只羊屠宰，宰前 3 h 禁食，称量并记录羊只宰前活重。颈静脉放血处死，去除头、蹄、剥下皮毛、除去

内脏后，胴体称重，计算屠宰率：

屠宰率=胴体重/宰前活重×100%。

眼肌面积为倒数第 1 与第 2 肋骨之间脊椎上眼肌 (背最长肌) 的横切面积，用硫酸纸描绘出眼肌横切面的轮廓，计算眼肌面积：

眼肌面积 (cm<sup>2</sup>)=眼肌宽×眼肌高×0.7。

1.4.3 器官指数及复胃发育指数测定

羊只屠宰后，称量心脏、肝脏、脾脏、肺脏和肾脏的重量并记录，将瘤胃、网胃、瓣胃和皱胃进行分割，去除食糜并清洗干净后，称量各胃室重量并记录。

器官指数=(器官重量/宰前活重)×100%；

复胃指数=(复胃总重/宰前活重)×100%。

1.4.4 瘤胃发酵参数

羊只屠宰后, 迅速刨开瘤胃, 采集瘤胃食糜, 经 4 层纱布过滤后, 装入 50 mL 离心管, -80 ℃ 保存备用。瘤胃液采集过程中使用便捷式 pH 计 (S20K, METTLER TOLEDO, 瑞士), 测定 pH, 瘤胃液 NH<sub>3</sub>-N 质量浓度采用分光光度计比色法测定。瘤胃液 VFA 浓度使用 Agilent-7890A 气相色谱仪测定。色谱条件: 色谱柱 Nukol 毛细管柱 (30 m×0.32 mm×0.25 μm); 火焰氢离子检测器 (FID) 250 ℃, 进样口 220 ℃; 柱温升温程序: 初始温度 60 ℃, 然后以 20 ℃/min 升至 190 ℃, 保持 3 min; 气体流速: 载气氮气 75 mL/min, 氢气 70 mL/min, 空气 50 mL/min; 进样量: 1 μL。

1.5 数据统计及分析

试验数据采用 Excel 2016 进行统计整理, 用 SPSS 19.0 进行 ANOVA 单因素方差分析, 并用 Duncan 法进行多重比较, 显著性水平为  $P<0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 TGR 中营养成分的含量

TGR 中营养成分含量如表 2 所示。

2.2 TGR 对杜寒杂交母羊屠宰性能的影响

由表 3 可知: 日粮添加 TGR 对羊宰前活重、胴体重、屠宰率均无显著影响 ( $P>0.05$ ), 当 TGR 添加至 15% 时眼肌面积出现显著下降 ( $P<0.05$ )。

表 2 TGR 的营养成分含量

Tab. 2 Nutrient contents of TGR

| 营养成分<br>nutrients            | 通脉颗粒药渣<br>Tongmai granule residues |
|------------------------------|------------------------------------|
| 粗灰分/% ash                    | 6.57                               |
| 粗脂肪/% EE                     | 1.94                               |
| 粗蛋白质/% CP                    | 11.13                              |
| 粗纤维/% CF                     | 33.62                              |
| 中性洗涤纤维/% NDF                 | 54.23                              |
| 酸性洗涤木质素/% ADL                | 14.94                              |
| 酸性洗涤纤维/% ADF                 | 44.54                              |
| 总能/(MJ·kg <sup>-1</sup> ) GE | 18.20                              |

Note: EE. ether extract; CP. crude protein; CF. crude fiber; NDF. neutral detergent fiber; ADL. acid detergent lignin; ADF. acid detergent fiber; GE. gross energy.

2.3 TGR 对杜寒杂交母羊器官指数的影响

由表 4 可知: 日粮添加 TGR 对羊心脏、肝脏、脾脏及肺脏指数均无显著影响 ( $P>0.05$ ), 当 TGR 添加至 15% 时肾脏指数较对照组显著升高 ( $P<0.05$ )。

2.4 TGR 对杜寒杂交母羊复胃发育的影响

由表 5 可知: 日粮添加 TGR 对瘤胃、网胃、瓣胃、皱胃的绝对重量及其与宰前活重的相对重量均无显著影响 ( $P>0.05$ )。15% TGR 组瘤胃重与复胃重之比显著升高 ( $P<0.05$ ), 皱胃重与复胃重比例显著下降 ( $P<0.05$ )。

表 3 TGR 对杜寒杂交母羊屠宰性能的影响

Tab. 3 Effects of TGR on the slaughter performance in Doper × Short-tail Han ewe

| 项目 items                             | 组别 groups   |         |         | SEM  | P 值 P-Value |
|--------------------------------------|-------------|---------|---------|------|-------------|
|                                      | 对照组 control | 10% TGR | 15% TGR |      |             |
| 宰前活重/kg LWBS                         | 41.67       | 42.67   | 39.50   | 0.75 | 0.23        |
| 胴体重/kg carcass weight                | 17.90       | 18.00   | 17.00   | 0.39 | 0.59        |
| 屠宰率/% dressing percentage            | 42.99       | 42.29   | 42.99   | 0.85 | 0.94        |
| 眼肌面积/cm <sup>2</sup> eye muscle area | 21.45 a     | 22.47 a | 17.84 b | 0.83 | 0.02        |

注: 同行数据标不同字母表示差异显著 ( $P<0.05$ ), 无字母或相同字母表示差异不显著 ( $P>0.05$ ); 下同。  
Note: In the same rows, values with different letters mean significant difference ( $P<0.05$ ), while values with no letter or the same letter mean no significant difference ( $P>0.05$ ); LWBS. live weight before slaughter; the same as below.

表 4 TGR 对杜寒杂交母羊器官指数的影响

Tab. 4 Effects of TGR on the organ indexes in Doper × Short-tail Han ewe

| 项目 items           | 组别 groups   |         |         | SEM  | P 值 P-Value |
|--------------------|-------------|---------|---------|------|-------------|
|                    | 对照组 control | 10% TGR | 15% TGR |      |             |
| 心脏指数 heart index   | 0.34        | 0.35    | 0.38    | 0.02 | 0.65        |
| 肝脏指数 hepatic index | 1.23        | 1.33    | 1.40    | 0.05 | 0.32        |
| 脾脏指数 spleen index  | 0.14        | 0.12    | 0.11    | 0.01 | 0.37        |
| 肺脏指数 lungs index   | 0.63        | 0.67    | 0.73    | 0.03 | 0.53        |
| 肾脏指数 kidney index  | 0.18 b      | 0.25 ab | 0.27 a  | 0.02 | 0.04        |

表 5 TGR 对杜寒杂交母羊复胃发育的影响

Tab. 5 Effects of TGR on the development of complex stomachs in Doper × Short-tail Han ewe

| 项目 items                                           | 组别 groups   |          |         | SEM  | P 值 P-Value |
|----------------------------------------------------|-------------|----------|---------|------|-------------|
|                                                    | 对照组 control | 10% TGR  | 15% TGR |      |             |
| 瘤胃重/kg rumen weight                                | 0.59        | 0.61     | 0.65    | 0.03 | 0.74        |
| 网胃重/kg reticulum weight                            | 0.10        | 0.09     | 0.10    | 0.01 | 0.81        |
| 瓣胃重/kg omasum weight                               | 0.14        | 0.12     | 0.13    | 0.01 | 0.62        |
| 皱胃重/kg abomasum weight                             | 0.24        | 0.23     | 0.18    | 0.02 | 0.35        |
| 复胃重/kg complex stomachs weight                     | 1.07        | 1.04     | 1.06    | 0.02 | 0.92        |
| 瘤胃重/复胃重/% rumen weight/complex stomachs weight     | 55.01 b     | 57.98 ab | 60.76 a | 0.98 | 0.02        |
| 网胃重/复胃重/% reticulum weight/complex stomachs weight | 9.22        | 8.63     | 9.77    | 0.26 | 0.23        |
| 瓣胃重/复胃重/% omasum weight/complex stomachs weight    | 13.40       | 11.75    | 12.60   | 0.35 | 0.17        |
| 皱胃重/复胃重/% abomasum weight/complex stomachs weight  | 22.37 a     | 21.64 a  | 16.87 b | 0.91 | <0.01       |
| 瘤胃重/宰前活重/% rumen weight/LWBS                       | 1.41        | 1.42     | 1.63    | 0.06 | 0.25        |
| 网胃重/宰前活重/% reticulum weight/LWBS                   | 0.23        | 0.21     | 0.26    | 0.02 | 0.44        |
| 瓣胃重/宰前活重/% omasum weight/LWBS                      | 0.34        | 0.29     | 0.34    | 0.02 | 0.47        |
| 皱胃重/宰前活重/% abomasum weight/LWBS                    | 0.58        | 0.53     | 0.45    | 0.03 | 0.33        |
| 复胃重/宰前活重/% complex stomachs weight/LWBS            | 2.57        | 2.45     | 2.69    | 0.05 | 0.21        |

2.5 TGR 对杜寒杂交母羊瘤胃发酵参数的影响

( $P<0.05$ ), 而 pH、 $\text{NH}_3\text{-N}$  质量浓度及乙酸与丙酸比例显著升高 ( $P<0.05$ )。

由表 6 可知：日粮 TGR 添加至 15% 时瘤胃乙酸、丙酸、丁酸和 TVFA 含量均出现显著下降

表 6 TGR 对杜寒杂交母羊瘤胃发酵参数的影响

Tab. 6 Effects of TGR on the rumen fermentation parameters in Doper × Short-tail Han ewe

| 项目 items                                                   | 组别 groups   |         |         | SEM  | P 值 P-Value |
|------------------------------------------------------------|-------------|---------|---------|------|-------------|
|                                                            | 对照组 control | 10% TGR | 15% TGR |      |             |
| pH                                                         | 5.83 b      | 5.89 b  | 6.31 a  | 0.09 | 0.04        |
| $\rho$ (氨态氮)/(mg·dL <sup>-1</sup> ) $\text{NH}_3\text{-N}$ | 3.51 b      | 3.17 b  | 6.71 a  | 0.32 | <0.01       |
| c (总挥发性脂肪酸)/(mmol·L <sup>-1</sup> ) TVFA                   | 90.77 a     | 94.68 a | 59.21 b | 5.96 | <0.01       |
| c (乙酸)/(mmol·L <sup>-1</sup> ) acetate                     | 59.29 a     | 63.19 a | 41.44 b | 3.60 | <0.01       |
| c (丙酸)/(mmol·L <sup>-1</sup> ) propionate                  | 22.58 a     | 21.57 a | 10.69 b | 2.04 | <0.01       |
| c (丁酸)/(mmol·L <sup>-1</sup> ) butyrate                    | 8.91 a      | 9.92 a  | 7.08 b  | 0.45 | <0.01       |
| 乙酸/丙酸 acetate/propionate                                   | 2.63 b      | 2.97 b  | 3.89 a  | 0.21 | <0.01       |

3 讨论

3.1 TGR 对杜寒杂交母羊屠宰性能的影响

屠宰性能能直观反映动物的生长性能和经济价值，胴体重、眼肌面积以及屠宰率等是衡量屠宰性能高低的主要指标<sup>[13]</sup>。有研究认为屠宰率和胴体重主要受宰前活重影响，一般情况下，绵羊的屠宰率和宰前活重呈正相关<sup>[14]</sup>。本试验结果显示：各组羊只宰前活重、胴体重和屠宰率均无显著性差异，但 10% TGR 组宰前活重和胴体重呈升高趋势。眼肌面积是反映肉羊胴体品质的主要因素之一，通常眼肌面积越大，肉羊的胴体重也越大<sup>[15]</sup>。本试验中，各组羊只也表现出眼肌面积

越大，胴体重越大的趋势，日粮添加 10% TGR 对眼肌面积无显著影响，但添加量增至 15% 时，眼肌面积显著下降。因此，本试验结果表明日粮中添加 10% TGR 对杜寒杂交母羊屠宰性能无不良影响，且有提高趋势。

3.2 TGR 对杜寒杂交母羊器官指数和复胃发育的影响

器官重量和器官指数在一定程度上反映了动物机体的生长发育情况和机体机能情况，对生产实际和理论研究具有重要意义<sup>[16]</sup>。器官指数在一定范围内增加表示器官机能增强，过大可能是水肿、充血等病理变化；器官指数降低则器官萎缩及退行性变化。一般情况下，动物可以调控其内

脏器官与机体的生长发育相适应<sup>[17-18]</sup>。本试验研究发现:添加 TGR 对羊心脏、肝脏、脾脏及肺脏指数均无显著性影响,说明动物这些器官的发育与整个机体的生长发育相协调。肾脏的主要功能是通过尿液形式排泄机体的代谢废物,在蛋白质、葡萄糖、无机盐等重吸收、维持机体稳态及内环境平衡方面发挥重要作用<sup>[19]</sup>。本试验中 15% TGR 组显著提高了肾脏指数,其原因可能是 TGR 中丹参、川芎和葛根有保护肾脏、改善肾脏功能、促进机体组织修复和再生的作用<sup>[20-21]</sup>,进而促进了肾脏的生长发育,也可能是因为添加量过大导致肾脏负担过重所致。由此可见,本试验条件下 TGR 用于母羊日粮在一定程度上可以增强内脏器官功能。

反刍动物复胃发育的程度与其采食能力和消化能力直接相关,其中瘤胃的发育最为重要,关系到成年以后动物的生产性能<sup>[22]</sup>。本试验结果表明:10% TGR 组和 15% TGR 组瘤胃、网胃、瓣胃、皱胃、复胃的重量及其占宰前活重比例与对照组差异均不显著,表明试验羊只的胃部发育与其机体的生长发育相适应。15% TGR 组羊只瘤胃重占复胃重比例显著高于对照组,表明日粮添加一定比例 TGR 可以促进杜寒杂母羊瘤胃发育。在反刍动物复胃中,皱胃是唯一能够分泌消化酶的胃室,动物出生后,已经具备消化能力,是复胃中最不易受饲料影响的胃室<sup>[23-24]</sup>。本试验中,羊只瘤胃重占复胃重比例随 TGR 添加水平增加呈上升趋势,而皱胃重占复胃重比例却随 TGR 添加水平增加呈下降趋势。这与祁敏丽等<sup>[17]</sup>报道一致,可能是由于杜寒杂母羊对饲料营养物质的消化吸收模式发生改变而造成的结果。

### 3.3 TGR 对杜寒杂母羊瘤胃发酵参数的影响

瘤胃液 pH 是反映瘤胃发酵水平的重要指标之一,主要受饲料种类、唾液分泌量等因素的影响,其中饲料结构和营养水平是其波动的主要因素<sup>[25]</sup>。瘤胃液 pH 的正常变化范围通常在 5.5~7.5 之间,最适宜 pH 范围为 6.5~7.0<sup>[26]</sup>。顾小卫等<sup>[27]</sup>和祐群等<sup>[28]</sup>研究发现:日粮中添加中草药添加剂可以提高奶牛瘤胃液 pH。王国泽<sup>[29]</sup>研究表明:苍术、藿香、黄檗等组成的复方中药可以提高山羊瘤胃液 pH,对其影响范围为 6.22~6.91。由此可见,中草药在维持反刍动物瘤胃内环境稳定方面具有一定潜力。本试验结果显示:饲料添加

TGR 可以提高动物瘤胃液 pH,与上述研究结果一致,并且 15% TGR 组瘤胃液 pH 显著高于对照组和 10% TGR 组,但均属于正常范围内,这可能是由于 TGR 显著降低了 15% TGR 组瘤胃中 TVFA 的含量,进而导致 pH 升高的原因。

瘤胃  $\text{NH}_3\text{-N}$  是饲料蛋白质、机体内源蛋白质和非蛋白质氮化合物在瘤胃中的降解产物,也是瘤胃微生物合成菌体蛋白的重要原料。其质量浓度可以反映瘤胃微生物降解饲料蛋白质生成  $\text{NH}_3\text{-N}$  以及利用  $\text{NH}_3\text{-N}$  合成微生物蛋白之间的平衡状况。有研究认为:瘤胃液中  $\text{NH}_3\text{-N}$  的最佳质量浓度为 0.35~29 mg/dL<sup>[30]</sup>。本试验中,各组瘤胃液  $\text{NH}_3\text{-N}$  质量浓度都在正常的范围内,均可满足瘤胃微生物生长的需要。但随着 TGR 添加水平的提高,  $\text{NH}_3\text{-N}$  质量浓度有上升趋势,且 15% TGR 组显著高于对照组和 10% TGR 组。刘庆华等<sup>[31]</sup>发现:在南江黄羊母羊日粮中添加复方中草药,随着中草药添加水平提高,  $\text{NH}_3\text{-N}$  质量浓度增加,本试验结果与此一致。

VFA 是碳水化合物经瘤胃中多种微生物发酵后的主要产物,其作用是维持瘤胃内环境和为动物机体提供能量。VFA 组成比例及含量是评价反刍动物瘤胃消化代谢程度的直接指标<sup>[32-33]</sup>。本研究发现:10% TRG 组的 TVFA 浓度高于对照组,但差异不显著。说明适量添加 TGR 有助于瘤胃微生物发酵产生更多的 VFA,从而为动物提供更多能量。唐志文等<sup>[34]</sup>发现:一定量的金银花提取物可以提高荷斯坦奶牛瘤胃体外发酵液 TVFA 浓度,本试验结果与此一致。王国泽<sup>[29]</sup>发现,复方中药有降低瘤胃 TVFA 的作用。乔国华等<sup>[35]</sup>发现添加高剂量的女贞子提取物可显著提高绵羊瘤胃液丙酸浓度和 TVFA 浓度。但本试验中 15% TGR 组乙酸、丙酸、丁酸和 TVFA 浓度显著低于 10% TGR 组和对照组,这可能与添加物的种类、添加剂量和添加形式有关。由此说明过量添加 TGR 可能会对瘤胃微生物产生不利影响,进而降低瘤胃发酵功能。

## 4 结论

在本试验条件下,饲料添加 TGR 可以在一定程度上提高杜寒杂母羊屠宰性能和器官指数,并改善瘤胃发酵功能,当 TGR 添加水平为 10% 时,饲喂效果较好。

## [参考文献]

- [1] 马逊风, 马宏军, 唐占辉, 等. 中药渣剩余成分分析及利用途径研究[J]. 东北师大学报(自然科学版), 2004, 36(2): 108. DOI: 10.3321/j.issn:1000-1832.2004.02.020.
- [2] 黎智华, 祝倩, 姬玉娇, 等. 六种中药渣的营养成分[J]. 天然产物研究与开发, 2017, 29(1): 93. DOI: 10.16333/j.1001-6880.2017.1.017.
- [3] CHEN C Y, ZU Y G, FU Y J, et al. Preparation and antioxidant activity of Radix Astragali residues extracts rich in calycosin and formononetin[J]. Biochemical Engineering Journal, 2011, 56(1/2): 84. DOI: 10.1016/j.bej.2011.04.015.
- [4] SHI L, YU H S, JIN F X. Study on Tanshinone extracted from *Salvia miltiorrhiza* Bge. dregs[J]. Agricultural Science Technology, 2010, 1(1): 103. DOI: 10.16175/j.cnki.1009-4229.2010.01.005.
- [5] 冯亚杰, 王二耀, 张子敬, 等. 中药渣的营养价值及其在畜禽生产中的应用进展[J]. 中国饲料, 2018(4): 19. DOI: 10.15906/j.cnki.cn11-2975/s.20180404.
- [6] 蔺军. 日粮中添加党参、黄芪渣对羊肉挥发性风味化合物影响的研究[J]. 中国草食动物科学, 2015, 35(2): 24. DOI: 10.3969/j.issn.2095-3887.2015.02.008.
- [7] 王旭东. 日粮中添加党参、黄芪渣对羊肉品质的影响[J]. 中国草食动物科学, 2015, 35(2): 32. DOI: 10.3969/j.issn.2095-3887.2015.02.010.
- [8] 万赛罗, 陈青, 朱露, 等. 熟地黄和山药药渣替代湖羊部分粗饲料饲喂效果[J]. 安徽科技学院学报, 2018, 32(4): 12. DOI: 10.19608/j.cnki.1673-8772.2017.0543.
- [9] 张颖, 李丹, 韩笑, 刘建勋. 通脉颗粒活血通脉功效的指征药效成分研究[J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2015, 17(7): 1398. DOI: 10.11842/wst.2015.07.012.
- [10] WU S, ZHOU Q L, YANG X W. UFLC-DAD-ESI-IT-TOFMS<sup>n</sup> analysis on biotransformation of Tongmai formula incubated with human intestinal bacteria[J]. Chinese Herbal Medicines, 2017, 9(3): 258. DOI: 10.1016/S1674-6384(17)60102-3.
- [11] 袁莹, 李乐, 陈静霞, 等. 多酚类化合物的提取及功效研究进展[J]. 粮食与油脂, 2018, 31(7): 15.
- [12] 何冰, 吴建平, 赵生国, 等. 不同饲喂水平对‘杜泊羊’和‘小尾寒羊’杂交公羔生长、屠宰性能及器官指数的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2018, 53(1): 9. DOI: 10.13432/j.cnki.jgsau.2018.01.002.
- [13] 万凡, 马涛, 马晨, 等. 不同饲养标准对杜寒杂交肉用绵羊生产和屠宰性能的影响[J]. 动物营养学报, 2016, 28(11): 3483. DOI: 10.3969/j.issn.1006-267x.2016.11.015.
- [14] 荷花. 饲养模式对绒山羊成年母羊育肥和屠宰性能的影响[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2013.
- [15] 侯川川, 马莲香, 邱家凌, 等. 饲料类型对育肥湖羊生长性能、屠宰性能和肉品质的影响[J]. 动物营养学报, 2018, 30(12): 5023.
- [16] 赵艳兵, 任有蛇, 张春香, 等. 日粮中添加燕麦秸秆对绵羊屠宰性能、器官指数、肉品质及血液生化指标的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2017, 37(12): 877. DOI: 10.13842/j.cnki.issn1671-8151.2017.12.019.
- [17] 祁敏丽, 柴建民, 王波, 等. 饲料营养限制对早期断奶湖羊羔羊生长性能以及内脏器官发育的影响[J]. 动物营养学报, 2016, 28(2): 444. DOI: 10.3969/j.issn.1006-267x.2016.02.018.
- [18] 曲洪磊, 刘桂芹, 李文强, 等. 复方阿胶浆药渣替代粮饲料对驴血液参数、脏器指数及肉抗氧化能力的影响[J]. 饲料工业, 2018, 39(7): 24. DOI: 10.13302/j.cnki.fi.2018.07.006.
- [19] 刁志成, 曲杨华, 刘策, 等. 饲用油菜混合青贮对湖羊屠宰性能及肉品质的影响[J]. 中国畜牧兽医, 2018, 45(6): 1564. DOI: 10.16431/j.cnki.1671-7236.2018.06.018.
- [20] 车继敏, 罗维. 可致肾脏毒性和肾脏保护作用的中药[J]. 中国医药指南, 2013, 11(8): 269. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8194.2013.08.213.
- [21] 张瑞婷, 周涛, 宋潇潇, 等. 葛根的活性成分及其药理作用研究进展[J]. 安徽农学通报, 2018, 24(1): 15. DOI: 10.16377/j.cnki.issn1007-7731.2018.01.007.
- [22] 岳喜新, 刁其玉, 邓凯东, 等. 饲喂代乳粉对羔羊生长性能和体组织参数的影响[J]. 饲料工业, 2010, 31(19): 43. DOI: 10.3969/j.issn.1001-991X.2010.19.013.
- [23] 杨彬彬, 郭春华, 王之盛, 等. 精料补饲水平对早期断奶羔羊复胃发育的影响[J]. 动物营养学报, 2010, 22(6): 1757. DOI: 10.3969/j.issn.1006-267x.2010.06.042.
- [24] 柴建民, 刁其玉, 屠焰, 等. 早期断奶时间对湖羊羔羊组织器官发育、屠宰性能和肉品质的影响[J]. 动物营养学报, 2014, 26(7): 1838. DOI: 10.3969/j.issn.1006-267x.2014.07.016.
- [25] ANANTASOOK N, WANAPAT M, CHERDTHONG A, et al. Effect of plants containing secondary compounds with palm oil on feed intake, digestibility, microbial protein synthesis and microbial population in dairy cows[J]. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 2013, 26(6): 820. DOI: 10.5713/ajas.2012.12689.
- [26] 杨艳, 瞿明仁, 欧阳克惠, 等. 逐步提高精粗比及其对锦江黄牛瘤胃发酵及酸代谢的影响[J]. 饲料研究, 2013(10): 4. DOI: 10.13557/j.cnki.issn1002-2813.2013.10.006.
- [27] 顾小卫, 赵国琦, 金晓君, 等. 中草药添加剂对奶牛干物质采食量及瘤胃内环境的影响[J]. 中国奶牛, 2010(4): 18. DOI: 10.3969/j.issn.1004-4264.2010.04.009.
- [28] 祜群, 宝拉日, 海林, 等. 中草药添加剂对奶牛干物质采食量和瘤胃发酵的影响[J]. 中国饲料, 2018(18): 38. DOI: 10.15906/j.cnki.cn11-2975/s.20181808.
- [29] 王国泽. 复方中药对山羊瘤胃发酵及细菌菌群的影响研究[D]. 重庆: 西南大学, 2015.
- [30] OWENS F N, BERGEN W G. Nitrogen metabolism of ruminant animals: historical perspective, current understanding and future implications 1, 2[J]. Journal of Animal Science, 1983, 57(S2): 498. DOI: 10.1051/gse:19830408.
- [31] 刘庆华, 刘长桃, 林欣, 等. 复方中草药添加剂对南江黄羊瘤胃代谢和细菌数量的影响[J]. 经济动物学报, 2013, 17(2): 78. DOI: 10.13326/j.jea.2013.02.005.
- [32] 睦丹, 李志静, 张力莉, 等. 锌缺乏对滩羊瘤胃发酵的影响[J]. 畜牧与兽医, 2014, 46(7): 83.
- [33] 冯仰廉. 反刍动物营养学[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [34] 唐志文, 蒋林树, 杨亮, 等. 金银花提取物对瘤胃体外发酵参数及产气量的影响[J]. 动物营养学报, 2018, 30(2): 790. DOI: 10.3969/j.issn.1006-267x.2018.02.045.
- [35] 乔国华, 周学辉, 王晓力, 等. 几种中草药对绵羊瘤胃发酵、抗氧化功能和营养物质消化率的影响[J]. 中国饲料, 2011(11): 15. DOI: 10.3969/j.issn.1004-3314.2011.11.005.

责任编辑: 何承刚