

DOI:10.11829/j.issn.1001-0629.2015-0749

韩娥, 吴文旋, 吴佳海, 王恒怡, 刘发翠. 代乳粉对成年黔北麻羊瘤胃发酵及血浆生化指标的影响. 草业科学, 2016, 33(10): 2104-2110.
Han E, Wu W X, Wu J H, Wang H Y, Liu F C. Effects of milk replacer on rumen fermentation and plasma biochemical indices of adult Qianbeima goats. Pratacultural Science, 2016, 33(10): 2104-2110.



代乳粉对成年黔北麻羊瘤胃发酵及 血浆生化指标的影响

韩娥¹, 吴文旋^{1,2}, 吴佳海³, 王恒怡¹, 刘发翠¹

(1. 贵州大学动物科学学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 贵州大学新农村发展研究院, 贵州 贵阳 550025;

3. 贵州省草业研究所, 贵州 贵阳 550006)

摘要: 基于笔者所在课题组前期对饲喂代乳粉可以改善黔北麻羊羔羊生产性能的研究结果, 本研究进一步分析代乳粉对瘤胃发酵及血浆生化指标的影响, 以期在生产实践中应用代乳粉提供基础数据。本研究采用 3×3 拉丁方试验设计, 将健康无病, 体重、年龄一致的成年黔北麻羊 6 只分为 3 组(对照组、试验 1 组、试验 2 组), 每组两个重复, 每个重复 1 只羊, 单笼饲喂。对照组饲喂基础饲料, 试验 1 组、试验 2 组在基础饲料基础上分别添加 2.5%、5% 代乳粉。试验持续 45 d, 分 3 期, 每期 15 d, 包括 14 d 预饲期和 1 d 采样期。结果显示, 1) 代乳粉对瘤胃液 pH、微生物蛋白产量影响均不显著($P>0.05$); 试验 1 组氨态氮浓度显著低于对照组($P<0.05$)。2) 各组间瘤胃微晶纤维素酶、纤维二糖酶及木聚糖酶活数值差异均不显著($P>0.05$), 但试验 1 组、试验 2 组羧甲基纤维素酶活水平显著高于对照组($P<0.05$)。3) 试验 1 组、试验 2 组的瘤胃乙酸、丙酸、丁酸及总挥发性脂肪酸显著高于对照组($P<0.05$), 试验 2 组数值高于试验 1 组; 乙酸/丙酸显著低于对照组($P<0.05$)。4) 试验 2 组血浆葡萄糖显著低于试验 1 组($P<0.05$)、总蛋白显著低于对照组($P<0.05$), 其余血浆指标差异不显著($P>0.05$)。由此可见, 补饲代乳粉可改善黔北麻羊瘤胃发酵参数及部分血浆生化指标; 综合来看, 以 5% 水平较好。

关键词: 代乳粉; 瘤胃发酵; 血浆生化指标; 成年黔北麻羊

中图分类号: S816.32

文献标志码: A

文章编号: 1001-0629(2016)10-2104-07*

Effects of milk replacer on rumen fermentation and plasma biochemical indices of adult Qianbeima goats

Han E¹, Wu Wen-xuan^{1,2}, Wu Jia-hai³, Wang Heng-yi¹, Liu Fa-cui¹

1. College of Animal Science, Guizhou University, Guiyang 550025, China;

2. Guizhou University, Institute for New Rural Development, Guiyang 550025, China;

3. Guizhou Institute of Prataculture, Guiyang 550006, China)

Abstract: This study was conducted to evaluate the effects of milk replacer on rumen fermentation and plasma biochemical indices of Qianbeima adult goats based on our previous study revealing that milk replacer can improve growth performance of Qianbeima lambs. Six healthy goats were assigned to 3×3 Latin square design according to their age and body weight: control, treatment 1, and treatment 2. The goats in control were fed basal diet, while treatment 1 and treatment 2 were supplemented with 2.5%, 5% milk replacer, respectively. Ex-

* 收稿日期: 2015-12-30 接受日期: 2016-04-05

基金项目: 贵州大学大学生创新创业训练计划项目(201510657012); 国家自然科学基金(31360563); 贵州山区牧草产业化生产技术研究集成与应用(黔科合重大专项字[2014]6017号); 贵州大学科技兴村人才培育基地建设项目; 贵州省农业科技攻关项目(黔科合 NY 字[2009]3085)

第一作者: 韩娥(1993-), 女, 贵州织金人, 硕士, 主要从事动物营养方面的研究。E-mail: 1054541418@qq.com

通信作者: 吴文旋(1979-), 贵州安顺人, 教授, 硕士, 主要从事动物营养方面的研究。E-mail: www3419@126.com

共同通信作者: 吴佳海(1969-), 男(苗族), 贵州松桃人, 研究员, 硕士, 主要从事草资源育种及开发利用研究。E-mail: wujiahai@126.com

perimental last 45 days including 3 phases with 14-day adaptation and 1-day sampling duration for each phase. The results showed that: 1) Feeding of nutritional fortifier had no significant difference ($P>0.05$) for ruminal pH and MCP levels. The $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration was found to be the lowest in treatment 1, which was significantly decreased than control ($P<0.05$). 2) Ruminal activities of microcrystalline cellulose, cellobiase, and xy-lanase were unaffected for 3 treatments ($P>0.05$), however, carboxymethyl cellulose level for treatment 1 and treatment 2 was significantly higher than control ($P<0.05$). 3) Ruminal levels of acetic acid, propionate, butyrate, and total volatile fatty acid (TVFA) in treatment 1 and 2 were higher than control ($P<0.05$); while A/P was decreased ($P<0.05$). 4) Treatment 2 had a decreased ($P<0.05$) plasma Glu level than treatment 1 and a decreased TG level than control. The other plasma metabolites (UN, TP, Alb, TC, and Cr) were unaltered by nutritional fortifier addition ($P>0.05$). It was suggested that milk replacer could improve rumen fermentation parameters, cellulose activity, VFA levels, and some plasma metabolites for goats. Overall, addition of 5% level milk replacer was recommended in the practice.

Key words: milk replacer; rumen fermentation; plasma metabolite; adult Qianbeima goats

Corresponding author: Wu Wen-xuan E-mail: wwx3419@126.com

Wu Jia-hai E-mail: wujiahai@126.com

代乳粉根据动物生理营养特点研制,传统思维中主要应用在幼龄哺乳动物中,可提高采食量、生长性能,改善血浆生化指标,降低饲养成本,提高经济效益。适宜水平的代乳粉可显著改善早期断奶犊牛的体斜长、胸围及体高,降低饲料成本,提高经济效益^[1]。代乳粉可加快羔羊建立瘤胃内消化代谢的动态平衡,提高其对粗饲料的利用能力,提升羔羊的培育质量^[2],针对早期断奶的湖羊羔羊也有类似研究结果^[3]。此外,代乳粉也可改善幼龄动物消化代谢^[4-5],提高饲料利用率。

前期研究发现,补饲断奶后的黔北麻羊羔羊代乳粉可以提高采食量、改善生长性能及血浆生化指标等^[6]。这说明代乳粉的应用范围并非局限在断奶前。成年反刍动物瘤胃发育完全,微生物区系处于平稳状态,是养分消化的主要场所和区别于单胃动物的主要器官。代乳粉含有乳清粉、优质植物蛋白成分,营养丰富、适口性好,是一种很好的营养强化剂,从理论上可以推测其对成年山羊瘤胃微生物的繁殖将产生有益影响,促进瘤胃发酵,但目前这方面的研究鲜见报道。鉴于此,本研究以成年黔北麻羊为试验动物,进一步分析代乳粉对其瘤胃发酵及血浆生化指标的影响,以期拓展代乳粉在山羊中的应用阶段提供技术积累。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验采用 3×3 拉丁方试验设计,选取体况良好,年龄、体重一致 $[(32.91 \pm 2.15) \text{ kg}]$ 的黔北麻羊

羯羊 6 只,将其分为 3 组:对照组、试验 1 组、试验 2 组,每组两个重复,每个重复 1 只羊。对照组饲喂基础饲粮,试验 1 组、试验 2 组在基础饲粮中分别添加 2.5%、5% 代乳粉(养分含量见表 1)。代乳粉由维生素 A、维生素 D_3 、维生素 E、乳蛋白粉、乳清粉、植物蛋白粉、碳酸钙、碳酸氢钙、氨基酸、食盐、乙氧基喹啉组成。整个试验持续 45 d,分 3 期,每期 15 d,包括 14 d 预饲期和 1 d 采样期。供试羊单笼饲养,羊舍自然通风,统一管理,每天定时定量饲喂,自由饮水。供试羊基础饲粮组成参照文献^[7]进行配制,营养水平见表 2。

1.2 检测指标

1.2.1 基础日粮养分 采用四分法将各组 500 g 饲料样品烘干、粉碎,测定概略养分水平。其中,采用烘干法测定干物质(dry matter, DM),凯氏定氮法测定粗蛋白(crude protein, CP),乙醚浸提法测定粗脂肪(ether extract, EE),Van Soest 纤维素分析法测定中性洗涤纤维(neutral detergent fiber, NDF)、酸性洗涤纤维(acid detergent fiber, ADF),高温灼烧法测定粗灰分(ash)^[8]。

1.2.2 瘤胃发酵参数 在每期试验采样当天晨饲前,利用胃管式瘤胃液采样器经山羊口腔采集瘤胃液 50 mL,便携式 pH 仪立即测定 pH,4 层纱布过滤,测定瘤胃发酵参数。其中,利用比色法^[9]测定 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度、差速离心法^[10]测定 MCP 含量、气相色谱法测定 VFA 浓度(岛津 GC-14B)^[11],参照王加启^[12]的方法测定瘤胃纤维素酶活性(微晶纤维素酶、羧甲基纤维素酶、纤维二糖酶与木聚糖酶)。

表 1 代乳粉养分含量

Table 1 The content of nutrients in the milk replacer

项目 Item	含量 Content	项目 Item	含量 Content
VA/IU · kg ⁻¹	13 000~50 000	粗蛋白 CP/%	23.0
VD ₃ /IU · kg ⁻¹	3 000~10 000	粗脂肪 EE/%	12.0
VE/IU · kg ⁻¹	70.0	赖氨酸 Lys/%	2.2
钙 Ca/%	0.6~1.5	蛋氨酸 Met/%	1.0
磷 Total P/%	0.5~1.2	苏氨酸 Thr/%	1.0
干物质 DM/%	94.0	食盐 NaCl/%	0.1~1.2

表 2 山羊基础饲粮组成及营养水平(干物质基础)

Table 2 Ingredient and nutrients levels of the basal diet for goats (DM basis)

原料 Ingredient	比例 Proportion/%	营养成分 Nutrient composition	含量 Content/%
全株玉米 Whole-plant corn	14	干物质 DM	89.75
花生秧 Peanut seedling	20	粗蛋白 CP	11.47
草粉 Grass meal	16	粗脂肪 EE	4.43
精料混合料 Concentrate mixture	50	中性洗涤纤维 NDF	40.11
		酸性洗涤纤维 ADF	29.35
		粗灰分 Ash	4.78

注:精料混合料原料及比例为玉米 70%、豆粕 17%、菜籽饼 6%、麸皮 3%、预混料 1%、磷酸氢钙 1%、碳酸钙 1%、食盐 1%。
Note: Ingredient level of concentrate mixture: corn 70%, soybean meal 17%, rapeseed cake 6%, wheat bran 3%, premix 1%, CaHPO₄ 1%, CaCO₃ 1%, NaCl 1%.

1.2.3 血浆生化指标 采集完瘤胃液后,用一次性肝素钠抗凝血真空采血管经颈静脉采血 10 mL,然后 3 000 r · min⁻¹离心 15 min,收集上层血浆,置于-20℃冰箱中保存,用于测定葡萄糖(glucose, Glu)、尿素氮(urea nitrogen, UN)、总蛋白(total protein, TP)、白蛋白(albumin, Alb)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglyceride, TG)、肌酐(creatinine, Cr)。检测试剂盒由南京建成生物工程研究所提供。

1.3 数据处理与统计分析

用 SAS 9.4(SAS Inst., Cary, NC)软件对试验数据进行方差分析,平均值多重比较采用 Duncan’s 法进行。试验数据以平均值±标准差(Mean±SD)表示,差异显著性水平为 $P<0.05$ 。

2 结果

2.1 采食观察

试验按照山羊体重的 3.5%进行定量饲喂并采取少喂勤添、增加饲喂次数的方式诱食代乳粉。观察发现,前 3 d 山羊的采食速度随代乳粉水平的增加逐步递减;山羊逐渐适应了代乳粉的气味,在第 5 天时,各组间的采食速度基本一致;其后试验组山羊的采食速度略快于对照组,采食时间得以缩短。

2.2 瘤胃 pH、NH₃-N、MCP 及 VFA 水平

各组间 pH 均在正常范围内,差异不显著($P>$

0.05)(表 3)。对于 NH₃-N 浓度,以试验 1 组最低,显著低于对照组($P<0.05$),较试验 2 组低 6.73%($P>0.05$)。各组 MCP 含量虽然差异不显著($P>0.05$),但试验 1 组、试验 2 组分别比对照组高 17.76%、15.03%。乙酸、丙酸和丁酸浓度,试验 1 组、试验 2 组间差异不显著($P>0.05$),但均显著高于对照组($P<0.05$),分别较对照组高 8.48%、18.61%、14.48%与 10.14%、19.08%、16.88%;A/P 以对照组最高,分别较试验 1 组、试验 2 组高 9.58%($P<0.05$)、8.23%($P<0.05$)。对于 TVFA,对照组分别较试验 1 组、试验 2 组低 10.53%($P<0.05$)、11.69%($P<0.05$),试验 2 组显著高于试验 1 组($P<0.05$)。

2.3 瘤胃纤维素酶活性

对于羧甲基纤维素酶活性,试验 1 组、试验 2 组间差异不显著($P>0.05$),但均显著高于对照组($P<0.05$),分别较对照组高 27.12%、18.64%;补饲代乳粉对黔北麻羊瘤胃液其余纤维素酶活性的差异不显著($P>0.05$),但总体有提升的趋势(表 4)。

2.4 血浆生化指标

在黔北麻羊山羊饲粮中补饲代乳粉对血浆 UN、TP、Alb、TC、Cr 浓度影响不大,差异不显著($P>0.05$)(表 5)。对于血浆 Glu 浓度,试验 1 组最高,与对照组差异不显著($P>0.05$),但显著高于试验 2 组 24.20%($P<0.05$)。对于血浆 TG,以试验 2 组最低,

表 3 代乳粉对山羊瘤胃液 pH、NH₃-N 浓度、MCP 产量及 VFA 的影响

Table 3 Effect of milk replacer on ruminal pH, NH₃-N concentration, MCP production, and VFA levels of goats

项目 Item	对照组 Control	试验 1 组 Treatment 1	试验 2 组 Treatment 2	SEM
pH	6.57±0.19a	6.72±0.14a	6.68±0.29a	0.137
氨态氮质量浓度 NH ₃ -N Concentration/mg·dL ⁻¹	11.58±0.58a	10.53±0.99b	11.29±0.12ab	0.262
微生物蛋白质量浓度 MCP Production/mg·dL ⁻¹	9.18±2.48a	10.81±2.90a	10.56±3.19a	1.612
乙酸浓度 Acetic acid/mmol·L ⁻¹	33.62±0.45b	36.47±0.63a	37.03±0.29a	0.253
丙酸浓度 Propionate/mmol·L ⁻¹	12.79±0.16b	15.17±0.19a	15.23±0.25a	0.179
丁酸浓度 Butyrate/mmol·L ⁻¹	8.08±0.14b	9.25±0.28a	9.43±0.54a	0.314
乙酸/丙酸 A/P	2.63±0.05a	2.40±0.07b	2.43±0.05b	0.044
总挥发性脂肪酸浓度 TVFA/mmol·L ⁻¹	54.48±0.36c	60.89±0.34b	61.69±0.62a	0.125

注:同行数值后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),相同字母表示差异不显著($P>0.05$)。下表同。

Note: Values with different lower case letters within the same row are significantly different at 0.05 level, and values with same lower case letters are not significantly different at 0.05 level. The same below.

表 4 代乳粉对山羊瘤胃液纤维素酶活性的影响

Table 4 Effect of milk replacer on ruminal celluloses activity of goats

项目 Item	对照组 Control	试验 1 组 Treatment 1	试验 2 组 Treatment 2	SEM
微晶纤维素酶活性 Microcrystalline cellulose/U	0.57±0.10a	0.72±0.13a	0.87±0.22a	0.133
羧甲基纤维素酶活性 Carboxymethyl cellulose/U	1.18±0.22b	1.50±0.26a	1.40±0.06a	0.068
纤维二糖酶活性 Cellobiase/U	2.63±0.70a	2.80±0.57a	2.60±0.24a	0.477
木聚糖酶活性 Xylanase/U	7.03±1.81a	8.03±1.85a	8.01±0.38a	1.122

表 5 代乳粉对山羊血浆生化指标的影响

Table 5 Effect of milk replacer on plasma biochemical metabolites of goats

项目 Item	对照组 Control	试验 1 组 Treatment 1	试验 2 组 Treatment 2	SEM
葡萄糖浓度 Glu/mmol·L ⁻¹	3.61±0.17ab	3.90±0.02a	3.14±0.37b	0.137
尿素氮浓度 UN/mmol·L ⁻¹	7.68±1.22a	7.35±0.67a	7.48±0.68a	0.231
总蛋白浓度 TP/g·L ⁻¹	36.63±0.83a	37.40±1.15a	36.40±0.41a	0.378
白蛋白浓度 Alb/g·L ⁻¹	27.20±8.92a	29.28±3.29a	33.10±4.29a	2.541
总胆固醇浓度 TC/mg·dL ⁻¹	54.87±4.34a	62.76±10.33a	60.87±11.31a	9.417
甘油三酯浓度 TG/mg·dL ⁻¹	39.60±9.52a	37.29±8.31ab	28.38±9.92b	2.099
肌酐浓度 Cr/ μ mmol·L ⁻¹	51.30±12.48a	45.25±14.28a	47.80±9.28a	3.797

分别较对照组、试验 1 组低 28.33% ($P<0.05$)、23.89% ($P>0.05$)。

3 讨论

3.1 代乳粉对黔北麻羊瘤胃发酵的影响

pH 是衡量瘤胃发酵是否产生异常的风向标,是反映瘤胃内环境的主要指标。瘤胃 pH 水平可帮助研究人员从侧面把握山羊瘤胃内环境的发酵状况^[13]。

对反刍动物来说,由瘤胃 pH 降低引起瘤胃酸中毒是其发酵异常的重要表征。Keunen 等^[14]与 Krehbiel 等^[15]分别将瘤胃液 pH 5.6 及 6.0 作为急性及亚急性瘤胃酸中毒的界限,瘤胃内 pH 偏低,将会引起瘤胃发酵紊乱,从而影响动物机体健康和生长。本研究发现,添加代乳粉对山羊瘤胃液的 pH 影响较小,各组间数值均在正常范围之内,差异不显著,说明不会对成年山羊瘤胃发酵产生负面影响。另外,与本研究结果相似,

郭峰等^[16]添加代乳粉和蛋白质后,肉犊牛瘤胃 pH 介于 6.62~6.75,各处理间也未表现出显著差异。

氨氮是瘤胃微生物发酵的主要氮源,是保证单核细胞趋化蛋白(MCP)合成效率必不可少的条件,其数值可间接反映特定饲料组成下的蛋白降解速率及合成效率之间的平衡状态。因此, $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度与饲料营养物质含量及其降解特性有关。瘤胃 $\text{NH}_3\text{-N}$ 过低或过高都不利于微生物的健康繁殖与生长,适宜的瘤胃液 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度是微生物合成菌体蛋白的重要条件^[17]。奶牛瘤胃液 $\text{NH}_3\text{-N}$ 正常数值处在 $6.3 \sim 27.5 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1}$ ^[18],肉牛瘤胃液氨态氮浓度在 $15 \sim 30 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1}$ 时则最适合微生物生长^[19]。本研究中,试验 1 组 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度虽然较对照组显著降低,但都处于正常范围。这可能是因为:1)代乳粉所含的优质蛋白质为瘤胃微生物提供了充足的营养物质,促进了瘤胃微生物的定殖能力,使 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度亦随着变化;2)代乳粉的添加有利于其它原料的降解,提高了饲料养分(N)的降解率。有文献报道,绵羊瘤胃液 $\text{NH}_3\text{-N}$ 水平在 $7.30 \sim 11.35 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1}$ ^[20],本研究结果与其接近。

瘤胃微生物发酵和自身蛋白质的合成主要依靠饲料蛋白质降解产生的氨、肽和氨基酸等作为氮源;不同饲料蛋白质组分在瘤胃内降解的产物不同,所以不同蛋白质来源的物质在一定程度上影响瘤胃微生物的发酵与生长^[21]。MCP 是成年反刍动物最重要的蛋白来源,其数值的高低不仅能间接反映微生物种群的数量,还可体现微生物利用 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的能力,两者相互验证。本研究发现,虽然各组间 MCP 含量的数值差异均不显著,但是代乳粉添加组均高于对照组,这可能与代乳粉中含有乳清粉等高质量的蛋白质饲料有关,也说明在黔北麻羊饲料中补饲代乳粉可合成更多供机体利用的蛋白质。

瘤胃内发酵生成的挥发性脂肪酸(VFA)主要经瘤网胃壁吸收,少量在瓣胃和真胃吸收,供机体氧化提供能量。乙酸、丁酸可相互转化,在体内可转变成乙酰辅酶 A 进入三羧酸循环合成脂肪;丙酸是机体葡萄糖异生的主要前体^[22]。乙酸、丙酸和丁酸是瘤胃厌氧消化过程的重要中间产物,是反刍动物能量的主要来源,在动物体内起着重要的作用。乙酸是由微生物慢速发酵饲料中纤维物质生成的,乙酸含量的大小可反映瘤胃微生物降解纤维的活性^[23]。VFA 主要包括乙酸、丙酸与丁酸,其数值大小和相对比例不仅受动物采食水平的影响,也受日粮组成等因素的影响,因此,测定 VFA 浓度的含量可间接反映乙酸、丙酸、丁酸在瘤胃中的发酵类型和被吸收利用情况^[24]。本研究表明,在

黔北麻羊饲料中补饲代乳粉显著提升了乙酸、丙酸、丁酸及 TVFA 含量,显著降低了乙酸/丙酸比值。这可能是因为本研究所用代乳粉中含有多种维生素、乳蛋白等优质蛋白和氨基酸等养分,在瘤胃中被微生物优先利用提供充足的氮源,提高了瘤胃中碳水化合物含量。该结果也间接说明代乳粉对瘤胃产 VFA 的微生物类群数量、种类等有优化作用,增强了该类群微生物代谢能力,促进碳水化合物、氨基酸等营养物质的降解,改善了瘤胃液 VFA 水平。本研究还发现,代乳粉对瘤胃丙酸的增幅较大,促进形成丙酸型发酵,说明补饲代乳粉可提高能量利用效率,从而提高机体营养物质消化利用率及生长性能。与本研究结果相似,哺喂高能量水平代乳粉有助于肉犊牛瘤胃 VFA 的发酵^[16]。

纤维素酶是一类能降解纤维素生产碳水化合物(主要是葡萄糖)的复杂酶聚合物,亦称为纤维素酶系。瘤胃液中羧甲基纤维素酶、微晶纤维素酶、纤维二糖酶及木聚糖酶是分解饲料碳水化合物的主要酶种^[25],纤维素在反刍动物瘤胃内的降解主要是通过纤维分解菌分泌的多酶复合体来实现的^[26],因此,可用瘤胃纤维素酶活来间接反映微生物对饲料中碳水化合物的降解规律。反刍动物瘤胃内非纤维分解菌优先降解可溶性碳水化合物,对纤维素分解菌有竞争性的抑制作用,可降低纤维素酶活^[27]。本研究中,各组山羊瘤胃微晶纤维素酶、纤维二糖酶及木聚糖酶差异不显著,但试验 1 组羧甲基纤维素酶显著高于对照组,说明补饲代乳粉有提高机体降解纤维素、合成血糖浓度的作用,从而提高机体生长性能,这也在羔羊试验中得以论证^[6],也与本研究血浆生化指标相对应。分析原因可能如下:1)代乳粉改善了瘤胃微生物区系(与前述瘤胃发酵参数一致),有效降解了饲料养分(CP、EE 等),提高了饲料利用率;2)添加代乳粉降低了饲料可溶性碳水化合物的比例,使纤维素分解菌的抑制得到解除,进而提高了纤维素酶活性;但这一假说需试验进一步验证。

需要说明的是,正如前言所述,目前有关代乳粉在成年山羊上的研究较少,对成年山羊瘤胃发酵的研究较为缺乏,本研究所使用的代乳粉不能代表其它种类代乳粉,因为不同品牌代乳粉养分含量存在差异;此外,代乳粉的成分很复杂。笔者认为,明确试验效果由代乳粉中的哪种营养物质引起,以及研制专门针对促进成年山羊瘤胃发酵的代乳粉,可作为该领域研究的方向。

3.2 代乳粉对黔北麻羊血浆生化指标的影响

本研究发现,补饲一定水平的代乳粉对山羊血浆

生化指标(除 Glu、TG)的影响较小,总体有改善的趋势。其原因可能为:本研究所用动物为成年黔北麻羊,对营养物质的需求与羔羊有所差异,此时代乳粉虽在一定程度上有改善瘤胃发酵参数、纤维素酶活性及血浆生化指标的作用,但与羔羊相比代乳粉的营养学作用已没有那么重要。试验1组、2组血浆TG水平较对照组低,提示代乳粉降低了血液粘稠度,改善了血浆脂质代谢,其原因可能与代乳粉有改善羧甲基纤维素酶活性有关。采用国产和进口代乳粉饲喂犊牛发现,各组间的UN、TP、Alb、Glo、TC及Cr的数值差异均没有达到显著水平^[28]。在羔羊饲料中补饲6%以内的代乳粉,对血浆Glu的影响较小,各组间差异均不显

著,但总体以4%代乳粉组数值最优^[29]。王海超等^[30]发现,代乳粉对血清TP、TC、Alb、UN等含量的影响不显著,说明在早期断奶羔羊中补饲代乳粉对其糖脂等代谢影响有限。这些研究报道与本研究结果基本一致。

4 结论

综上所述,代乳粉作为一种营养强化剂,在成年黔北麻羊饲料中添加,不会影响其适口性和采食量,对瘤胃液pH、MCP没有显著差异,可提高瘤胃羧甲基纤维素酶活和VFA水平,有改善血脂代谢的作用。综合来看,以5%水平较好。

参考文献 References:

- [1] 司丙文,王建芬,王天坤,王艳,姜小平,温富勇,王俊,齐志国,屠焰,郭江鹏.代乳粉对早期断奶犊牛生长发育及经济效益的影响.饲料工业,2015,36(11):48-50.
Si B W, Wang J F, Wang T K, Wang Y, Jiang X P, Wen F Y, Wang J, Qi Z G, Tu Y, Guo J P. Influence of calf milk replacer on growth performance and economic benefits of pre-weaned calves. Feed Industry, 2015, 36(11): 48-50. (in Chinese)
- [2] Gharehbash A M, Ghoorchi T, Hassani S, Torbati-nejad N M, Mansuri H. Effects of ewe milk, milk replacer and three starter diets on microbial protein synthesis, rumen fermentation, blood and urinary metabolites in Dalagh breed suckling lambs. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 2009, 13(47): 461-467.
- [3] 江喜春,夏伦志,张乃锋,谢俊龙,陈丽园,柴建民,刁其玉.代乳粉能量水平对早期断奶湖羊羔羊生长性能和物质代谢的影响.中国畜牧杂志,2015,51(7):50-53.
Jiang X C, Xia L Z, Zhang N F, Xie J L, Chen L Y, Chai J M, Diao Q Y. Effect of energy level of milk replacer on growth performance and nutrient utilization in Hu lambs. Chinese Journal of Animal Science, 2015, 51(7): 50-53. (in Chinese)
- [4] Emsen E, Yaprak M, Bilgin O C, Emsen B, Ockerman H W. Growth performance of Awassi lambs fed calf milk replacer. Small Ruminant Research, 2004, 53(1): 99-102.
- [5] Soberon M A, Liu R H, Cherney D J R. Short communication: Antioxidant activity of calf milk replacers. Journal of Dairy Science, 2012, 95(5): 2703-2706.
- [6] 田兴舟,肖玉贵,李明忠,韦济友,莘海亮,韩晓洁,朱伦琴,赵文金,吴文旋.代乳粉对黔北麻羊断奶羔羊生长性能和血浆代谢指标的影响.动物营养学报,2015,27(9):2928-2939.
Tian X Z, Xiao Y G, Li M Z, Wei J Y, Shen H L, Han X J, Zhu L Q, Zhao W J, Wu W X. Effects of milk replacer on growth performance and plasma biochemical indices of Qianbeima lambs. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2015, 27(9): 2928-2939. (in Chinese)
- [7] 兰云贤.动物饲养标准.重庆:西南师范大学出版社,2008.
- [8] 张丽英.饲料分析及饲料质量检测技术.3版.北京:中国农业大学出版社,2007.
- [9] 冯宗慈,高民.通过比色测定瘤胃液氨氮含量方法的改进.内蒙古畜牧科学,1993(4):40-41.
- [10] 王放.瘤胃细菌和原虫蛋白测定方法初步研究.中国畜牧杂志,1990(2):43-44.
- [11] 熊本海,卢德勋,高俊.绵羊瘤胃VFA吸收效率及模型参数的研究.动物营养学报,1999,11(增刊1):248-255.
Xiong B H, Lu D X, Gao J. Study on the absorption and relevant model parameters of VFA in the rumen of sheep. Chinese Journal of Animal Nutrition, 1999, 11(s1): 248-255. (in Chinese)
- [12] 王加启.反刍动物营养学研究方法.北京:现代教育出版社,2011.
- [13] 王仁杰.异位酸对南江黄羊体外瘤胃发酵、生产性能及血液指标的影响.雅安:四川农业大学硕士学位论文,2012.
Wang R J. The effects of isoacids on rumen fermentation in vitro and performance and blood parameters of Nanjiang brown goat. Master Thesis. Ya'an: Sichuan Agricultural University, 2012. (in Chinese)
- [14] Keunen J E, Duffield T F, Widowski T M, Lindinger M I, McBride B W. Effects of a subacute ruminal acidosis model on the di-

- et selection of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 2002, 85(12): 3304-3313.
- [15] Krehbiel C R, Stock R A, Shain D H, Richards C J, Ham G A, McCoy R A, Klopfenstein T J, Britton R A, Huffman R P. Effect of level and type of fat on subacute acidosis in cattle fed dry-rolled corn finishing diets. *Journal of Animal Science*, 1995, 73(8): 2438-2446.
- [16] 郭峰, 屠焰, 邹彩霞, 郭群, 苗忠, 刁其玉. 代乳品能量和蛋白质水平对肉犊牛生产性能和瘤胃发酵的影响. *动物营养学报*, 2015, 27(6): 1681-1689.
- Guo F, Tu Y, Zou C X, Guo Q, Miao Z, Diao Q Y. Effect of energy and protein levels on growth performance and rumen fermentation of beef calves. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2015, 27(6): 1681-1689. (in Chinese)
- [17] 黄雅莉. 啤酒糟、木薯渣对奶水牛体外瘤胃发酵特性和产奶性能的影响. 南宁: 广西大学硕士学位论文, 2012.
- Huang Y L. Effects of distiller's grains and cassava pulp on rumen fermentation characteristics in vitro and milk performance of water buffalo. Master Thesis. Nanning: Guangxi University, 2012. (in Chinese)
- [18] 崔海净, 王建华, 吕永艳, 蔡李逢, 孙国强. 配合饲料中消化能粗蛋白比对奶牛瘤胃发酵的影响. *中国农学通报*, 2010, 26(14): 13-17.
- Cui H J, Wang J H, Lyu Y Y, Cai L F, Sun G Q. Effects of digestible energy-to-crude protein ratio of formula feed on dairy cows rumen fermentation. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2010, 26(14): 13-17. (in Chinese)
- [19] Perdok H B, Leng R A. Effect of supplementation with protein meal on the growth of cattle given a basal diet of untreated or ammoniated rice straw. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, 1990, 30(4): 269-279.
- [20] 武安泉, 王文奇, 刘艳丰, 王世昌, 罗永明, 郭同军. 番茄渣对绵羊生长性能和瘤胃发酵参数的影响. *动物营养学报*, 2014, 26(8): 2289-2295.
- Wu A Q, Wang W Q, Liu Y F, Wang S C, Luo Y M, Guo T J. Effects of tomato pomace on growth performance and rumen fermentation parameters of sheep. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2014, 26(8): 2289-2295. (in Chinese)
- [21] 孙宏选, 张民, 王加启. 不同蛋白质来源的日粮对泌乳奶牛瘤胃发酵及微生物蛋白质合成量的影响. *黑龙江畜牧兽医*, 2006(12): 28-30.
- Sun H X, Zhang M, Wang J Q. Effects of different protein sources on rumen fermentation and microbial protein synthesis in lactating dairy cows. *Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine*, 2006(12): 28-30. (in Chinese)
- [22] 陈杰. 家畜生理学. 4 版. 北京: 中国农业出版社, 2012.
- [23] Preston T R, Leng R A. Matching Ruminant Production System with Available Resources in Tropics and Sub-tropics. Armidale, Australia: Penambul Books, 1987: 20-25.
- [24] 孙华. 米曲霉培养物与蛋氨酸羟基类似物对奶牛瘤胃发酵和泌乳性能的影响. 杭州: 浙江大学博士学位论文, 2012.
- Sun H. Effects of *Aspergillus oryzae* culture and 2-hydroxy-4-(methylthio)-butanoic acid on rumen fermentation and milk performance in dairy cows. PhD Thesis. Hangzhou: Zhejiang University, 2012. (in Chinese)
- [25] Santra A, Parthasarathy S, Karim S A. Effect of defaunation on body conformation changes, wool yield and fiber characteristics of growing lambs in a hot semiarid environment. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 2007, 47(7): 789-795.
- [26] 高洋, 徐明, 刘南南, 赵向辉, 刘婵娟, 姚军虎. 黑麦草酸性洗涤木质素/中性洗涤纤维、长度对山羊采食行为及瘤胃液 pH 和纤维素酶活性的影响. *动物营养学报*, 2011, 23(7): 1130-1139.
- Gao Y, Xu M, Liu N N, Zhao X H, Liu C J, Yao J H. Effects of the ADL/NDF and length of ryegrass on eating behavior, ruminal pH and cellulases activity in goats. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2011, 23(7): 1130-1139. (in Chinese)
- [27] Webb K E. Intestinal absorption of protein hydrolysis products. *Journal of Animal Science*, 1990, 68: 3011-3022.
- [28] 万鑫. 不同代乳粉对乳公犊早期断奶前后生产性能的影响. 银川: 宁夏大学硕士学位论文, 2014.
- Wan X. Effects on production and performance of different milk replacer in early weaning before and after bull calf. Master Thesis. Yinchuan: Ningxia University, 2014. (in Chinese)
- [29] 田兴舟. 贵州省肉羊健康养殖营养调控技术研究. 贵阳: 贵州大学硕士学位论文, 2015.
- Tian X Z. Application of nutritional regulation for healthy breeding in goats of Guizhou Province. Master Thesis. Guiyang: Guizhou University, 2015. (in Chinese)
- [30] 王海超, 张乃锋, 柴建民, 刁其玉. 人工哺育代乳粉对湖羊双胞胎羔羊生长发育、营养物质消化和血清学指标的影响. *动物营养学报*, 2015, 27(2): 436-447.
- Wang H C, Zhang N F, Chai J M, Diao Q Y. Effects of artificial rearing of milk replacer on growth and development, nutrient digestion and serum indices of Hu twin lambs. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2015, 27(2): 436-447. (in Chinese)

(责任编辑 武艳培)