

# 饲喂水平对妊娠中期藏绵羊生长性能、瘤胃发酵和血清生化指标的影响

张晓涵<sup>1</sup> 刘书杰<sup>1</sup> 冯宇哲<sup>1</sup> 崔占鸿<sup>1\*</sup> 杨其恩<sup>2</sup>

(1. 青海大学畜牧兽医科学院 青海省牦牛工程技术研究中心 青海省高原放牧家畜动物营养与饲料科学重点实验室, 青海 西宁 810016; 2. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810016)

**摘要:** 试验研究不同饲喂水平对妊娠中期藏绵羊生长性能、瘤胃发酵和血清生化指标的影响。随机将30只体重相近 ( $50.83 \pm 3.12$ ) kg、经同期发情处理并本交配种的妊娠中期藏绵羊分为3组, 即自由采食 (AL组)、70%采食组 (70%AL组) 和40%采食组 (40%AL组), 每组10只羊。结果显示, 各组藏绵羊干物质采食量 (DMI) 和平均日增重 (ADG) 差异极显著 ( $P < 0.01$ )。AL组和70%AL组藏绵羊碱性磷酸酶 (ALP) 显著高于40%AL组 ( $P < 0.05$ ), AL组藏绵羊谷草转氨酶 (AST) 显著高于其他两组 ( $P < 0.05$ ), 70%AL组尿素氮 (BUN) 含量极显著高于其他两组 ( $P < 0.01$ ), AL组和70%AL组葡萄糖 (GLU) 极显著高于40%AL组 ( $P < 0.01$ )。AL组的瘤胃氨态氮浓度 ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) 显著高于40%AL组 ( $P < 0.05$ ), AL组的乙酸和总酸含量极显著高于其他两组 ( $P < 0.01$ ), 丙酸显著高于其他两组 ( $P < 0.05$ ), 3组间丁酸含量差异极显著 ( $P < 0.01$ )。试验表明, 低日粮饲喂水平 (限饲) 对妊娠中期藏绵羊的生长发育极为不利, 应适时调控营养平衡以保证母羊及胎儿的健康生长。

**关键词:** 藏绵羊; 妊娠中期; 生长性能; 血清生化指标; 瘤胃发酵

中图分类号: S 826

文献标识码: A

文章编号: 1002-2813 (2021) 05-0009-04

Doi: 10.13557/j.cnki.issn1002-2813.2021.05.003

## Effect of feeding levels on growth performance, rumen fermentation and serum biochemical indicators of Tibetan sheep in the second trimester of pregnancy

ZHANG Xiao-han LIU Shu-jie FENG Yu-zhe CUI Zhan-hong YANG Qi-en

**Abstract:** The experiment studied the effect of different feeding levels on the growth performance, rumen fermentation and serum biochemical indicators of Tibetan sheep in the second trimester of pregnancy. 30 Tibetan sheep with similar body weight ( $50.83 \pm 3.12$ ) kg, treated in the same period of estrus, and bred in the second trimester of pregnancy, were randomly divided into three groups, namely ad libitum (AL group), 70% the ad libitum intake group (70%AL group) and 40% the ad libitum intake group (40%AL group), each with ten sheep. The results showed that at mid-pregnancy, the difference between the three groups of Tibetan sheep DMI and ADG was extremely significant ( $P < 0.01$ ), respectively. At mid-pregnancy, the ALP of the AL group and the 70% AL group was significantly higher than that of the 40% AL group ( $P < 0.05$ ), the AST of the AL group was significantly higher than the other two groups ( $P < 0.05$ ), and the BUN content of the 70% AL group was significantly higher than the other two groups ( $P < 0.01$ ), and the GLU of the AL group and 70% AL group was extremely significantly higher than that of the 40% AL group ( $P < 0.01$ ). At mid-pregnancy, the rumen  $\text{NH}_3\text{-N}$  of the AL group was significantly higher than that of the 40% AL group ( $P < 0.05$ ), the content of acetic acid and total acid in the AL group was extremely significantly higher than the others In the two groups ( $P < 0.01$ ), propionic acid was significantly higher than the other two groups ( $P < 0.05$ ), the difference in butyric acid content between the three groups was extremely significant ( $P < 0.01$ ). The experiment indicated that low dietary feeding levels (restricted feeding) are extremely detrimental to the growth and development of Tibetan sheep in the second trimester, and the nutritional

balance should be adjusted in time to ensure the healthy growth of the ewe and fetus.

**Key words:** Tibetan sheep; mid pregnancy; growth performance; serum biochemical indicators; rumen fermentation

第一作者: 张晓涵, 硕士, 研究方向为反刍动物营养与饲料。

通信作者: 崔占鸿, 博士, 副研究员, 硕士生导师。

基金项目: 国家重点研发计划子课题“牦牛和藏绵羊母畜能量与蛋白质营养需要的研究 (项目编号: 2016YFC05018050)”

收稿日期: 2021-01-15 Academic Journal Electronic Publishing House藏绵羊是我国三大原始绵羊品种之一。目前, 全国

有藏羊3 000多万只,青海是藏羊主要产区,青海藏绵羊数占全国藏羊总数的45%<sup>[1]</sup>。青藏高原牧草枯草期长达半年以上,而藏绵羊的饲养方式还是以传统放牧为主,且妊娠期正处于长达半年之久的枯草期,期间营养物质摄入量无法得到保证<sup>[2]</sup>。妊娠期是哺乳动物重要的生理过程,妊娠期营养的供给不当会影响雌性繁殖性能,严重时可能会引起妊娠并发症以及不良妊娠,甚至造成母畜的死亡,也会影响胚胎的生长发育和成年后的健康状况<sup>[3-4]</sup>。试验选取妊娠中期藏绵羊为研究对象,探究不同饲喂水平对妊娠中期藏绵羊生长性能、瘤胃发酵和血液生化指标的影响,为进一步研究藏绵羊不同生理阶段的科学饲养提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验动物与日粮设计

采用日粮饲喂量梯度法,试验母羊同期发情处理后集中配种,选择健康体况相近(50.83±3.12) kg的妊娠藏绵羊30只,参照中国《肉羊饲养标准》(NY/T 816—2004)<sup>[5]</sup>配制,基础日粮组成及营养水平见表1。

表1 基础日粮组成及营养水平(干物质基础)

原料组成	含量/%	营养水平	
燕麦青干草	65.00	总能/(MJ/kg)	7.39
玉米	28.00	粗蛋白质/%	8.06
豆粕1	1.75	粗脂肪/%	11.63
菜粕	1.75	中性洗涤纤维/%	57.98
小麦麸	1.75	酸性洗涤纤维/%	23.54
食盐	0.35	钙/%	0.34
预混料	1.40	磷/%	0.19
合计	100.00		

注:每千克预混料含有:VA 60 000 IU、VD<sub>3</sub> 25 000 IU、VE 1 000 IU、Cu 300 mg、Fe 10 000 mg、Mn 300 mg、Zn 800 mg、Se 5.0 mg。

### 1.2 试验设计及饲养管理

表2 不同饲喂水平对妊娠中期藏绵羊生长性能的影响

项目	AL组	70%AL组	40%AL组
初重/kg	50.10±3.63	52.67±2.65	50.30±2.71
末重/kg	58.37±2.75 <sup>A</sup>	55.00±2.55 <sup>B</sup>	51.36±2.8 <sup>C</sup>
平均日增重/(g/d)	257.14±23.82 <sup>A</sup>	160.72±47.25 <sup>B</sup>	36.72±1.76 <sup>C</sup>
干物质采食量/(kg/d)	1.37±0.03 <sup>A</sup>	1.00±0.01 <sup>B</sup>	0.56±0.00 <sup>C</sup>

注:同行数据肩注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( $P<0.01$ ),相同字母或无字母表示差异不显著( $P>0.05$ );下表同。

由表2可知,在初始体重相近的情况下,3组之间的妊娠中期藏绵羊干物质采食量、末重和平均日增重差异极显著( $P<0.01$ )。

### 2.2 不同饲喂水平对妊娠中期藏绵羊瘤胃发酵的影响(见表3)

试验于2020年9月~2020年10月(试验期26 d)在青海省海北州高原现代生态畜牧业科技示范园进行,按体重随机分3个处理组,分别是自由采食组(AL组)、70%采食组(70%AL组)和40%采食组(40%AL组),每组10个重复。试验羊进行单栏饲喂,每天8:00和17:00饲喂,自由饮水。AL组饲喂量根据前1 d AL组采食量进行调整,以确保饲槽内有不少于10%的剩料,并根据前1 d AL组实际采食量来确定其余2个限饲组每天饲喂量。

### 1.3 样品采集及测定

#### 1.3.1 生长性能指标

在试验期每天对妊娠中期藏绵羊称重,记录每日剩余日粮量。计算平均日增重和干物质采食量。

$$\text{平均日增重}=(\text{末重}-\text{初重})/\text{试验天数} \quad (1)$$

#### 1.3.2 瘤胃发酵指标

采用瘤胃液采集管通过口腔采集瘤胃液,经4层纱布过滤后获得滤液。采用HANNA HI 221型台式酸度计测定瘤胃液pH值。瘤胃液氨态氮采用冯宗慈等<sup>[6]</sup>改进的比色法测定。挥发性脂肪酸(VFA)和总挥发性脂肪酸(TVFA)浓度测定参考相关文献<sup>[7]</sup>,使用岛津GC-2014气相色谱分析。

#### 1.3.3 血清生化指标

使用真空采血管从试羊颈静脉采血5 mL,3 000 r/min离心10 min,取上层血清于冻存管中,-20℃保存,送至青海省人民医院检测。

### 1.4 数据统计与分析

采用Excel对数据进行整理,采用SPSS 20.0软件进行数据独立性、正态性和方差齐性检验,进行ANOVA单因素方差分析,采用Duncan氏法进行多重比较,结果以“平均值±标准差”表示, $P<0.05$ 表示差异显著。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同饲喂水平对妊娠中期藏绵羊生长性能的影响(见表2)

由表3可知,AL组妊娠中期藏绵羊瘤胃氨态氮浓度显著高于40%AL组( $P<0.05$ )。AL组妊娠中期藏绵羊瘤胃乙酸和总酸含量极显著高于其他两组( $P<0.01$ ),丙酸显著高于其他两组( $P<0.05$ )。3组之间丁酸含量差异极显著( $P<0.01$ )。

表3 不同饲喂水平对妊娠中期藏绵羊瘤胃发酵的影响

项目	AL组	70%AL组	40%AL组
pH值	7.46 ± 0.13	7.58 ± 0.21	7.67 ± 0.11
氨态氮/(mg/L)	61.50 ± 12.00 <sup>a</sup>	56.00 ± 11.10 <sup>ab</sup>	49.60 ± 9.50 <sup>b</sup>
乙酸/(mmol/L)	23.37 ± 4.80 <sup>A</sup>	18.32 ± 4.40 <sup>B</sup>	15.30 ± 6.54 <sup>B</sup>
丙酸/(mmol/L)	6.11 ± 1.14 <sup>a</sup>	4.89 ± 0.99 <sup>b</sup>	4.36 ± 1.67 <sup>b</sup>
丁酸/(mmol/L)	4.77 ± 0.82 <sup>A</sup>	2.94 ± 0.64 <sup>B</sup>	1.94 ± 0.82 <sup>C</sup>
总酸/(mmol/L)	38.38 ± 6.34 <sup>A</sup>	29.74 ± 5.78 <sup>B</sup>	25.95 ± 9.96 <sup>B</sup>

### 2.3 不同饲喂水平对妊娠中期藏绵羊血清生化指标的影响 (见表4)

由表4可知, AL组和70%AL组妊娠中期藏绵羊血清碱性磷酸酶活性显著高于40%AL组 ( $P<0.05$ ), AL组妊娠中期藏绵羊血清谷草转氨酶活性显著高于其他两组

( $P<0.05$ ), 70%AL组妊娠中期藏绵羊血清尿素氮含量极显著高于其他两组 ( $P<0.01$ ), AL组和70%AL组妊娠中期藏绵羊血清葡萄糖极显著高于40%AL组 ( $P<0.01$ )。不同饲喂水平对妊娠中期藏绵羊其他血液生化指标未产生显著影响 ( $P>0.05$ )

表4 不同饲喂水平对妊娠中期藏绵羊血液生化指标的影响

项目	AL组	70%AL组	40%AL组
白蛋白/(g/L)	26.73 ± 1.08	27.08 ± 1.09	26.75 ± 2.36
球蛋白/(g/L)	38.49 ± 2.83	34.6 ± 1.69	35.03 ± 4.20
总蛋白/(g/L)	66.08 ± 2.97	62.50 ± 1.61	61.78 ± 3.19
碱性磷酸酶/(U/L)	164.00 ± 35.54 <sup>a</sup>	131.00 ± 14.93 <sup>a</sup>	79.00 ± 18.03 <sup>b</sup>
谷草转氨酶/(U/L)	158.47 ± 4.73 <sup>a</sup>	116.93 ± 11.51 <sup>b</sup>	129.47 ± 17.13 <sup>b</sup>
谷丙转氨酶/(U/L)	33.37 ± 5.86	30.30 ± 3.03	22.93 ± 3.06
尿素氮/(mmol/L)	1.16 ± 0.13 <sup>B</sup>	1.97 ± 0.36 <sup>A</sup>	0.98 ± 0.13 <sup>B</sup>
总胆固醇/(mmol/L)	1.52 ± 0.10	1.47 ± 0.13	1.67 ± 0.18
葡萄糖/(mmol/L)	2.00 ± 0.19 <sup>A</sup>	1.87 ± 0.20 <sup>A</sup>	1.08 ± 0.00 <sup>B</sup>
甘油三酯/(mmol/L)	0.35 ± 0.03	0.27 ± 0.03	0.34 ± 0.11
乳酸脱氢酶/(U/L)	409.80 ± 36.51	412.00 ± 39.34	412.50 ± 61.70

## 3 讨论

### 3.1 不同饲喂水平对妊娠中期藏绵羊生长性能的影响

生长性能是评价家畜生产畜产品能力的指标<sup>[8]</sup>。妊娠期营养不足时, 母体会优先满足胚胎的营养需求导致自身增重降低, 但动用过多自身的营养物质会影响胎儿的生长发育。本试验中, 日粮不同饲喂水平使母羊体重随干物质采食量的降低呈现降低趋势, 且日增重显著降低。He等<sup>[9]</sup>研究妊娠后期母羊的能量和蛋白限制对母羊体重和体增重的影响, 发现能量和蛋白限制均降低母羊的体重, 而能量限制显著降低母羊的体增重。张帆等<sup>[10]</sup>采用不同精粗比饲喂妊娠期母羊, 发现随营养水平降低母羊体重有降低趋势, 与本试验结果一致。本试验表明, AL组的妊娠期母羊体重增加最多, 摄入的营养更为合理, 母羊的生长良好也有益于胎儿的正常生长发育。相反, 限饲降低了妊娠期母羊日增重, 不利于母体以及胎儿的生长发育。因此, 妊娠中期给予充足营养对母羊及其胎儿生长发育更有利。

### 3.2 不同饲喂水平对妊娠中期藏绵羊瘤胃发酵的影响

瘤胃液中pH值及NH<sub>3</sub>-N、VFA含量是判定瘤胃发酵的主要指标。瘤胃液pH值受日粮组成与营养水平、唾液分泌、瘤胃内挥发性脂肪酸及其他有机酸的生成、吸收和排除等的影响<sup>[11-12]</sup>, 唾液的分泌量是影响其最主要的因素与反刍活动呈正相关<sup>[13]</sup>。藏绵羊采食前瘤胃液pH值显弱碱性, 采食后pH值开始逐渐下降<sup>[14-16]</sup>。本试验中, 各处理组中粗饲料含量虽不同, 但精粗比列相近, 各组试验羊反刍次数相近而导致进入瘤胃中的唾液量相同, 最终使瘤胃pH值无显著差异。日粮蛋白质含量和微生物蛋白质的降解是影响瘤胃中NH<sub>3</sub>-N最主要的因素。本试验中, 随着饲喂水平的降低蛋白质摄入随之降低, 导致瘤胃中NH<sub>3</sub>-N含量出现降低的趋势。VFA是日粮中饲料蛋白质、肽、氨基酸、氨化物、尿素和非蛋白氮等在瘤胃内发酵的最终产物<sup>[17]</sup>。VFA主要包括乙酸、丙酸和丁酸, 为反刍动物提供70%~80%的可消化能, 是反刍动物保持正常活动以及生长所需的主要能源, 参与各种机体

代谢<sup>[18]</sup>。本试验中,随着饲喂水平的降低TVFA和VFA的产量均降低,是因为饲喂水平降低导致试验羊摄入的营养物质减少,限制瘤胃发酵从而减少TVFA和VFA的产生。

### 3.3 不同饲喂水平对妊娠中期藏绵羊血清生化指标的影响

血清生化指标是反映动物生理、病理和动物机体营养健康状态的重要指标。李辉等<sup>[19]</sup>认为,血清中的TP含量在某种程度可以反映蛋白质的消化吸收水平。ALB是人体血浆中最主要的蛋白质,不仅是维持血浆渗透压平衡的重要营养物质载体,还具有提供机体蛋白质等功能<sup>[20]</sup>。本试验发现,3组之间血清TP、ALB和GLB含量没有显著差异,表明不同饲喂水平下藏绵羊对蛋白质的吸收和代谢状况没有受到显著影响。血清中BUN含量与蛋白质摄入及利用相关,能够反映氮利用率及动物蛋白代谢活动的重要指标<sup>[21]</sup>。血清中BUN含量升高表明家畜对日粮中氮的利用率下降,两者呈现高度负相关<sup>[22]</sup>。本试验中,70%AL组BUN含量极显著高于其他两组( $P<0.01$ ),说明适当的限饲可以提高蛋白质的消化利用。葡萄糖作为重要的营养性单糖,是动物代谢活动快速应变需要的最有效营养素,是大脑神经系统、肌肉组织、胎儿生长发育以及乳腺等代谢的唯一能源<sup>[23]</sup>。本试验中,AL组和70%AL组GLU极显著高于40%AL组( $P<0.01$ )。40%AL组母羊在整个试验期血糖均处于较低水平,因为限饲减少了妊娠中期藏绵羊营养摄入水平,使其瘤胃中挥发性脂肪酸(VFA)也随之减少,从而降低VFA糖异生,造成血糖水平明显降低。碱性磷酸酶(ALP)多数只有在肠吸收障碍时才表现下降。AST和ALT具有转氨基作用,它们活性高低反映了蛋白质合成和分解代谢的状况。本试验中,40%AL组摄入蛋白质水平较低导致血液中ALP和AST活性降低。说明妊娠中期藏绵羊需要充足的营养来源才能保证母羊和胎儿的生长发育。

## 4 结论

低日粮饲喂水平(限饲)对妊娠中期藏绵羊的DMI和ADG,血液中ALP、AST、BUN、GLU及瘤胃TVFA、乙酸、丙酸、丁酸均产生了较大影响,且营养摄入不足对妊娠中期藏绵羊的生长发育极为不利,应采用适时营养平衡调控措施以保证母羊及胎儿的健康生长发育。

## 参考文献

- [1] 才让太. 青海藏羊发展措施及对策[J]. 中国畜牧兽医文摘, 2013, 29(2): 31.
- [2] 郝力壮, 王万邦, 王迅, 等. 三江源区嵩草草地枯草期牧草营养价值评定及载畜量研究[J]. 草地学报, 2013(1): 56-64.
- [3] 刘学敏, 杜鹃. 妊娠期营养与妊娠结局关系的研究进展[J]. 中国实用动物医学杂志, 2014, 36(8): 639-642.
- [4] 殷雨洋, 郭良勇, 李玉峰. 浅谈妊娠期湖羊营养不良对后代的影响[J]. 上海畜牧兽医通讯, 2019(1): 63-64.
- [5] 中华人民共和国农业部. 中华人民共和国农业行业标准——肉羊饲养标准: NY/T 816—2004[S]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
- [6] 冯宗慈, 高民. 通过比色测定瘤胃液氨氮含量方法的改进[J]. 畜牧与饲料科学, 2010(4): 40-41.
- [7] 王旭. 利用GI技术对粗饲料进行科学搭配及绵羊日粮配方系统优化技术的研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2003.
- [8] Kashan N E J, Azar G H M, Afzalzadeh A, et al. Growth performance and carcass quality of fattening lambs from fat-tailed and tailed sheep breeds[J]. Small Ruminant Research, 2005, 60(3): 267-271.
- [9] He Z X, Wu D Q, Sun Z H, et al. Protein or energy restriction during late gestation alters fetal growth and visceral organ mass: An evidence of intrauterine programming in goats[J]. Animal Reproduction Science, 2013, 137(3/4): 177-182.
- [10] 张帆, 崔凯, 王杰, 等. 妊娠后期饲粮营养水平对母羊和胚胎发育的影响[J]. 畜牧兽医学报, 2017, 48(3): 474-482.
- [11] 张腾, 庄苏, 董文超, 等. 不同精粗比日粮对奶山羊瘤胃液pH值、VFA及血液VFA含量的影响[J]. 畜牧与兽医, 2013, 45(4): 5-10.
- [12] 牛晓麟, 郭涛, 周文静, 等. 日粮粗蛋白质水平对育肥湖羊瘤胃微生物组成和发酵参数的影响[J]. 草业科学, 2020, 37(5): 975-983.
- [13] 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]. Journal of Animal Science, 2013, 26(6): 820-826.
- [14] 张海容. 不同精料补饲水平对藏绵羊瘤胃内环境参数的影响[J]. 畜牧与兽医, 2009, 41(5): 29-32.
- [15] 张瑛. 西藏羊瘤胃发酵与养分利用对饲粮营养水平的响应及其氮维持需要的研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2014.
- [16] Reddy N M, Huhtanen P, Flachowsky, et al. Effect of fodder based complete diets on the rumen fermentation pattern in cross bred bulls[J]. Indian J. Anim. Sci., 1993, 10(1): 7-11.
- [17] 管红娟. EAA构成与碳水化合物类型对混合瘤胃微生物体外发酵的影响[D]. 泰安: 山东农业大学, 2010.
- [18] 李萍, 邹彩霞, 梁辛, 等. 饲粮精粗比影响动物瘤胃发酵内环境的研究进展[J]. 家畜生态学报, 2015, 36(4): 82-84.
- [19] 李辉, 刁其玉, 张乃锋, 等. 不同蛋白水平对犊牛消化代谢及血清生化指标的影响[J]. 中国农业科学, 2008(4): 1219-1226.
- [20] 陈浩, 教日格乐, 王纯洁, 等. 慢性冷应激对放牧蒙古母牛血清酶活力、蛋白代谢及血清激素分泌的影响[J]. 中国农业大学学报, 2019, 24(10): 47-54.
- [21] 景炜. 日粮不同能量和蛋白水平对多浪羊母羊繁殖性能、血清生化指标及生殖激素的影响[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2010.
- [22] Rown M S, Ponce C H, Pulikanti R. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: Performance and ruminal metabolism[J]. Journal of Animal Science, 2006, 84(S13): E25-E33.
- [23] 杨凤. 动物营养学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.