

DOI:10.11829/j.issn.1001-0629.2013-0347

稻草秸秆与苜蓿的日粮组合对山羊消化道 各部位营养物质消化率的影响

张吉鹏^{1,2}, 谷德平¹, 吴文旋³, 李龙瑞², 邹庆华^{1,2}

(1. 江西省农业科学院畜牧兽医研究所, 江西 南昌 330200; 2. 江西新天地药业有限公司兽药研究院, 江西 峡江 331400;
3. 贵州大学动物科学学院, 贵州 贵阳 550025)

摘要:选 9 只体况良好, 体质量相近 $[41.3 \pm 1.2 \text{ kg}]$, 安装有永久性瘤胃瘘管、十二指肠瘘管、回肠瘘管的成都麻羊半同胞羯羊, 随机分成 3 组, 饲以稻草基础日粮, 分别补饲 25% (MSL₂₅)、50% (MSL₅₀) 与 75% (MSL₇₅) 的苜蓿 (MSL), 采用 Co-EDTA 为食糜标记物, 测定消化道各部位 (胃区、小肠与大肠) 及整个消化道干物质 (DM)、有机物 (OM)、中性洗涤纤维 (NDF) 与酸性洗涤纤维 (ADF) 的消化率。结果表明, 1) MSL₂₅、MSL₅₀ 与 MSL₇₅ 的胃区 DM 消化率、小肠 DM 消化率、大肠 DM 消化率以及全消化道 DM 消化率分别为 37.70%、40.44% 与 41.57%, 5.30%、5.61% 与 7.27%, 17.15%、19.03% 与 24.20%, 51.12%、54.48% 与 58.92%; 2) MSL₂₅、MSL₅₀ 与 MSL₇₅ 的胃区 OM 消化率、小肠 OM 消化率、大肠 OM 消化率以及全消化道 OM 消化率分别为 41.18%、44.83% 与 45.70%, 5.45%、5.94% 与 7.77%, 18.18%、20.62% 与 26.12%, 54.49%、58.81% 与 62.96%; 3) MSL₂₅、MSL₅₀ 与 MSL₇₅ 的胃区 NDF 消化率、小肠 NDF 消化率、大肠 NDF 消化率以及全消化道 NDF 消化率分别为 39.97%、42.24% 与 43.19%, 3.58%、2.69% 与 4.61%, 6.61%、7.47% 与 11.52%, 46.46%、48.00% 与 52.05%; 4) MSL₂₅、MSL₅₀ 与 MSL₇₅ 的胃区 ADF 消化率、后消化道 ADF 消化率以及全消化道 ADF 消化率分别为 38.81%、44.52% 与 48.61%, 1.29%、5.28% 与 4.71%, 39.59%、47.45% 与 51.05%。本研究结论, 山羊稻草基础日粮中补饲适量 25%~50% 的苜蓿, 不仅有利于稻草纤维物质在胃区的发酵, 且能提高这些纤维物质在后肠道的消化能力, 从而使得山羊在整个消化道消化纤维物质的能力增强, 表现出明显的组合效应。

关键词: 稻草; 补饲苜蓿; 山羊; 消化率; 组合效应

中图分类号: S827; S816.15 文献标识码: A 文章编号: 1001-0629(2014)06-1167-06^{*} 1

Effects of rice straw basic diet supplemented with varying level of alfalfa hay on nutrients digestibility in different segments of digestive tract for goat

ZHANG Ji-kun^{1,2}, GU De-ping¹, WU Wen-xuan², LI Long-rui³, ZOU Qing-hua^{1,2}

(1. Institute of Animal Science, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, China;
2. Veterinary Medicine Research Institute, Jiangxi New World Pharmaceutical Co Ltd, Xiajiang 331400, China;
3. College of Animal Science, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: Nine healthy and half sib Chengdu Ma Goats with similar weights (41.3 ± 1.2) kg and fitted with permanent cannulas in the rumen, the proximal duodenum and terminal ileum were randomly divided into three groups and fed the different diet which was rice straw (RS) supplemented with 25% (MSL₂₅), 50% (MSL₅₀) and 75% (MSL₇₅) alfalfa hay (*Medicago sativa*, MSL), respectively. The nutrients digestibility in different segments of goat digestive tracts were determined with Co-EDTA as markers. Gastric

* 收稿日期: 2013-08-18 接受日期: 2014-01-08
基金项目: 国家自然科学基金 (31060313, 31160468); 贵州省农业科技攻关项目 (黔科合 NY 字 (2009) 3085)
第一作者: 张吉鹏 (1964-), 男, 江西武宁人, 研究员, 博士, 主要从事反刍动物营养研究。E-mail: zjk50481@163.com
通信作者: 吴文旋 (1979-), 男, 贵州普定人, 教授, 博士, 主要从事反刍动物营养研究。E-mail: www3419@126.com
李龙瑞 (1964-), 男, 江西永新人, 高级畜牧兽医师, 博士, 主要从事中兽药研究。E-mail: lilongrui888@126.com

dry matter (DM) digestibility (%), small intestinal DM digestibility (%), large intestinal DM digestibility (%) and gastrointestinal DM digestibility (%) for MSL₂₅, MSL₅₀ and MSL₇₅ were 37.70%, 40.44% and 41.57%, 5.30%, 5.61% and 7.27%, 17.15%, 19.03% and 24.20%, 51.12%, 54.48% and 58.92%, respectively. The organic matter (OM) digestibility (%) were 41.18%, 44.83% and 45.70%, 5.45%, 5.94% and 7.77%, 18.18%, 20.62% and 26.12%, 54.49%, 58.81% and 62.96%, respectively. The neutral detergent fiber (NDF) digestibility (%) were 39.97%, 42.24% and 43.19%, 3.58%, 2.69% and 4.61%, 6.61%, 7.47% and 11.52%, 46.46%, 48.00% and 52.05% respectively. Gastric acid detergent fiber (ADF) digestibility (%), posterior ADF digestibility(%) and gastrointestinal ADF digestibility(%) for MSL₂₅, MSL₅₀ and MSL₇₅ were 38.81%, 44.52% and 48.61%, 1.29%, 5.28% and 4.71%, 39.59%, 47.45% and 51.05% respectively. It is concluded that goats RS basic diets supplemented with 25%~50% in this experiments could not only improve the RS fiber fermentation in gastric area, but also improve the RS fiber digestibility in lower digestive tract, therefore increase the fiber digestibility in whole digestive tract.

Key words: rice straw; supplemented alfalfa hay; goats; digestibilities; associative effects

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

LI Long-rui E-mail: lilongrui888@126.com

山羊稻草基础日粮补饲适量的苜蓿(*Medicago sativa*, 以下简称 MSL)可以因饲料间的组合效应,改善瘤胃动力学参数,提高稻草在瘤胃的发酵率与能量利用效率、消化道各部位营养物质流量以及瘤胃内蛋白微循环效率与微生物蛋白的合成效率,增加十二指肠氨基酸流量和山羊氮的沉积率与体质量,但当稻草基础日粮补饲的苜蓿超过 50%,由于可发酵有机物的不足而发生能氮不配对发酵,使得补饲苜蓿对提高稻草基础日粮氮利用效率的组合效应降低^[1-6]。谭支良^[7]的研究证明,绵羊日粮中结构性碳水化合物(SC):非结构性碳水化合物(NSC)为 2.40~2.64 时,纤维物质在整个胃区和整个消化道的消化率达到最高,高于或低于这一比例范围,纤维物质在整个胃区和整个消化道的消化率均会有不同程度的降低。同时证明,绵羊日粮中不同瘤胃降解蛋白(RDP)与瘤胃非降解蛋白(RUP)比例以及不同氮源均对日粮纤维物质在整个胃区、后肠道和整个消化道的消化率均有一定程度的影响。王玲^[8]研究了不同日粮代谢葡萄糖(MG)水平对绒山羊消化代谢性能影响,发现随日粮 MG 水平的增加,日粮干物质(DM)、有机物(OM)的全消化道消化率随之增加,而中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤纤维(ADF)的全肠道消化率随之下落,但差异不显著($P > 0.05$)。张吉鹄^[9]研究了不同粗饲料分级指数

(GI)混合日粮对绵羊整个消化道食糜流通速率及营养物质消化率的影响,指出日粮的高精料水平与高 GI 均能改善绵羊后消化道干物质(DM)与 NDF 的消化率,但 GI 的影响大于精饲料水平的影响。然而,迄今有关山羊稻草基础日粮补饲苜蓿对日粮 DM、OM、NDF 与 ADF 消化率的报道鲜见。本研究对饲喂稻草基础日粮补饲不同水平苜蓿的山羊整个消化道各部位营养物质的消化率进行分析,在消化道层次,以整体观探讨山羊低质基础饲料补饲优质粗饲料的组合效应机制。

1 材料与方法

1.1 试验动物

9 只体质量 $[(41.3 \pm 1.2) \text{ kg}]$ 相近、体况良好的成都麻羊半同胞羯羊,均装永久性瘤胃瘘管、十二指肠瘘管、回肠瘘管^[2]。

1.2 试验用混合粗饲料组成

根据前期体外批次发酵的组合效应研究结果^[10],决定在山羊稻草基础日粮中分别补饲 25%、50%与 75%的苜蓿,也就是将稻草与苜蓿干草分别以 75:25 (MSL₂₅)、50:50 (MSL₅₀)与 25:75 (MSL₇₅)的比例组成 3 个混合粗饲料,并制成草块,MSL₂₅、MSL₅₀与 MSL₇₅的营养成分分析结果见表 1,有关试验用饲料营养价值的详细评定结果见张吉鹄等^[11]。

表 1 试验用混合粗饲料营养成分
Table 1 Nutrients of experimental mixed forages

混合饲料 Mixed forage	营养成分 Nutrient				
	DM/ %	OM/ %DM	CP/ %DM	NDF/ %DM	ADF/ %DM
MSL ₂₅	92. 86	80. 60	8. 64	66. 01	46. 49
MSL ₅₀	92. 79	81. 89	12. 72	61. 06	43. 42
MSL ₇₅	92. 71	83. 17	16. 80	56. 12	40. 34

注:DM,干物质;OM,有机物;NDF,中性洗涤纤维;ADF,酸性洗涤纤维。表中数据均为 3 个重复的平均值。如无特别说明,下同。
Note: DM, Dry Matter; OM, Organic Matter; CP, Crude Protein; NDF, Neutral Detergent Fiber; ADF, Acid Detergent Fiber. The data in the table were means with 3 replicates. The same as below unless otherwise stated.

1.3 试验设计

本试验采用单因子 3 处理重复试验设计,按体质量相似和随机方法将试验羊只分成 3 组,每组 3 只,分别饲以 3 组混合粗饲料,以探讨山羊稻草基础日粮补饲不同水平苜蓿(25%、50%与 75%)对 3 组混合粗饲料的 DM、OM、NDF 与 ADF 消化率的影响。

1.4 饲养管理

试验羊单笼饲养,预试期 14 d,正试期 7 d,每日于 06:00 和 18:00 两次饲喂,自由饮水,常规光照、驱虫与管理。

1.5 测定指标和分析方法

本研究测定了胃区、小肠、大肠及整个消化道食糜以及食糜中干物质(DM)、有机物(OM)、中性洗涤纤维(NDF)与酸性洗涤纤维(ADF)的流通量及其消化率。按参考文献[2]方法采集粪样,以 Co-EDTA^[12]为食糜标记物,具体测定方法见参考文献[8,13-14]。

1.6 统计分析

采用 SAS6.12 软件包中的 ANOVA 过程进行方差分析,多重比较用 Duncan 法。

2 结果与分析

2.1 山羊干物质消化率的影响

胃区 DM 消化量、小肠 DM 消化量、大肠 DM 消化量与全消化道 DM 消化量均随 MSL 补饲水平的提高而增加,组间差异显著($P<0.05$),这与 DM 采食量随 MSL 补饲水平的提高而显著增加有关(表 2)。尽管消化道各段及全消化道 DM 消化率亦随 MSL 补饲水平增加而增加,但并非各组间差异均显著,胃区 MSL₅₀ 的 DM 消化率(40.44%)略低于 MSL₇₅ 的(41.57%)($P>0.05$),与 MSL₂₅ 的(37.70%)也差异不显著($P>0.05$);小肠、大肠及全消

化道的 DM 消化率,均以 MSL₇₅ 的最高,分别为 7.27%、24.20% 与 58.92%,显著高于 MSL₂₅ (5.30%、17.15% 与 51.12%)与 MSL₅₀ (5.61%、19.03% 与 54.48%),但 MSL₂₅ 与 MSL₅₀ 的组间差异不显著,表明 MSL 补饲增强了饲料间的组合效应,增加了稻草 DM 的消化率。

2.2 山羊有机物消化率的影响

MSL₂₅、MSL₅₀ 与 MSL₇₅ 消化道各部位(胃区、小肠与大肠)及全消化道 OM 的消化量均随 MSL 补饲水平的提高而增加,组间差异显著($P<0.05$),这与 OM 采食量随 MSL 补饲水平的提高而显著增加有关(表 3)。各组消化道各部位(胃区、小肠与大肠)及全消化道 OM 消化率亦随 MSL 补饲水平的提高而增加,除胃区 MSL₅₀ (44.83%)与 MSL₇₅ (45.70%)的差异不显著($P>0.05$)外,其余组间差异均显著。

2.3 山羊中性洗涤纤维消化率的影响

尽管各组试验山羊的 DM 采食量均随苜蓿补饲水平的提高而增加($P<0.05$),但 NDF 的采食量却以 MSL₅₀ 的最高,为 582.74 g·d⁻¹,MSL₇₅ 与之接近($P>0.05$),为 580.22 g·d⁻¹,MSL₂₅ 的最低,为 500.36 g·d⁻¹(表 4)。各组胃区 NDF 消化量均随 MSL 补饲水平的提高呈非线性增加。MSL₇₅ 的胃区 NDF 消化量为 250.64 g·d⁻¹,仅略高于 MSL₅₀ 的 246.08 g·d⁻¹,MSL₂₅ 的最低,为 200.00 g·d⁻¹,显著低于 MSL₅₀ 与 MSL₇₅。MSL₂₅、MSL₅₀ 与 MSL₇₅ 的大肠 NDF 消化量亦随 MSL 补饲水平的提高呈非线性增加,分别为 21.67、24.49 与 36.21 g·d⁻¹,且组间差异显著。而小肠 NDF 消化量以 MSL₇₅ 的最高,为 15.20 g·d⁻¹,其次为 MSL₂₅ 的 10.78 g·d⁻¹,MSL₅₀ 的最小,为 9.04 g·d⁻¹,其中 MSL₇₅ 与 MSL₂₅、MSL₅₀ 的差异显著,MSL₂₅ 与 MSL₅₀

表 2 试验山羊消化道各部位 DM 的消化量及其消化率

Table 2 Disappearance and digestibilities of DM in whole digestive tract and its various digestive segments of trial goat fed with RS basic diet supplemented with 3 different level of MSL

项目 Item	混合饲料 Mixed forage			SEM
	MSL ₂₅	MSL ₅₀	MSL ₇₅	
干物质采食量 ^[2] DM intake/g · d ⁻¹	842.15c	954.37b	1 033.98a	9.81
胃区干物质消化量 Gastric DM digestion amount/g · d ⁻¹	317.49c	385.95b	429.83a	8.96
小肠干物质消化量 Small intestinal DM digestion quantity/g · d ⁻¹	27.83c	31.88b	43.92a	0.92
大肠干物质消化量 Large intestinal DM digestion quantity/g · d ⁻¹	85.16c	102.09b	135.43a	1.50
全消化道干物质消化量 Gastrointestinal DM digestion quantity/g · d ⁻¹	430.48c	519.91b	609.19a	10.11
胃区干物质消化率 Gastric DM digestibility/%	37.70b	40.44ab	41.57a	0.96
小肠干物质消化率 Small intestinal DM digestibility/%	5.30b	5.61b	7.27a	0.14
大肠干物质消化率 Large intestinal DM digestibility/%	17.15b	19.03b	24.20a	0.56
全消化道干物质消化率 Gastrointestinal DM digestibility/%	51.12b	54.48b	58.92a	1.09

表 3 试验山羊消化道各部位 OM 的消化量及其消化率

Table 3 Disappearance and digestibilities of OM in whole digestive tract and its various digestive segments of trial goat fed with RS basic diet supplemented with 3 different level of MSL

项目 Item	混合饲料 Mixed forage			SEM
	MSL ₂₅	MSL ₅₀	MSL ₇₅	
有机物质采食量 ^[2] OM intake/g · d ⁻¹	738.95c	850.34b	935.29a	8.79
胃区有机物质消化量 Gastric OM digestion amount/g · d ⁻¹	304.22c	381.12b	427.43a	4.50
小肠有机物质消化量 Small intestinal OM digestion quantity/g · d ⁻¹	23.71c	27.82b	38.89a	0.67
大肠有机物质消化量 Large intestinal OM digestion quantity/g · d ⁻¹	74.72c	90.96b	122.50a	1.35
全消化道有机物质消化量 Gastrointestinal OM digestion quantity/g · d ⁻¹	402.66c	499.90b	588.82a	4.88
胃区有机物质消化率 Gastric OM digestibility/%	41.18b	44.83a	45.70a	0.95
小肠有机物质消化率 Small intestinal OM digestibility/%	5.45c	5.94b	7.77a	0.12
大肠有机物质消化率 Large intestinal OM digestibility/%	18.18c	20.62b	26.12a	0.30
全消化道有机物质消化率 Gastrointestinal OM digestibility/%	54.49c	58.81b	62.96a	1.07

表 4 试验山羊消化道各部位 NDF 的消化量及其消化率

Table 4 Disappearance and digestibilities of NDF in whole digestive tract and its various digestive segments of trial goat fed with RS basic diet supplemented with 3 different level of MSL

项目 Item	混合饲料 Mixed forage			SEM
	MSL ₂₅	MSL ₅₀	MSL ₇₅	
中性洗涤纤维采食量 ^[2] NDF intake/g · d ⁻¹	500.36b	582.74a	580.22a	5.45
胃区中性洗涤纤维消化量 Gastric NDF digestion amount/g · d ⁻¹	200.00b	246.08a	250.64a	5.47
小肠中性洗涤纤维消化量 Small intestinal NDF digestion quantity/g · d ⁻¹	10.78b	9.04b	15.20a	0.58
大肠中性洗涤纤维消化量 Large intestinal NDF digestion quantity/g · d ⁻¹	21.67c	24.49b	36.21a	0.88
全消化道中性洗涤纤维消化量 Gastrointestinal NDF digestion quantity/g · d ⁻¹	232.45c	279.61b	302.05a	5.43
胃区中性洗涤纤维消化率 Gastric NDF digestibility/%	39.97a	42.24a	43.19a	0.97
小肠中性洗涤纤维消化率 Small intestinal NDF digestibility/%	3.58b	2.69b	4.61a	0.18
大肠中性洗涤纤维消化率 Large intestinal NDF digestibility/%	6.61c	7.47b	11.52a	0.24
全消化道中性洗涤纤维消化率 Gastrointestinal NDF digestibility/%	46.46b	48.00b	52.05a	0.93

的组间差异不显著。MSL₂₅、MSL₅₀与MSL₇₅的全消化道NDF消化量分别为232.45、279.61与302.05 g · d⁻¹，且组间差异显著。就消化率而言，MSL₂₅、MSL₅₀与MSL₇₅的胃区NDF消化率分别为39.97%、42.24%与43.19%，组间差异不显著，大肠NDF消化率分别为6.61%、7.47%与11.52%，且

组间差异显著,全消化道 NDF 消化率分别为 46.46%、48.00%与 52.05%,其中 MSL₂₅ 与 MSL₅₀ 的组间差异不显著,其余组间差异显著。

2.4 山羊酸性洗涤纤维消化率的影响

MSL₂₅、MSL₅₀ 与 MSL₇₅ 的 ADF 采食量、胃区 ADF 消化量、全消化道 ADF 消化量均随 MSL 补饲水平的增加呈非线性增加,除 MSL₅₀ 与 MSL₇₅ 的 ADF 采食量(分别为 414.34 与 417.14 g·d⁻¹)组间差异不显著($P>0.05$)外,其余所测指标组间差

异显著($P<0.05$)。后消化道 ADF 消化量则以 MSL₅₀ 最高,为 12.13 g·d⁻¹,其次为 MSL₇₅ 的 10.11 g·d⁻¹,最低的为 MSL₂₅ 的 3.09 g·d⁻¹,组间差异显著。胃区 ADF 消化率自高到低的排序为 MSL₇₅ (48.61%)>MSL₅₀ (44.52%)>MSL₂₅ (38.81%),组间差异显著,而后消化道 ADF 消化率则以 MSL₅₀ (5.28%) 的最高,其次为 MSL₇₅ (4.71%),MSL₂₅ (1.29%) 的最低,组间差异显著,全消化道 ADF 消化率与 ADF 采食量一样,随 MSL 补饲水平的增加呈非

表 5 山羊消化道各部位 ADF 的消化量及其消化率

Table 5 Disappearance and digestibilities of ADF in whole digestive tract and its various digestive segments of trial goat fed with RS basic diet supplemented with 3 different level of MSL

项目 Item	混合饲料 Mixed forage			SEM
	MSL ₂₅	MSL ₅₀	MSL ₇₅	
酸性洗涤纤维采食量 ^[2] ADF intake/g·d ⁻¹	391.50b	414.34a	417.14a	4.17
胃区 ADF 消化量 Gastric ADF digestion amount/g·d ⁻¹	151.88c	184.42b	202.85a	4.50
后消化道 ADF 消化量 Posterior ADF digestion quantity/g·d ⁻¹	3.09c	12.13a	10.11b	0.27
全消化道 ADF 消化量 Gastrointestinal ADF digestion quantity/g·d ⁻¹	154.96c	196.55b	212.96a	4.58
胃区 ADF 消化率 Gastric ADF digestibility/%	38.81c	44.52b	48.61a	1.00
后消化道 ADF 消化率 Posterior ADF digestibility/%	1.29c	5.28a	4.71b	0.14
全消化道 ADF 消化率 Gastrointestinal ADF digestibility/%	39.59b	47.45a	51.05a	1.12

线性增加,且 MSL₅₀ 与 MSL₇₅ 的组间差异不显著。

3 讨论

3.1 山羊稻草基础日粮补饲适量苜蓿主要调控瘤网胃发酵

本研究 DM、OM、NDF 与 ADF 的消化主要在前胃消化吸收,这与其他学者^[3-6]报道的一致。同时表明,适宜的 MSL 补饲量主要调控瘤网胃发酵,从而达到提高稻草纤维物质消化率的目的。

3.2 山羊稻草基础日粮补饲适量苜蓿可从整个消化道提高稻草纤维物质的消化率

本研究纤维物质(NDF、ADF)的胃区及全消化道的消化率随 MSL 补饲水平的增加呈非线性增加,表明由于 MSL 的补饲,增加了稻草纤维的消化率,使得整个混合粗饲料的消化率增加,自整个消化道表现出明显的组合效应,但随着 MSL 补饲水平的持续增加,当超过 50%时,各组混合粗饲料的消化率增加幅度减少,甚至降低(MSL₇₅ 的 ADF 消化率较 MSL₅₀ 的显著降低),改善稻草纤维消化率的组合效应明显减少。谭支良^[7]的研究表明,随着日粮中非结构性碳水化合物(NSC)浓度的增加,当达到

一定比例后又随之减弱。当日粮中 SC : NSC 比例为 2.40 和 2.64 时,纤维物质在整个肠道的消化率最高,日粮中 SC : NSC 比例超过 2.64 或低于 2.40 时,都会使纤维物质的消化率下降。Topps^[15] 的研究亦证明,对低质秸秆基础日粮补饲豆科牧草能促进纤维分解菌的生长,从而提高秸秆的消化率。

3.3 山羊稻草基础日粮补饲适量苜蓿提高稻草纤维物质消化率组合效应的可能机制

豆科牧草在瘤胃降解缓慢释放出氮、硫及其他营养物质,可为瘤胃微生物提供能被纤维分解菌同步利用的可降解氮与可发酵能^[16],苜蓿干草中 75%~80% 的蛋白在瘤胃降解^[17-18]。苜蓿中的非结构型糖类(NDS)与瘤胃可降解蛋白是相平衡的,因此,苜蓿既为家畜补充蛋白质,也为反刍动物提供能量^[19]。苜蓿瘤胃降解蛋白可为饲喂秸秆基础日粮的反刍动物瘤胃纤维分解菌提供生长所必需的挥发性支链脂肪酸^[20-21],且 10 种必需氨基酸含量较高,维生素含量丰富,此外苜蓿还含有未知生长因子^[22]。从这个意义上说,苜蓿营养成分全面,是饲喂秸秆等低质基础日粮反刍动物的理想补充饲料。

4 结论

在山羊稻草基础日粮中补饲适量的苜蓿(本研究为25%~50%),不仅有利于稻草纤维物质在胃

区的发酵,且能提高这些纤维物质在后肠道的消化能力,从而使得山羊在整个消化道消化纤维物质的能力增强。

参考文献

- [1] 张吉鹏,吴文旋,李龙瑞,邹庆华. 稻草补饲不同水平苜蓿对山羊瘤胃发酵的组合效应研究[J]. 草业科学,2014,31(2):313-320.
- [2] 张吉鹏,李龙瑞,吴文旋,周奕忠,邹庆华. 稻草补饲苜蓿对山羊部分血液生化指标及氮代谢的影响研究[J]. 江西农业大学学报,2013,35(5):1008-1013.
- [3] 张吉鹏,张震宇,吴文旋,邹庆华. 山羊稻草基础日粮补饲不同水平苜蓿对消化道各部位营养物质流通量的影响研究[J]. 江西农业大学学报,2013,35(6):1242-1247.
- [4] 张吉鹏,张震宇,吴文旋,李龙瑞,邹庆华. 稻草补饲苜蓿对山羊瘤胃动力学及十二指肠氨基酸流量的研究[J]. 湖南农业大学学报,2013,39(1):58-62.
- [5] 张吉鹏,李龙瑞,吴文旋,邹庆华. 稻草与苜蓿组合对山羊能量消化代谢的影响[J]. 江西农业大学学报,2014,36(3):614-618.
- [6] 张吉鹏,张震宇,吴文旋,李龙瑞,邹庆华. 稻草与苜蓿组合对山羊瘤胃内蛋白微循环效率及增重的影响[J]. 江西农业大学学报,2014,36(5):972-978.
- [7] 谭支良. 绵羊日粮中不同碳水化合物和氮源比例对纤维物质消化动力学的影响及其组合效应评估模型[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,1998.
- [8] 王玲. 内蒙古白绒山羊适宜代谢葡萄糖水平的研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2003.
- [9] 张吉鹏. 粗饲料分级指数参数的模型化及粗饲料科学搭配的组合效应研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2004.
- [10] 张吉鹏,邹庆华,王金芬,熊立根. 稻草与多水平苜蓿混合瘤胃体外发酵组合效应的整体研究[J]. 饲料工业,2011,32(17):40-48.
- [11] 张吉鹏,李龙瑞,邹庆华. 江西几种奶牛常用饲料的多体系营养价值评定[J]. 江西农业大学学报,2012,34(5):1003-1007.
- [12] Uden P, Colucci P E, Van Soest P J. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1980, 30:625-632.
- [13] AOAC. Official Methods of Analysis[M]. 13th ed. Washington, D C: Association of Official Analytical Chemists, 1980.
- [14] Van Soest P J, Robertson J B, Lewis B A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition[J]. Journal of Dairy Science, 1991, 74:3583-3597.
- [15] Topps J H. Forage legumes as protein supplements to poor quality diets in the semi-arid tropics [A]. Wallace R J, Lahlou-Kassi A. Proceedings of a Workshop held at ILRI[C]. Addis Ababa, Ethiopia: Rumen Ecology Research Planning, 1995:183-190.
- [16] Dixon R M. Maximizing the rate of fibre digestion in the rumen[A]. Dixon R M. Ruminant Feeding Systems Utilizing Fibrous Agricultural Residues[M]. Canberra, ACT, Australia: International Development Program of Australian Universities and Colleges, 1986:49-67.
- [17] Merchen N R, Satter L D. Digestion of nitrogen by lambs fed alfalfa conserved as baled hay or low moisture silage[J]. Journal of Animal Science, 1983, 46:943.
- [18] Prange R W, Stern M D, Jorgensen N A, Satter L D. Site and extent of digestion in lactating cows fed alfalfa silage or baled alfalfa hay[J]. Journal of Dairy Science, 1984, 67:2308.
- [19] 张吉鹏,李龙瑞,邹庆华. 稻草与不同饲料混合在体外消化率上的组合效应研究[J]. 草业科学,2010,27(11):137-144.
- [20] Bryant M P, Robinson I M. Some nutritional characteristics of predominant culturable ruminal bacteria[J]. Journal of Bacteriology, 1962, 84:605.
- [21] Bryant M P. Nutritional requirements of the predominant rumen cellulolytic bacteria[J]. Federation Proceedings, 1973, 32:1809.
- [22] 张吉鹏. 反刍动物秸秆基础日粮补饲苜蓿的组合效应[J]. 中国奶牛, 2007(5):16-19.