

日粮纤维水平对绵羊消化道不同部位固相食糜流通速率和纤维消化的影响

王海荣,侯先志,王贞贞,吕莉华,韩吉雨

(内蒙古农业大学 动物科学与医学学院,内蒙古 呼和浩特 010018)

【摘 要】 【目的】研究日粮纤维水平对绵羊消化道不同部位固相食糜流通速率和纤维类物质流量及消化率的影响。【方法】选择 9 只质量为 (52.46 ± 1.75) kg、装有瘤胃和十二指肠 T 型瘘管的苏尼特绵羊,随机均分为 I、II 和 III 3 组,3 组绵羊分别饲喂 NDF 含量为 64.38%,54.59%和 42.71%的日粮;试验以铬标记纤维作为固相食糜标记物,通过分析不同时间瘤胃、十二指肠和直肠样品中的铬浓度以及不同时间混合样品中的 NDF、ADF、HC、CEL 和 DM 含量,计算不同消化部位固相食糜的流通速率、纤维物质流量及消化率。【结果】各处理组间绵羊消化道相同部位的固相食糜流通速率、纤维物质流量及消化率差异均不显著($P>0.05$)。处理 III 组各消化部位的流通速率以及瘤胃和全消化道营养物质的消化率均较低,但在后肠部位纤维类物质(NDF、ADF、CEL 和 HC)的消化力增强。【结论】在进食能氮总量相似的情况下,日粮纤维水平对纤维类物质的消化无显著影响。

【关键词】 绵羊;日粮纤维水平;流通速率;消化道;消化率

【中图分类号】 S816.32

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2009)10-0055-07

Effects of dietary fiber level on passage rate and digestibility of fibre at different sites of digestive tract in sheep

WANG Hai-rong, HOU Xian-zhi, WANG Zhen-zhen, LÜ Li-hua, HAN Ji-yu

(College of Animal Science and Veterinary Medicine, Inner Mongolia Agriculture University, Hohhot, Inner Mongolia, 010018, China)

Abstract: 【Objective】 The present study was conducted to investigate the effects of different levels of dietary fiber on the solid passage rate and passage flow, digestibility of fibre at different sites of digestive tract in sheep. 【Method】 Nine ruminally and duodenally cannulated Sunite sheep were randomly allocated into three groups. The dietary fiber levels of each group were 64.38%, 54.59% and 42.71% respectively. The solid phase digesta markers were Cr-mordanted fibre. The solid passage rate and nutrients passage flow and digestibility in different digestive tract sites were calculated, based on the chromium concentration of single sample and NDF, ADF, HC, CEL and DM content of mixed sample, in the rumen, duodenum and rectum of sheep at different sampling time. The experiment lasted for four weeks. 【Result】 The results indicated that there were no significant differences among the three groups in solid phase passage rate and passage flow and digestibility of nutrients at the same sites of digestive tract ($P>0.05$). However, group III was the lowest for solid phase passage rate, and fiber digestibility in rumen and whole digestive tract, but the fiber digestion was enhanced in the hindgut of sheep. 【Conclusion】 These results suggested that under the condition of similar energy and nitrogen offered, fiber digestibility was not significantly affected

* [收稿日期] 2009-02-18

[基金项目] 国家自然科学基金项目(30460095)

[作者简介] 王海荣(1973—),女,内蒙古赤峰人,副教授,博士,主要从事反刍动物营养研究。E-mail: wanghairong97@163.com

[通信作者] 侯先志(1948—),男,内蒙古呼和浩特人,教授,博士,博士生导师,主要从事反刍动物营养研究。

E-mail: houxz05@sina.com

by the level of dietary fiber.

Key words: sheep; fiber level of dietary; passage rate; digestive tract; digestibility

对于反刍动物来讲,在不危及瘤胃生态系统安全的条件下,科学经济的配合饲料是保证生产效益的核心环节,而动物日粮中纤维含量和降解状况又是关乎动物健康和饲料利用的关键问题^[1],因此研究日粮纤维水平对纤维物质降解的影响,对指导绵羊的科学饲养具有重要意义。

随着各种指示剂的开发及使用,将瘻管技术及标记物示踪技术相结合,真实地模拟粗饲料在动物胃肠道内的流动和消化情况,可以更准确地评定纤维的营养价值及利用效果。以铬标记纤维为指示剂,可获得可靠的消化率和食糜流通率数据^[2-3]。前人研究表明,影响纤维物质利用的因素很多,如纤维水平^[4-6]、纤维质量^[7-8]、纤维长度^[9-10]等,其中纤维水平是目前动物日粮营养调控中最重要最直接的指标,不适当的纤维水平会直接影响到反刍动物的瘤胃发酵功能、微生物的代谢过程以及能量的供给等一系列问题^[11]。

目前,关于日粮结构对绵羊消化道不同部位消化状况的影响,前人已进行了一些研究^[3,4,12-16],但研究结果尚不统一,且在日粮组成上主要通过补充非结构性碳水化合物或调整精粗比例来改变日粮组成,并未考虑动物进食日粮中其他营养成分不同所造成的影响。为此,本试验试图通过改变日粮配方和饲喂量来控制各组绵羊进食的能量和蛋白量,在

中性洗涤纤维 NDF 采食量不同的条件下,观测日粮纤维水平变化对绵羊消化道不同部位营养物质消化的影响,以期为绵羊饲料的合理配制提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验选择体况良好、体质量(52.46±1.75) kg,年龄约 1.5 岁的苏尼特绵羊 9 只,统一驱虫,安装永久性瘤胃和十二指肠 T 型瘻管。将绵羊随机分为 3 个处理组,每组 3 只,Ⅰ组(高纤维)、Ⅱ组(中纤维)和Ⅲ组(低纤维)分别饲喂 NDF 含量分别为 64.38%,54.59%和 42.71%的日粮。饲喂水平为维持需要的 1.3 倍,通过采食量控制使各组进食的主要营养物质,如能量、蛋白量基本相同,避免多因素之间的干扰,重点观测 NDF 进食量不同时纤维含量对绵羊消化道不同部位纤维消化的影响。

Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组绵羊的日进食量分别控制为 1.4、1.3 和 1.2 kg。试验羊分别于早 7:00 和晚 19:00 饲喂 2 次,自由饮水,单笼饲养。预饲期 21 d,正式试验期 7 d。

1.2 试验日粮

日粮的配制参照内蒙细毛羊饲养标准进行,日粮组成见表 1。

表 1 试验日粮组成及营养水平

Table 1 Composition and nutrient of experimentation diets

日粮配方 Diet composition	含量/(g·kg ⁻¹) Content			营养指标 Nutrient target	营养水平 Nutrient level		
	Ⅰ组 Group I	Ⅱ组 Group II	Ⅲ组 Group III		Ⅰ组 Group I	Ⅱ组 Group II	Ⅲ组 Group III
混合牧草 Forage	900	700	500	ME/(MJ·kg ⁻¹)	2.02	2.18	2.36
玉米 Corn	31	112	309	CP/(g·kg ⁻¹)	106.8	113.3	122.6
麸皮 bran	0	61	33	NDF/(g·kg ⁻¹)	643.8	545.9	427.1
豆粕 Soybean	33	102	130	Ca/(g·kg ⁻¹)	5	5.3	5.9
石粉 Stone meal	10	12.5	12	P/(g·kg ⁻¹)	3	3.2	3.8
磷酸氢钙 GaHPO ₄	5	2.5	6				
食盐 NaCl	5	5	5				
添加剂 Additives	5	5	5				
尿素 Urea	11	0	0				

1.3 样品的采集及有关指标的测定

本试验固相食糜标记物选用 Cr 标记纤维,具体方法参见文献[17]。

食糜标记物的投放与样品的采集:试验羊经 21 d 预饲期后,于正式试验期早晨 7:30 在投放标记物

前,分别从瘤胃、十二指肠和直肠中采集样品,用于测定 Cr 本底值。然后通过瘤胃瘻管一次性投入铬标记青干草 40 g/只,搅拌以利于其与瘤胃液的充分混合。于投放铬标记干草后的 1,2,4,6 和 9 h 采集瘤胃样品,于 12,15,18,21,24 和 28 h 采集瘤胃和

十二指肠样品,于 32,36,44,48,54,60,66,72,84,96,108 和 120 h 采集瘤胃、十二指肠和直肠样品。

瘤胃液样品通过 PVC 塑料管在瘤胃内往返抽提数次取得,十二指肠食糜由塑料瓶挂于瘘管处收集,粪样由直肠直接取样。将每次采集的样品分成 2 份,1 份直接放入 65 ℃烘箱中烘干测定铬浓度,另 1 份按等量混合的原则将各时间点采集的瘤胃液、十二指肠食糜和粪样分别混制成混合样本,于 65 ℃烘干后测定 DM、NDF、ADF、HC、和 CEL 等指标。

试验期间准确记录试验羊的采食量。

根据测定结果计算消化道不同部位固相食糜的流通速率、纤维物质流通量及消化率:

(1)固相食糜流通速率。根据不同采样时间点食糜样品中 Cr 浓度与采样时间间存在的曲线回归关系,通过最小二乘拟合计算固相食糜流通速率,其指数函数公式如下:

$$Ct=C_0\times e^{-Kt}。$$

式中: Ct 为不同消化部位不同采样时间点的 Cr 浓度; t 为采样时间; C_0 为消化道不同部位零时间点的 Cr 浓度(即将不同消化部位样品中 Cr 浓度最大的时刻作为零时刻,该样品中的 Cr 浓度作为零时刻的 Cr 浓度 C_0); K 为固相食糜流通速率。

(2)营养物质流通量。消化道不同部位的干物质流通量按下式计算。

$$Q_{DM}=\frac{\text{灌注的 Cr 量}}{C_0}。$$

式中: Q_{DM} 为消化道不同部位的干物质流通量。

计算得到 Q_{DM} 后,用消化道不同部位食糜干物质中的 NDF、ADF、HC 和 CEL 含量,乘以消化道不

同部位的干物质流通量,即可得到该消化部位的营养成分的流通量。

(3)营养物质消化率。营养物质在绵羊瘤胃、后肠道及整个消化道中消化率的计算公式为:

$$D_R\%=\frac{I_R-Q_R}{I_R}\times100\%；$$

$$D_H\%=\frac{Q_S-Q_F}{Q_S}\times100\%；$$

$$D_Z\%=\frac{I_R-Q_F}{I_R}\times100\%。$$

式中: D_R 为瘤胃中某种营养物质的消化率; I_R 为某种营养物质的采食量; Q_R 为瘤胃中某种营养物质的流通量; D_H 为后肠道某种营养物质的消化率; Q_S 为十二指肠某种营养物质的流通量; Q_F 为直肠中某种营养物质的流通量; D_Z 为整个消化道某种营养物质的消化率。

1.4 数据分析

试验数据采用 SAS 6.12 软件中的 ANOVA 进行方差分析,用 Duncan 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 日粮纤维水平对绵羊消化道固相食糜流通速率的影响

由表 2 可见,在同一处理组内,固相食糜从瘤胃、十二指肠到直肠的流通速率均呈递减的趋势,但差异不显著($P>0.05$)。从不同处理组间同一消化部位的流通速率看,也未出现显著差异($P>0.05$),但低纤维日粮组(Ⅲ组)消化道各部位的流通速率值均最低。

表 2 日粮纤维水平对绵羊消化道固相食糜流通速率的影响

Table 2 Effect of different dietary fiber levels on the solid fractional passage rate at digestive tract of sheep g/h					
组别 Group	瘤胃 Rumen	十二指肠 Duodenum	直肠 Rectum	SEM	<i>P</i>
I	4.21	4.19	3.61	1.52	0.86
II	4.56	4.26	3.85	1.50	0.85
III	3.38	3.24	2.77	0.75	0.61
SEM	1.17	1.43	1.31		
<i>P</i>	0.49	0.64	0.60		

注:SEM 表示平均数的标准误;*P* 表示显著水平。下表同。

Note:SEM means standard error,*P*:significant level. The following tables are the same.

2.2 日粮纤维水平对绵羊消化道不同部位纤维物质流通量的影响

由表 3 可以看出,在相同消化部位不同处理组间,纤维物质流通量数值的差异均不显著($P>0.05$)。同一处理组不同消化道部位间进行比较,

NDF、ADF、HC 和 CEL 从瘤胃、十二指肠到直肠的流通量均呈递减趋势。高纤维日粮组(I 组)各营养物质在瘤胃的流通量均显著高于直肠($P<0.05$),而十二指肠和直肠部位流通量的差异不显著($P>0.05$)。中纤维日粮组(Ⅱ组)各营养物质在瘤胃的

流通量显著高于十二指肠和直肠($P<0.05$),而十二指肠和直肠间的流通量差异不显著($P>0.05$)。低纤维日粮组(Ⅲ组)ADF、NDF、HC 和 DM 在瘤胃的流通量显著高于十二指肠($P<0.05$),极显著高于直肠($P<0.01$),十二指肠流通量又显著高于直肠($P<0.05$); CEL 瘤胃的流通量显著高于十二指肠和直肠($P<0.05$)。

表 3 日粮纤维水平对绵羊消化道纤维物质流通量的影响

Table 3 Effect of different fiber levels on the passage of fiber in different digestive tract parts of sheep g/(kg·d)					
营养物质 Nutrient	组别 Group	瘤胃 Rumen	十二指肠 Duodenum	直肠 Rectum	标准误 SEM
中性洗涤纤维 (NDF) Neutral detergent fiber	I	502.24 Aa	259.05 Aab	193.33 Ab	87.06
	II	441.49 Aa	206.41 Ab	145.20 Ab	60.66
	III	421.11 Aa	222.86 Ab	148.11 Ac	22.13
	SEM	59.73	65.03	62.87	
酸性洗涤纤维 (ADF) Acid detergent fiber	I	261.90 Aa	140.92 Aab	111.13 Ab	46.2
	II	219.90 Aa	118.46 Ab	79.55 Ab	32.18
	III	206.97 Aa	122.96 Ab	77.06 Ac	14.22
	SEM	31.83	32.72	35.9	
半纤维素(HC) Hemicellulose	I	240.35 Aa	118.13 Ab	82.20 Ab	41.36
	II	221.59 Aa	87.95 Ab	65.65 Ab	28.78
	III	214.15 Aa	99.90 Ab	71.05 Ac	9.41
	SEM	28.66	32.76	27.07	
纤维素(CEL) Cellulose	I	168.75 Aa	86.09 Ab	65.71 Ab	22.92
	II	148.99 Aa	70.11 Ab	46.59 Ab	17.86
	III	134.99 Aa	75.31 Ab	46.83 Ab	11.42
	SEM	16.71	18.75	18.54	
干物质(DM) Dry matter	I	873.11 Aa	423.72 Aab	327.07 Ab	162.87
	II	820.37 Aa	423.14 Ab	223.42 Ab	120.56
	III	929.70 Aa	561.50 Ab	268.85 Ac	100.12
	SEM	147.22	116.15	126.17	

注:①表中同行数据后标相同小写字母表示同组不同消化部位间差异不显著($P>0.05$);标相邻小写字母表示差异显著($P<0.05$);标相间小写字母表示差异极显著($P<0.01$)。下表同。

②表中同列数据后标相同大写字母表示相同消化部位不同处理组间差异不显著($P>0.05$);标相邻大写字母表示差异显著($P<0.05$);标相间大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。下表同。

Note:①The values in the same row with the same small letters mean no significant difference from different digestive tract parts of the same group ($P>0.05$). The different small letters mean significant difference ($P<0.05$), The interval small letters mean significant at 0.01level. The following table is the same.

②The values in the same line with the same capital letters mean no significant different from difference groups of the same digestive tract part($P>0.05$). The different capital letters mean significant difference ($P<0.05$), The interval capital letters mean significant at 0.01 level. The following table is the same.

2.3 日粮纤维水平对绵羊消化道不同部位纤维物质消化率的影响

由表 4 可以看出,日粮不同纤维水平对绵羊消化道相同部位 NDF、ADF、HC、CEL 和 DM 的表观消化率影响均不显著($P>0.05$)。从数值来看,各种纤维物质的消化率在瘤胃区段均是以中高纤维日粮组(Ⅰ、Ⅱ组)数值较高;在后肠道区段,除 HC 外,其他营养物质的消化率均是以中低纤维日粮组(Ⅱ、Ⅲ组)数值较高,全消化道的消化率为中高纤维日粮组(Ⅰ、Ⅱ组)数值较高。与Ⅰ、Ⅱ组相比,低纤维日粮组(Ⅲ组)后肠道的 NDF、ADF、HC 和 DM 消化率明显高于瘤胃。

从相同日粮组不同消化部位营养物质消化率的比较结果看,NDF、ADF、HC 和 CEL 的全消化道消化率均显著高于瘤胃和后肠道区域($P<0.05$),其中高纤维日粮组(Ⅰ组)ADF 和 CEL 全消化道消化率极显著高于后肠道区域($P<0.01$),中纤维日粮组(Ⅱ组)ADF 全消化道消化率极显著高于瘤胃区域($P<0.01$),低纤维日粮组(Ⅲ组)ADF 和 DM 的全消化道消化率极显著高于瘤胃区域($P<0.01$);除高纤维日粮组的 CEL 和低纤维日粮组的 DM 外,其他纤维类物质在瘤胃和后肠道区域消化率的差异均不显著($P>0.05$)。

表 4 日粮纤维水平对绵羊消化道不同部位纤维物质消化率的影响

Table 4 Effect of different fiber level diets on the fiber digestibility in different parts of digestive tract of sheep %					
营养物质 Nutrient	组别 Group	瘤胃 Rumen	后肠道 Hindgut	全消化道 Digestive tract	标准误 SEM
中性洗涤纤维 (NDF) Neutral detergent fiber	I	34.67 Ab	28.16 Ab	66.30 Aa	8.43
	II	31.43 Ab	33.82 Ab	67.94 Aa	8.3
	III	16.23 Ab	30.54 Ab	55.67 Aa	7.51
	SEM	8.52	12.5	8.85	
酸性洗涤纤维 (ADF) Acid detergent fiber	I	39.25 Abc	25.54 Ac	67.31 Aa	8.74
	II	32.93 Ac	36.62 Abc	63.87 Aa	8.41
	III	22.44 Ac	34.45 Abc	53.92 Aa	7.46
	SEM	8.65	12.88	9.28	
半纤维素(HC) Hemicellulose	I	28.82 Ab	30.63 Ab	65.02 Aa	8.83
	II	23.98 Ab	29.94 Ab	69.83 Aa	8.81
	III	9.19 Ab	25.64 Ab	57.64 Aa	7.84
	SEM	9.13	13.08	8.65	
纤维素(CEL) Cellulose	I	54.61 Ab	26.93 Ac	76.84 Aa	5.91
	II	50.99 Ab	36.69 Ab	76.93 Aa	5.93
	III	41.80 Ab	33.24 Ab	67.53 Aa	7.31
	SEM	5.38	12.26	5.39	
干物质(DM) Dry matter	I	17.00 Ab	29.75 Aab	59.72 Aa	11.97
	II	21.83 Ab	50.42 Aab	59.68 Aa	9.31
	III	10.73 Ac	48.99 Aab	46.09 Aa	13.73
	SEM	10.59	14.62	12.01	

3 讨 论

饲料的流通速率是食糜在消化道内某一区段的消化速率及食糜从该消化区段流出速率综合作用的结果。而固相食糜流通速率是指未被降解物质的流通速率,该数据也能直接反映食糜在消化区段的滞留状况,当固相食糜的流通速率提高时,反刍动物瘤胃对粗饲料的消化程度和整个消化道的消化率就会降低,反之则提高。而且流通速率是一个动态值,受日粮采食量、纤维水平、饲料理化性质和家畜身体状况等因素的综合影响。本试验发现,无论何种日粮,从瘤胃、十二指肠到直肠的固相食糜流通速率均呈递减趋势,这一结果与前人的研究结果相一致^[18]。相同消化部位不同处理组间固相食糜流通速率的差异均不显著($P>0.05$),但低纤维日粮组(Ⅲ组)各部位的流通速率值均最低,这与前人的研究结果相一致^[14]。

食糜流通量是反映食糜在不同消化区段消化状况的一个中间指标,间接反映了不同部位的消化能力。本试验结果表明,随着日粮纤维水平的降低,瘤胃到十二指肠再到直肠的食糜流通量变化也由差异不显著向差异显著过度,低纤维日粮组(Ⅲ组)NDF、ADF、HC的十二指肠流通量显著高于直肠,即随着日粮纤维水平的下降,后肠部位消化纤维类营养物质的能力增强,这一研究结果与前人的试验结果相

似^[13,19]。表明饲料中的纤维类营养物质主要在瘤胃和大肠中被大量消化,这也正好符合反刍动物瘤胃和大肠中微生物消化的特点。

本试验发现,日粮纤维水平对绵羊消化道同一部位营养物质消化率的影响不显著。该结果与前人的一些研究相一致^[2,4,20]。Reed等^[4]研究表明,在进食能量相同的情况下,高纤维日粮组和低纤维日粮组 NDF 全消化道消化率差异不显著;Piwonka等^[20]认为,瘤胃和总消化道 NDF 消化率未受到日粮谷物水平提高的显著影响,但对照组较中等谷物水平日粮组瘤胃 NDF 的消化率高;MacGregor等^[21]认为,奶牛日粮中非结构性碳水化合物浓度对总消化道 DM、NDF、HC 和 CEL 的表观消化率没有显著影响。也有一些不同结论的试验结果,如Chase等^[14]研究发现,当牛饲喂含玉米(14%~35%)的日粮时,总消化道 NDF 和 ADF 消化率下降;Rotger等^[15]研究发现,对于饲喂高精料日粮(88%和 70%)的小母牛,适当提高饲料中的粗料浓度,可使瘤胃 NDF 和 DM 的降解率提高;Kennedy等^[22]研究淀粉对绵羊羔纤维消化的影响,结果表明,随日粮精粗比的提高,NDF 和 HC 瘤胃表观消化率升高,全消化道表观消化率降低,而消化道各部位 ADF 的表观消化率不受影响。这些不同的试验结果可能与试验动物和日粮组成的不同有关。

与其他日粮组相比,低纤维日粮组后肠道的纤

维物质消化率明显高于瘤胃。Archimède 等^[23]研究发现,随日粮谷物水平的增加,大肠对纤维消化的贡献增加。对于玉米基础型日粮,大肠中的淀粉含量对纤维消化有重要影响^[19],而且可降低肠道局部对植物细胞壁的消化差异,最终表现为整个消化道纤维消化率的差异不显著。同样,Doyle 等^[24]在绵羊和肉牛日粮中添加可发酵碳水化合物,发现其可抑制纤维素和半纤维素在瘤胃内的消化,但能在后肠道得到部分补偿。本试验结果中也体现出这一规律。

4 结 论

通过本试验可以得出如下结论:在绵羊进食的能氮量相似的情况下,日粮纤维水平对绵羊消化道同一部位的固相食糜流通速率、营养物质流量及消化率影响不显著;但低纤维日粮组各部位的流通速率以及瘤胃和全消化道营养物质的消化率均较低,后肠道部位纤维类物质(NDF、ADF、CEL 和 HC)的消化率有所增强。

[参考文献]

[1] 冯仰廉. 反刍动物营养学[M]. 北京:科学出版社,2004.
Feng Y L. Ruminant animal nutrition [M]. Beijing: Science Press,2004. (in Chinese)

[2] Huhtanen P. Comparison of methods, markers, sampling sites and models for estimating digesta passage kinetics in cattle fed at two levels of intake [J]. Anim Feed Sci Technol,1995,52: 141-158.

[3] Yang W Z, Beauchemin K A, Rode L M. Effects of grain processing, forage to concentrate ratio, and forage particle size on rumen pH and digestion by dairy cows [J]. J Dairy Sci,2001, 84(10):2203-2216.

[4] Reed B K, Hunt C W, Sasser R G, et al. Effect of forage:concentrate ratio on digestion and reproduction in primiparous beef heifers [J]. J Anim Sci,1997,75(7):1708-1714.

[5] 汪水平,王文娟,王加启,等. 不同日粮对奶牛养分消化的影响 [J]. 浙江大学学报:农业与生命科学版,2007,33(4):435-442.
Wang S P, Wang W J, Wang J Q, et al. Effects of different diets on digestion of nutrients in dairy cows. Journal of Zhejiang University: Agriculture & Life Sciences,2007,33(4):435-442. (in Chinese)

[6] Boddugari K, Grant R J, Stock R, et al. Maximal replacement of forage and concentrate with a new wet corn milling product for lactating dairy cows [J]. J Dairy Sci,2001,84:873-884.

[7] Voelker Linton J A, Allen M S. Nutrient demand interacts with forage family to affect intake and digestion responses in dairy cows [J]. J Dairy Sci,2008,91(7):2694-2701.

[8] 张吉鹏,卢德勋,胡 明,等. 不同粗饲料分级指数混合日粮对

绵羊消化道食糜流通速率及营养物质消化率的影响研究 [J]. 中国畜牧杂志,2005,41(6):31-34.

Zhang J K, Lu D X, Hu M, et al. Effects of different GI values of mixed forages and mixed ratios on passage rate and digestibility of nutrients at digestive tract of sheep [J]. Chinese Journal of Animal Science,2005,41(6):31-34. (in Chinese)

[9] Beauchemin K A, Yang W Z, Rode L M. Effects of particle size of alfalfa-based dairy cow diets on chewing activity, rumen fermentation, and milk production [J]. J Dairy Sci,2003,86:630-643.

[10] Yang W Z, Beauchemin K A. Effects of physically effective fiber on chewing activity and ruminal pH of dairy cows fed diets based on barley silage [J]. J Dairy Sci,2006,89:217-228.

[11] Weimer P J. Manipulating ruminal fermentation: A microbial ecological perspective [J]. J Anim Sci, 1998,76:3114-3122.

[12] Leventini M W, Hunt C W, Roffler R E, et al. Effect of dietary level of barley-based supplements and ruminal buffer on digestion and growth by beef cattle [J]. J Anim Sci,1990,68:4334-4344.

[13] 谭芝良,卢德勋,胡 明,等. 绵羊日粮不同碳水化合物比例对纤维物质在消化道不同部位流量和消化率的影响 [J]. 动物营养学报,1999,11(4):29-38.
Tan Z L, Lu D X, Hu M, et al. Effects of different proportion of dietary structural and nonstructural carbohydrates on flow and digestibilities of fiber in different digestive tract for sheep fed a wheat straw diet [J]. Journal of Animal Nutrition,1999, 11(4):29-38. (in Chinese)

[14] Chase C C, Hibberd C A. Utilization of low-quality native grasshay by beef caws fed increasing quantities of corn grain [J]. J Anim Sci,1987,65:557-566.

[15] Rotger A, Ferret A, Calsamiglia S, et al. Changes in ruminal fermentation and protein degradation in growing Holstein heifers from 80 to 250 kg fed high-concentrate diets with different forage-to-concentrate ratios [J]. J Anim Sci,2005,83 (7):1616-1624.

[16] McAllan A B, Sutton J D, Beever D E, et al. Rumen fermentation characteristics and duodenal nutrient flow in lactating cows receiving two types of grass silage with two levels of concentrates [J]. Anim Feed Sci Technol,1994,46:277-291.

[17] Uden P, Colucci P E, Van Soest P J. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digest rate of passage studies [J]. J Sci Food and Agric,1980,31:625-632.

[18] Goetsch A L, Owens F N. effects of sampling site on passage rate estimates in heifers fed alfalfa hay or high concentrate diet [J]. J Dairy Sci,1985,68:914-922.

[19] Philippeau C, Martin C, Michalet D B. Influence of grain source on ruminal characteristics and rate, site, and extent of digestion in beef steers [J]. J Anim Sci,1999,77:1587-1596.

[20] Piwonka E J, Firkins J L, Hull B L. Digestion in the rumen and total tract of forage-based diets with starch or dextrose supplements fed to holstein heifers [J]. J Dairy Sci,1994,77: 1570-1579.

[21] MacGregor C A, Stokes M R, Hoover W H, et al. Effect of dietary concentration of total nonstructural carbohydrate on energy and nitrogen metabolism and milk production of dairy cows [J]. J Dairy Sci, 1983, 66: 39-50.

[22] Kennedy D W, Bunting L D. Effects of starch on ruminal fermentation and detergent fiber digestion in lambs fed bermuda-grass hay [J]. Anim Feed Sci Technol, 1992, 36: 91-100.

[23] Archimède H, Sauvant D, Schmidely P. Quantitative review of ruminal and total tract digestion of mixed diet organic matter and carbohydrates [J]. Reprod Nutr Dev, 1997, 37: 129-232.

[24] Doyle P T, Dove H, Freer M, et al. Effects of a concentrate supplement on the intake and digestion of a low quality forage by lambs [J]. J Agric Sci, 1988, 111: 503-511.

《中国粮油学报》2010 年征订启事

《中国粮油学报》是中国科学技术协会主管、中国粮油学会主办的全国食品工业类中文核心期刊,主要登载谷物、油脂化学方面的学术论文;报道优质粮油品质资源选育、贮藏、加工利用以及品质检测方法方面的研究成果,对于指导粮油学科的发展,提高粮油资源的深度开发利用水平,具有一定的参考价值。

主要栏目:稻谷研究、小麦研究、大豆研究、玉米研究、杂粮研究、淀粉研究、油脂研究、饲料研究、储藏研究、信息自动化、加工工艺研究、标准与检测方法、综述等。

《中国粮油学报》是国内外公开发行的一级刊物,邮发代号:80—720,国内统一刊号:CN 11-2864/TS,国际标准连续出版物刊号:ISSN 1003—0174。单月刊,每月 25 日出版,胶版印刷,大 16 开 128 页,每期定价 20 元,全年定价 240 元(含邮费)。

地 址:北京市西城区百万庄大街 11 号粮科大厦(邮编:100037)
银行开户行:交通银行北京百万庄支行 户 名:中国粮油学会
账 号:110060774018010013416
联系电话:010-68357510 010-68357507
http://www.ccoaonline.com
E-mail:lyxuebao@public.bta.net.cn lyxuebao@ccoaonline.com