

网络出版时间:2017-07-21 14:48

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2017.09.002

网络出版地址:http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20170721.1448.004.html

# 大针茅草产品对肉羊营养物质消化代谢的影响

杜珠梅,贾玉山,孙 林,黄丽娟,格根图

(内蒙古农业大学 草原与资源环境学院,内蒙古 呼和浩特 010018)

**【摘要】**【目的】研究大针茅草产品对肉羊营养物质消化代谢的影响,为确定大针茅的最适饲喂形态提供科学依据。【方法】通过对比试验设计,将体质量相近、健康状况良好的 12 只 8 月龄乌珠穆沁公羊随机分为 4 组,各组试验羊分别饲喂大针茅干草、大针茅草颗粒、大针茅草块、大针茅草粉,为期 17 d 的饲养试验(其中预试期 10 d)结束后,每组选择 3 只羊按照全收粪、尿法进行消化代谢试验,测定营养物质表观消化率和氮平衡的相应指标。【结果】大针茅草颗粒采食率和干物质(DM)表观消化率最高,与大针茅干草及大针茅草粉差异显著( $P < 0.05$ );大针茅草颗粒粗蛋白质(CP)表观消化率显著高于其他处理( $P < 0.05$ );大针茅草颗粒中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)表观消化率最高,显著高于大针茅草粉( $P < 0.05$ )。大针茅草颗粒的氮吸收率和总氮利用率平均为( $72.11 \pm 0.02$ )%和( $51.79 \pm 0.04$ )%,均显著高于其他处理( $P < 0.05$ ),大针茅草粉的氮吸收率和总氮利用率均最低,大针茅干草与大针茅草块之间无显著差异( $P > 0.05$ )。【结论】饲喂大针茅草颗粒处理的采食率、表观消化率、氮吸收率和总氮利用率均显著高于其他处理,是乌珠穆沁羊的最适饲喂形态。

**【关键词】** 大针茅;饲喂形态;表观消化率;氮平衡

**【中图分类号】** S816.32;S543<sup>+</sup>9

**【文献标志码】** A

**【文章编号】** 1671-9387(2017)09-0009-08

## Effects of *Stipa grandis* products on nutrient digestion and metabolism of meat sheep

DU Zhumei, JIA Yushan, SUN Lin, HUANG Lijuan, GE Gentu

(College of Grassland, Resources and Environment, Inner Mongolia Agricultural University,  
Hohhot, Inner Mongolia 010018, China)

**Abstract:** 【Objective】 This research studied the effects of *Stipa grandis* products on nutrient digestion and metabolism of meat sheep to provide basis for determining the best dietary feeding morphology of *Stipa grandis*. 【Method】 A total of 12 healthy male Ujumqin sheep with similar weights at the age of 8 months were randomly divided into four groups feeding with *Stipa grandis* hay, particles, block and meal. After 17 days, the first 10 days of which were preparative feeding period, three sheep were selected from each group for a digestive metabolism test with feces and urine and nutrient apparent digestibility and nitrogen balance were also measured. 【Result】 The intake rate and apparent dry matter digestion rate of *Stipa grandis* particle group were the highest with significantly difference from hay and meal groups ( $P < 0.05$ ). The apparent crude protein digestion rate of *Stipa grandis* particle group was significantly greater than other treatments ( $P < 0.05$ ). The apparent neutral detergent fiber digestion rate and apparent acid detergent fiber digestion rate of *Stipa grandis* particle group were the highest, and significantly higher than

**【收稿日期】** 2016-07-23

**【基金项目】** 国家现代牧草产业技术体系项目(CARS-35);国家自然科学基金项目“内蒙古典型草原天然牧草青贮饲料品质优化调控机制研究”(31460638)

**【作者简介】** 杜珠梅(1993—),女,内蒙古赤峰人,在读硕士,主要从事天然牧草研究。E-mail:1322530892@qq.com

**【通信作者】** 格根图(1973—),男,内蒙古呼伦贝尔人,教授,主要从事饲草草料加工与贮藏研究。E-mail:gegentu@163.com

the meal group ( $P < 0.05$ ). The nitrogen uptake rate and total nitrogen utilization rate of *Stipa grandis* particle group were significantly greater than other treatments ( $P < 0.05$ ), with average values of  $(72.11 \pm 0.02)\%$  and  $(51.79 \pm 0.04)\%$ , respectively. The nitrogen uptake rate and total nitrogen utilization rate of *Stipa grandis* meal group were the lowest and not significantly different from hay and block groups ( $P > 0.05$ ). 【Conclusion】 The intake rate, apparent digestibility, nitrogen uptake rate and total nitrogen utilization rate of *Stipa grandis* particle group were significantly greater than other treatments. Thus, the best dietary feeding morphology of *Stipa grandis* is particle.

**Key words:** *Stipa grandis*; feeding form; apparent digestion rate; nitrogen balance

大针茅(*Stipa grandis* P. Smirn.)属禾本科针茅属植物,为亚洲中部草原亚区特有的达乌里-蒙古草原种,以其为建群种或优势种的大针茅草原是我国典型草原植被的代表,具有极其重要的经济和生态意义<sup>[1-3]</sup>。大针茅饲草的生长和利用具有极强的季节性,夏季饲草生长旺盛,营养丰富,但由于大针茅收获后存在不易贮藏或贮藏过程中营养物质损失较严重等缺点,导致饲草严重浪费;冬季饲草枯黄,所含营养元素较少,家畜缺乏维持自身需求的饲草,从而出现严重的草畜失衡现象。另外,大针茅在数量上占据一定的优势,虽然可以将成熟期收获的大针茅饲草储藏起来作为家畜冬季的基础日粮,但成熟期大针茅所产生的芒针易刺入家畜皮毛中,从而造成畜产品质量严重下降<sup>[4]</sup>。芒针还常常刺伤家畜的口腔、黏膜及蹄叉,甚至侵入家畜体内,导致家畜发病甚至死亡<sup>[5]</sup>,严重限制了当地草地畜牧业的发展,因此关于大针茅饲草的危害性综合防治一直是反刍动物舍饲与半舍饲养殖模式推行过程中倍受关注的焦点话题<sup>[6]</sup>。

纵观国内外相关报道,现有研究大多集中在大针茅的生物防治方面。侯天爵等<sup>[7]</sup>和陆艳等<sup>[8]</sup>试图将致病真菌寄生于大针茅植株体内,使其不结实以期在一定程度上避免芒针对家畜的危害,但长期以往这种防治措施会危害其他对家畜无害的优良饲草,从而导致针茅草原的物种多样性下降直至消失;苏和巴特尔<sup>[6]</sup>和翁森红等<sup>[9]</sup>的研究表明,有效减少大针茅对家畜造成的危害方法主要有 6 种,即出栏避害、分群避害、护衣避害、打草避害、利用避害及改良避害,经过对比分析可知,出栏避害、分群避害、护衣避害在实际应用中效果最佳,可以推广应用;侯天爵等<sup>[7]</sup>、刘爱萍等<sup>[10]</sup>、吴素琴等<sup>[11]</sup>对针茅草原大针茅优势天敌昆虫进行的调查发现,针茅狭跗线螨可使大针茅结实率降低,能极大减缓大针茅芒针对家畜造成的危害。但利用以上这些方法,均无法从根本上防除芒针,反而会草原的物种多样性产生一

定的负面影响,因此寻找大针茅饲草最佳的加工处理方式是实际生产中亟待解决的问题。本课题组成员孙林等<sup>[12-14]</sup>致力于大针茅草产品最佳加工处理方式的研究,通过牧草成型性及其对试验羊采食和反刍行为的影响研究发现,大针茅草颗粒是最佳的加工利用形态。本试验研究了 4 种不同形态大针茅草产品对试验羊表观消化率及氮平衡的影响,以对前期研究结果进行进一步论证,旨在确定大针茅饲草的最佳加工利用形态,解决大针茅饲草适口性差、饲用价值低等问题,从而为缓解草畜矛盾、合理利用大针茅饲草提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

2015-09-07—09-16,于内蒙古锡林郭勒盟阿巴嘎旗收获天然牧草。试验地区为典型草原,其优势地带性群落为大针茅草原群落。通过对试验区植物群落的调查发现,禾本科植物占植物群落 80% 以上,其中大针茅、克氏针茅(*Stipa krylovii* Roshev)等针茅属植物为主要建群种,占植物群落的 60.04%,其次为羊草(*Leymus chinensis* (Trin.) Tzvel)和细叶葱(*Allium tenuissimum* Linn.),分别占植物群落的 17.90% 和 4.92%,糙隐子草(*Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng)占植物群落的 4.89%,其他属植物总共占 7.75%。2015-09-14—09-19,在内蒙古锡林郭勒盟阿巴嘎旗润达草业有限公司的饲草料加工厂对大针茅草样进行加工处理。加工草粉时设定的粉碎粒度为 6 mm;加工草颗粒设定粉碎粒度 6 mm;颗粒直径 8 mm,膨润土添加量 3%,长度 23.4 mm,密度 0.72 g/cm<sup>3</sup>,含水量 21.43%;加工草块时设定长度 36.2 mm,宽度 34.9 mm,高度 55.6 mm,密度 0.51 g/cm<sup>3</sup>,含水量 11.27%。

### 1.2 试验动物分组与饲养管理

将健康状况良好的 12 只年龄相近(8 月龄)、平均体质量为 26.75 kg 的乌珠穆沁公羊随机分为 4

组,每组 3 只,用连续编号的耳号对试验羊进行标识,分别饲喂大针茅干草(A组)、草颗粒(B组)、草块(C组)、草粉(D组),进行为期 17 d 的饲养试验(其中预试期 10 d)。试验开始前,对所有的试验羊统一进行驱虫,然后单独饲养。试验期间,试验羊日饲喂 3 次(时间分别为 7:00,13:00,19:00),每次 0.5 kg/只,每日待试验羊采食结束后分别收集每只试验羊的剩余料,称质量后放入已标号的样品袋中。每日于特定时间对圈舍进行清理,保持圈舍内的清洁卫生,自由饮水,常规光照,提供充足的舔食食盐。

### 1.3 样品的采集与处理

饲草样品的收集:每天收集各羊只的全部剩料,称质量,阴干。然后将每只羊风干的全部剩料均匀混合后称质量,编号,密封,按常规方法取样。

粪便排泄物的收集:在消化代谢试验中,采用全收粪、尿法进行粪样和尿样的收集,集粪袋用尼龙袋缝制,内胆用厚塑料布缝制;每隔 12 h 用专用消化代谢笼的收粪盘收取粪样,并准确记录每次的排粪量。将每天收集的鲜粪进行摊晒,待试验结束后将其混合均匀,按常规方法取样,在 60~65 °C 条件下烘干制成烘干样,取约 100 g 粉碎,经孔径为 0.36 mm 的筛过滤后密封保存,送至实验室进行粪便排泄物中相应营养指标的测定。

尿样的收集:在消化代谢试验中,集尿器由厚塑料气球、塑胶导管及塑料瓶组成。每隔 12 h 用专用消化代谢笼的收尿桶收取尿样,并准确记录每次的排尿量。待试验结束后,选取 50 mL 样品作为尿样,置于塑料壶密封,在 -20 °C 的条件下冷冻保存,以备用于尿氮量的测定。

### 1.4 测算指标

1.4.1 采食量和采食率 采食和排泄过程中营养物质质量的计算公式为<sup>[15]</sup>:采食量(g/(d·只))=喂料量-剩料量;采食率(%)=(采食量/喂料量)×100%。

1.4.2 样品养分含量、摄入量及排泄量 草样和粪便中的干物质(dry matter,DM)含量按照直接干燥法(GB/T 5009.3-2003)进行测定<sup>[16]</sup>,粗蛋白质(crude protein,CP)含量按照 GB 6432-86 进行测定<sup>[17]</sup>,中性洗涤纤维(neutral detergent fiber,NDF)、酸性洗涤纤维(acid detergent fiber,ADF)含量用 Ankom 220 型纤维分析系统进行测定<sup>[18]</sup>,粗脂肪(ether extract,EE)含量采用索氏脂肪提取法测定<sup>[19]</sup>,粗灰分(crude ash,ASH)采用灼烧称重(质量)法(GB/T 5009.4)测定。相关指标计算公式为:

单位草样 DM 摄入量(g/kg)=(采食量×样品

中营养物质含量)/采食量;单位草样 CP、NDF、ADF、EE、ASH 摄入量(g/kg)=(采食干物质质量×样品中营养相应物质含量)/采食量。

DM 排泄量(g/(d·只))=粪便质量×粪便中的 DM 含量;CP、NDF、ADF、EE、ASH 排泄量(g/(d·只))=粪便干物质质量×粪便中相应养分指标的含量。

1.4.3 营养物质表观消化率 根据试验记录和实验室分析结果,按下式计算饲料中某营养物质的表观消化率<sup>[20-21]</sup>:饲料中某养分表观消化率(%)=(摄入饲料中某养分含量-粪便中该养分含量)/摄入饲料中该养分含量×100%。

1.4.4 氮代谢指标 采用氮吸收率和总氮利用率进行氮平衡分析。饲料、粪样和尿样中氮含量的测定方法为凯氏定氮法<sup>[22]</sup>。通过测算摄入氮量、粪氮量、尿氮量,计算氮吸收率和总氮利用率,其计算公式为<sup>[23]</sup>:氮吸收量(g/(d·只))=摄入氮量-粪氮量;氮吸收率(%)=(氮吸收量/摄入氮量)×100%;氮沉积量(g/(d·只))=摄入氮量-粪氮量-尿氮量;总氮利用率(%)=(氮沉积量/摄入氮量)×100%。

### 1.5 数据处理

本试验利用 SAS 9.2 软件对试验数据进行单因素方差分析,显著水平设为  $P < 0.05$ ,试验数据用“平均值±标准偏差”表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 大针茅草产品对肉羊采食量和采食率的影响

由表 1 可以看出,B 组的日采食量为 1 284 g/(d·只),采食率最高,达到 85.59%,显著高于其他各组( $P < 0.05$ ),这是因为大针茅草颗粒加工过程中各个工序的综合作用使草颗粒具有糊香味,最大程度地减少了大针茅芒针的存在,从而极大地提高了采食率。D 组的日采食量为 1 009 g/(d·只),采食率最低,仅为 67.29%,与 A 组差异不显著( $P > 0.05$ ),但显著低于 B、C 组( $P < 0.05$ ),这可能是由于草粉粉碎粒度过细而产生了大量的粉末,试验羊在采食过程中易将粉末吸入呼吸道,出现打喷嚏等现象,从而导致采食率降低。A 组与 C 组的采食率分别为 72.52% 和 78.40%,两个处理之间差异不显著( $P > 0.05$ ),但是均显著低于 B 组( $P < 0.05$ ),这是因为与草颗粒相比,草块体积相对较大,不利于试验羊采食,故采食率较低;而干草的结构较粗糙,表面附着的芒针使试验羊较难采食,适口性较差,故采食率也较低。

表 1 大针茅草产品对肉羊采食量和采食率的影响

Table 1 Influence of *Stipa grandis* products on feed intake and intake rate of meat sheep

组别 Group	采食量/(g·d <sup>-1</sup> ·只 <sup>-1</sup> ) Feed intake	采食率/% Intake rate
A	1 088	72.52±3.02 bc
B	1 284	85.59±3.11 a
C	1 176	78.40±2.57 b
D	1 009	67.29±2.67 c

注:同列数据后所标字母相异表示差异显著( $P<0.05$ ),所标字母相同表示差异不显著( $P>0.05$ )。下表同。

Note: Different letters mean significant difference between treatments ( $P<0.05$ ), same letters mean insignificant difference between treatments ( $P>0.05$ ). The same below.

## 2.2 大针茅草产品营养物质含量及单位草样营养物质摄入量的比较

由表 2 可知, D 组的 DM 含量最低, 为 9 06. 21

表 2 大针茅草产品营养物质含量的比较

Table 2 Comparison of nutrient contents of *Stipa grandis* products

组别 Group	干物质 DM	粗蛋白质 CP	中性洗涤纤维 NDF	酸性洗涤纤维 ADF	粗脂肪 EE	灰分 ASH
A	931.70±6.51 a	82.61±3.45 a	675.18±5.50 a	485.23±5.53 a	39.72±4.15 a	52.78±4.97 c
B	939.71±6.90 a	76.08±3.62 a	649.65±4.87 c	436.17±4.86 c	36.39±3.62 a	75.17±4.00 a
C	929.77±2.70 a	76.47±3.34 a	664.61±5.54 b	462.79±5.45 b	40.90±3.59 a	56.69±5.96 bc
D	906.21±4.00 b	81.90±3.36 a	664.29±5.27 b	445.47±5.58 c	41.68±4.57 a	66.21±5.60 ab

由表 3 可知, D 组的 DM 摄入量最低, 为 924. 74 g/kg, 显著低于其他各组( $P<0.05$ ), 其余各组间差异不显著( $P>0.05$ ); 不同处理组间 CP 和 EE 摄入量均无显著性差异( $P>0.05$ ); D 组的 NDF 和 ADF 摄入量显著低于 A 组及 C 组( $P<0.05$ ), 但与 B 组差异不显著( $P>0.05$ ); B 组的 ASH 摄入量显著高

表 3 肉羊对单位大针茅草产品营养物质摄入量的比较

Table 3 Comparison of nutrient intake per unit by *Stipa grandis* products for meat sheep

组别 Group	干物质 DM	粗蛋白质 CP	中性洗涤纤维 NDF	酸性洗涤纤维 ADF	粗脂肪 EE	灰分 ASH
A	950.71±6.65 a	80.16±3.87 a	655.02±8.85 a	470.72±4.09 a	38.55±4.23 a	51.19±4.73 c
B	958.89±7.04 a	74.46±4.07 a	635.67±9.10 bc	426.75±2.39 c	35.59±3.40 a	73.55±3.88 a
C	948.74±2.75 a	74.03±3.21 a	643.41±4.51 ab	448.03±5.99 b	39.60±3.45 a	54.88±5.80 bc
D	924.74±5.57 b	77.27±2.71 a	626.81±3.46 c	420.34±4.64 c	39.33±4.27 a	62.46±4.92 b

## 2.3 大针茅草产品对肉羊粪便排泄量的影响

试验结果表明, B 组的排泄量最高, 为 883. 60 g/(d·只), 显著高于 A 组((803. 13±37. 51) g/(d·只))、C 组((795. 79±40. 23) g/(d·只))和 D 组((784. 06±38. 37) g/(d·只)) ( $P<0.05$ ), A、C、D 组间差异不显著( $P>0.05$ )。

## 2.4 大针茅草产品对肉羊粪便养分含量及养分排泄量的影响

由表 4 可知, 各处理组肉羊粪便排泄物中的 DM 含量无显著性差异( $P>0.05$ ); B 组的 CP 含量

g/kg, 显著低于其他各组( $P<0.05$ ), 其余各组间差异不显著( $P>0.05$ ); 各组的 CP 和 EE 含量均无显著差异( $P>0.05$ ); A 组的 NDF 和 NDF 含量显著高于其他 3 组( $P<0.05$ ), 这可能是因为在在大针茅饲草加工成不同形态草产品的过程中, 压力、水分和高温的综合作用对于干草中的纤维产生破损作用, 从而使草颗粒、草块、草粉组的 NDF 和 ADF 含量显著低于干草, B 组的 NDF 含量显著低于其他处理组( $P<0.05$ ), C 组和 D 组的 NDF 含量无显著差异, B 组的 ADF 含量最低, 显著低于 A 组及 C 组( $P<0.05$ ), 但与 D 组差异不显著( $P>0.05$ ); B 组的 ASH 含量显著高于 A、C 组( $P<0.05$ ), 这主要是因为 B 组加入了 3% 的膨润土所致。至于其与 D 组差异不显著的原因, 尚有待进一步分析。

于其他各组( $P<0.05$ ), 且 D 组的 ASH 摄入量显著高于 A 组, 这主要与试验羊的择食性有关, 草粉在饲喂时易分层, 试验羊在采食过程中会选择性地采食灰分含量较高的茎秆部分, 从而导致灰分摄入量上升。

最低, 为 66. 42 g/kg, 显著低于其他各组( $P<0.05$ ), 其余各组间差异不显著( $P>0.05$ ); B 组的 NDF 含量最高, 为 752. 97 g/kg, 显著高于其他各组( $P<0.05$ ), A 组的 NDF 含量为 699. 31 g/kg, 显著低于其他各组( $P<0.05$ ), C 组与 D 组间差异不显著( $P>0.05$ ); A 组的 ADF 含量最低, 为 205. 44 g/kg, 显著低于其余各处理组( $P<0.05$ ), 其余各组间差异不显著( $P>0.05$ ); D 组的 EE 含量最高, 显著高于 B 组及 C 组( $P<0.05$ ), 与 A 组差异不显著( $P>0.05$ ); D 组的 ASH 含量最低, 显著低于 B 组

及C组( $P < 0.05$ ),但与A组差异不显著( $P > 0.05$ )。

表4 大针茅草产品对肉羊粪便养分含量的影响

Table 4 Influence of *Stipa grandis* products on nutrient contents of feces for meat sheep g/kg

组别 Group	干物质 DM	粗蛋白质 CP	中性洗涤纤维 NDF	酸性洗涤纤维 ADF	粗脂肪 EE	灰分 ASH
A	504.96±7.19 a	78.22±3.82 a	699.31±3.62 c	205.44±6.84 b	50.42±2.76 ab	82.07±4.68 b
B	512.19±7.83 a	66.42±5.85 b	752.97±3.36 a	219.45±5.72 a	46.34±2.73 b	101.73±2.29 a
C	511.20±7.65 a	84.15±2.55 a	721.88±4.15 b	223.71±5.21 a	47.17±3.60 b	101.27±5.40 a
D	506.89±8.30 a	83.83±3.35 a	716.20±4.69 b	216.97±3.35 a	54.20±3.83 a	77.85±3.95 b

由表5可知,D组的DM排泄量最低,为401.58 g/(d·只),显著低于B组( $P < 0.05$ ),但与A组及C组差异不显著( $P > 0.05$ );D组的CP排泄量最低,为26.60 g/(d·只),显著低于其他处理( $P < 0.05$ ),B组的CP排泄量最高,为37.54 g/(d·只),显著高于A组及D组( $P < 0.05$ ),但与C组差异不显著( $P > 0.05$ );A组的NDF排泄量和

ADF排泄量均最低,显著低于B组( $P < 0.05$ ),但与C组及D组差异不显著( $P > 0.05$ );B组的EE排泄量最高,显著高于其他各组( $P < 0.05$ ),其余各处理间差异不显著( $P > 0.05$ );B组的ASH排泄量最高,显著高于其他处理( $P < 0.05$ ),而A组与D组ASH排泄量差异不显著( $P > 0.05$ )。

表5 大针茅草产品对肉羊粪便养分排泄量的影响

g/(d·只)

Table 5 Influence of *Stipa grandis* products on nutrient excretion mass of feces for experimental sheep

组别 Group	干物质 DM	粗蛋白质 CP	中性洗涤纤维 NDF	酸性洗涤纤维 ADF	粗脂肪 EE	灰分 ASH
A	405.46±16.50 ab	31.72±2.08 b	283.53±11.28 b	83.36±5.94 b	20.42±0.72 b	33.28±2.46 c
B	448.03±29.15 a	37.54±2.57 a	320.82±19.87 a	103.26±6.15 a	24.23±1.14 a	45.58±3.14 a
C	406.86±22.91 ab	34.20±1.02 ab	293.66±15.52 ab	90.95±3.49 ab	19.16±1.18 b	41.13±1.14 b
D	401.58±20.40 b	26.60±1.18 c	302.41±16.37 ab	88.13±5.18 ab	18.60±1.17 b	31.25±1.93 c

## 2.5 大针茅草产品对肉羊营养物质表观消化率的影响

由表6可知,B组的DM表观消化率最高,为66.04%,显著高于A组及D组( $P < 0.05$ ),但与C组差异不显著( $P > 0.05$ );B组的CP表观消化率显著高于其他各组( $P < 0.05$ ),A组与C组CP表观消

化率差异不显著( $P > 0.05$ );B组的NDF和ADF表观消化率均显著高于D组( $P < 0.05$ ),但与A组和C组差异不显著( $P > 0.05$ );D组的EE表观消化率显著低于其他各组( $P < 0.05$ ),而其他各处理组差异不显著( $P > 0.05$ );B组的ASH表观消化率最高,显著高于其他处理( $P < 0.05$ )。

表6 大针茅草产品对肉羊营养物质表观消化率的影响

Table 6 Influence of *Stipa grandis* products on apparent digestibility for meat sheep

%

组别 Group	干物质 DM	粗蛋白质 CP	中性洗涤纤维 NDF	酸性洗涤纤维 ADF	粗脂肪 EE	灰分 ASH
A	59.17±1.88 b	61.27±3.47 b	57.70±2.23 a	82.71±1.11 a	47.73±7.18 a	36.25±5.91 b
B	66.04±1.53 a	70.37±2.21 a	60.64±1.56 a	82.90±1.09 a	56.44±5.71 a	64.75±3.24 a
C	62.03±2.25 ab	58.19±2.62 b	58.76±2.22 a	81.65±0.94 a	55.94±6.02 a	31.87±6.04 bc
D	50.02±3.32 c	48.87±2.75 c	46.11±3.61 b	75.67±1.30 b	34.65±7.57 b	23.07±4.51 c

## 2.6 大针茅草产品对肉羊氮平衡的影响

由表7可知,B组的摄入氮量最高,为15.29 g/(d·只),显著高于其他各组( $P < 0.05$ ),D组的摄入氮量最低,为12.48 g/(d·只),显著低于其他处理( $P < 0.05$ ),A组与C组之间差异不显著( $P > 0.05$ );D组的粪氮量最高,为6.01 g/(d·只),显著高于A组及B组( $P < 0.05$ ),但与C组差异不显著( $P > 0.05$ ),B组的粪氮量最低,为4.26 g,显著低于其他各组( $P < 0.05$ );B组的尿氮量最高,为3.10

g/(d·只),显著高于A组及C组( $P < 0.05$ ),但与D组差异不显著( $P > 0.05$ );B组的氮吸收率、氮沉积量和总氮利用率均最高,分别为72.11%,7.94 g/(d·只)和51.79%,显著高于其他各处理组( $P < 0.05$ ),A组与C组差异不显著( $P > 0.05$ ),D组的氮吸收率、氮沉积量和总氮利用率均最低,分别为51.87%,3.45 g/(d·只)和27.65%,显著低于其他各组( $P < 0.05$ )。

表 7 大针茅草产品对肉羊氮平衡的影响

Table 7 Influence of *Stipa grandis* products on N balance for meat sheep

组别 Group	摄入氮量/ (g · d <sup>-1</sup> · 只 <sup>-1</sup> ) Intake nitrogen	粪氮量/ (g · d <sup>-1</sup> · 只 <sup>-1</sup> ) Fecal nitrogen	尿氮量/ (g · d <sup>-1</sup> · 只 <sup>-1</sup> ) Urinary nitrogen	氮吸收量/ (g · d <sup>-1</sup> · 只 <sup>-1</sup> ) Nitrogen uptake	氮吸收率/% Nitrogen uptake rate	氮沉积量/ (g · d <sup>-1</sup> · 只 <sup>-1</sup> ) Nitrogen deposition	总氮利用率/% Total nitrogen utilization rate
A	13.95±0.67 b	5.08±0.33 b	2.89±0.03 b	8.88±0.80 b	63.55±0.03 b	5.99±0.78 b	42.80±0.04 b
B	15.29±0.84 a	4.26±0.19 c	3.10±0.10 a	11.04±0.89 a	72.11±0.02 a	7.94±0.95 a	51.79±0.04 a
C	13.93±0.67 b	5.47±0.16 ab	2.43±0.04 c	8.46±0.69 b	60.65±0.02 b	6.03±0.73 b	43.18±0.03 b
D	12.48±0.44 c	6.01±0.41 a	3.02±0.06 a	6.47±0.38 c	51.87±0.03 c	3.45±0.35 c	27.65±0.02 c

### 3 讨 论

#### 3.1 大针茅草产品对肉羊采食量和采食率的影响

韩正康等<sup>[24]</sup>对牛羊饲喂不同形态的日粮后发现,反刍动物对颗粒料的采食率较干草增加 11%~45%。史清河等<sup>[25]</sup>报道,试验羊对颗粒饲料的采食率较草粉增加了 88.74%。毛华明等<sup>[26]</sup>发现,将秸秆压制成块状饲料或颗粒状饲料后,与干草处理组相比,家畜的采食率可增加 30%~50%。由本试验结果可知,大针茅草颗粒处理组的采食率较干草处理组高 13.07%,草块处理组的采食率较干草处理组高 5.88%,草颗粒处理组的采食率较草粉高 18.30%,本研究结果与以上研究报道<sup>[24-26]</sup>基本一致。Oudrago 等<sup>[27]</sup>发现,草粉所含营养物质比较丰富,但当山羊食用粉碎粒度较小的草粉时,细小颗粒及粉尘等易被山羊吸入呼吸道及消化道而影响正常采食,因此其采食率较低,甚至低于饲喂干草时的采食率。本试验中,饲喂草粉时,试验羊易吸入粉末产生异物性肺炎。为了防止试验羊将细小的颗粒及粉尘吸入鼻腔及呼吸道,需用水将草粉浸湿,这在暖季可以实现,在冷季时易结冰,不利于试验羊的采食,从而导致草食率较低。大针茅干草不进行任何加工处理,结构最粗糙,口感最差,芒针的存在使试验羊只对于干草存在严重的择食性,不喜食,因此其采食量较低。大针茅草块的体积过大,不利于试验羊采食,因此大针茅草块的采食率也较低。大针茅加工成草颗粒的过程中芒针被粉碎,体积变小,极大地避免了芒针对试验羊口腔、消化道及皮肤的伤害,且经高温加热后具有糊香味,从而有效改善了大针茅的适口性,使试验羊只的采食速度较其他处理明显加快,采食量显著增加。另外,将大针茅干草加工成草颗粒,不仅可以缩短试验羊只采食时间,避免产生挑食现象,增加采食量,而且投喂方便,省时省力。

#### 3.2 大针茅草产品对试验羊营养成分表观消化率的影响

Allen 等<sup>[28]</sup>研究表明,日粮的粉碎粒度(特别是粗饲料的切短长度)对奶牛的营养物质表观消化率

及正常的瘤胃功能等有一定的影响。孔庆斌等<sup>[22]</sup>以苜蓿干草、羊草和混合精料作为 8~10 月龄母牛的试验日粮(各处理间除苜蓿干草切割长度不同外,日粮组成和营养成分含量均相同),研究苜蓿干草切割长度对荷斯坦育成母牛日粮氮平衡和能量代谢的影响,结果表明,切割草(长 2 和 4 cm)和自然全长草(不切割)之间粗蛋白质消化率和氮平衡并无显著差异。由本试验结果可知,大针茅草产品的粉碎粒度对试验羊的粗蛋白质消化率具有显著影响,这与孔庆斌等<sup>[22]</sup>的研究结果不一致。本研究表明,大针茅草颗粒的粗蛋白质消化率最高,显著高于草块及草粉,这主要是因为草颗粒的粉碎粒度适中,且在草颗粒饲料的制作过程中,压力、水分及高温的综合作用使其快速降解,淀粉被糊化,脂肪及纤维的含量亦发生变化<sup>[29]</sup>,从而导致大针茅草颗粒在瘤胃中的粗蛋白质消化率显著增加。草粉的粗蛋白质消化率最低,原因可能是草粉在进入瘤胃时会形成食团,食团在瘤胃内降解消化速率较低,且草粉不利于家畜采食,也不利于家畜进行反刍和消化,说明草粉不适合作为家畜的惟一日粮来源进行饲喂,这与侯众等<sup>[30]</sup>的研究结果基本一致。

#### 3.3 大针茅草产品对试验羊 N 平衡的影响

王洪才<sup>[31]</sup>对绵羊饲喂混合型颗粒饲料时发现,绵羊对颗粒饲料的采食量较添加剂日粮显著增加,采食量越高,绵羊对干物质和粗蛋白质的绝对消化量越高,从而导致有机物的沉积量越高。在本试验中,大针茅草颗粒的采食量最高,氮沉积量也最高;大针茅草粉的采食量最低,其氮沉积量也最低,即采食量与有机物的沉积量呈正相关,此结论与王洪才<sup>[31]</sup>的研究结果相一致。Reddy 等<sup>[32]</sup>对绵羊 TMR 日粮物理性状的研究发现,颗粒状全混合日粮的氮沉积量显著高于散状全混合日粮。由本试验结果可知,大针茅草颗粒组的氮沉积量较大针茅草粉组高 130.14%,这与 Reddy 等<sup>[32]</sup>的研究结果基本一致。Preston 等<sup>[33]</sup>对羔羊的研究发现,食入氮量与尿氮量呈正相关。在本试验中,大针茅草颗粒的摄入氮量最高,其尿氮量也最高;草粉摄入氮量最低,但是

其尿氮量却高于干草及草块的尿氮量,即食入氮量与尿氮量不呈正相关,这与 Preston 等<sup>[33]</sup>的结论不一致,可能与试验材料及试验方法的不同有关,具体原因有待进一步研究。吴德<sup>[34]</sup>以妊娠母猪为试验对象,通过对妊娠母猪提供不同营养水平的日粮,发现氮沉积量随日粮中粗蛋白质摄入量的增加呈线性增加。由本试验研究结果可知,大针茅草颗粒的粗蛋白质摄入量最高,氮沉积量也最高,而草粉的粗蛋白质摄入量最低,氮沉积量也最低,即氮沉积量与日粮中的粗蛋白质摄入量呈正相关,此结论与吴德<sup>[34]</sup>的研究结果相一致。李维东等<sup>[35]</sup>对绵羊饲料粉碎日粮和颗粒日粮,通过对比分析可知,颗粒日粮组的氮沉积量较粉碎组显著提高。在本试验中,与大针茅草粉相比,大针茅草颗粒组的氮沉积量提高了130.14%,这与李维东等<sup>[36]</sup>的研究结果相一致。

## 4 结 论

大针茅草颗粒饲料的采食率、表观消化率、氮吸收率和总氮利用率均显著高于其他处理,按此形态饲喂乌珠穆沁羊可提高饲草转化利用率,从而减少饲草的浪费,降低饲喂成本。由此可见,大针茅草颗粒是乌珠穆沁羊的最适饲喂形态。

## [参考文献]

- [1] 董 亭,李 群,赵萌莉,等. 放牧对大针茅根系生物量影响的研究 [J]. 草地学报,2011,19(2):237-241.  
Dong T, Li Q, Zhao M L, et al. Effect of grazing intensity on root biomass of *Stipa grandis* [J]. Acta Agrestia Sinica, 2011, 19(2): 237-241.
- [2] 赵念席,高玉葆,王金龙,等. 利用方式对大针茅种群和群落数量特征的影响 [J]. 草地学报,2005,13(1):53-58.  
Zhao N X, Gao Y B, Wang J L, et al. Effect of different utilization regimes to the quantitative characteristics of *Stipa grandis* population [J]. Acta Agrestia Sinica, 2005, 13(1): 53-58.
- [3] 李建林,唐旭清. 全球气候变化下东北地区针茅的分布预测 [J]. 江南大学学报(自然科学版),2015,14(3):357-363.  
Li J L, Tang X Q. Distribution prediction of *Stipa* under global climate change in northeast China [J]. Journal of Jiangnan University (Natural Science Edition), 2015, 14(3): 357-363.
- [4] 李青丰,卫智军,赵萌莉,等. 针茅对羊皮危害及防除针茅芒针危害的论证研究 [J]. 内蒙古草业,2000(4):1-10.  
Li Q F, Wei Z J, Zhao M L, et al. Harmful effect of needle grass on animal production and corresponding countermeasures [J]. Journal of Neimongol Prataculture, 2000(4): 1-10.
- [5] 安俊花,李丽云,张利红. 针茅对绵羊的危害及防治措施探讨 [J]. 湖北畜牧兽医,2012(10):36-37.  
An J H, Li L Y, Zhang L H. Discussion on harm and prevention measures of *Stipa* in sheep [J]. Hubei Journal of Animal and Veterinary Sciences, 2012(10): 36-37.
- [6] 苏和巴特尔. 天然草场狼针草对绵羊危害性综合防治方法的探索 [J]. 内蒙古科技与经济,2009(19):51-52.  
Suhe B T E. Exploration of harm and prevention measures of *Stipa baicalensis* Roshev in natural grassland in sheep [J]. Inner Mongolia Science Technology & Economy, 2009(19): 51-52.
- [7] 侯天爵,刘爱萍. 针茅属植物病害及生防利用问题 [J]. 中国草地,1998(5):56-58.  
Hou T J, Liu A P. Diseases and biological control of *Stipa* L. [J]. Grassland of China, 1998(5): 56-58.
- [8] 陆 艳,王显国,玉 柱. 入侵性杂草:三叉针茅 [J]. 植物检疫,2015,29(1):48-51.  
Lu Y, Wang X G, Yu Z. An introduction to the invasive weed *Nassella trichotoma* (Nees) Hack. ex Arechav [J]. Plant Quarantine, 2015, 29(1): 48-51.
- [9] 翁森红,徐 柱,闫志坚,等. 针茅草原放牧管理的对策探讨 [J]. 内蒙古科技与经济,2002(3):104-105.  
Weng S H, Xu Z, Yan Z J, et al. The discussion on the prevention measures of grazing management in steppe [J]. Inner Mongolia Science Technology & Economy, 2002(3): 104-105.
- [10] 刘爱萍,吴新宏,侯天爵,等. 针茅草原针刺危害生防途径的探讨 [J]. 中国草地,2001,23(1):79-80.  
Liu A P, Wu X H, Hou T J. Exploration of harm and prevention measures of awn needle in steppe [J]. Grassland of China, 2001, 23(1): 79-80.
- [11] 吴素琴,刘 华,张 宇,等. 宁夏天然草原有毒有害植物调查报告 [J]. 宁夏农林科技,2006(1):39-42.  
Wu S Q, Liu H, Zhang Y, et al. Investigation report on poisonous and harmful plants in Ningxia natural grassland [J]. Ningxia Journal of Agriculture and Forestry Science and Technology, 2006(1): 39-42.
- [12] 孙 林,任秀珍,格根图,等. 针茅草颗粒对乌珠穆沁羊采食和反刍行为的影响 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2014,42(6):21-26,33.  
Sun L, Ren X Z, Ge G T, et al. Effect of grazing and ruminating behavior of Ujumqin sheep feeded *Stipa* particles [J]. Journal of Northwest A&F University (Nat Sci Ed), 2014, 42(6): 21-26, 33.
- [13] 孙 林,吴晓光,任秀珍,等. 针茅草颗粒加工研究 [J]. 中国草地学报,2014,36(5):107-112.  
Sun L, Wu X G, Ren X Z, et al. Study on processing technique of *Stipa* grass pellets [J]. Chinese Journal of Grassland, 2014, 36(5): 107-112.
- [14] 孙 林,孙 磊,格根图,等. 大针茅草产品对乌珠穆沁羊采食和反刍行为的影响 [J]. 中国草地学报,2015,37(4):102-107.  
Sun L, Sun L, Ge G T, et al. Effect of feeding *Stipa grandis* product on grazing and ruminating behavior of Ujumqin Sheep [J]. Chinese Journal of Grassland, 2015, 37(4): 102-107.
- [15] 董凌云,雒秋江,潘 超,等. 饲喂颗粒日粮对妊娠母羊采食和消化代谢的影响 [J]. 中国畜牧兽医,2014,41(6):77-84.  
Dong L Y, Luo Q J, Pan C, et al. Effect of feeding pellet diets

- on intake, digestion and metabolism of pregnant ewes [J]. *China Animal Husbandry & Veterinary Medicine*, 2014, 41(6):77-84.
- [16] 中华人民共和国卫生部, 中国国家标准化管理委员会. 中华人民共和国国家标准食品卫生检验方法理化部分: I [M]. 北京: 中国标准出版社, 2004.  
Ministry of Health of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. Standard methods of food hygienic analysis-physical and chemical section of the People's Republic of China; I [M]. Beijing; China Standard Press, 2004.
- [17] 杨 胜. 饲料分析及饲料质量检测技术 [M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1993.  
Yang S. Feed analysis and feed quality detection technology [M]. Beijing; Beijing Agricultural University Press, 1993.
- [18] 张丽英. 饲草分析及饲料质量检测技术 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2012.  
Zhang L Y. Feed analysis and feed quality detection technology [M]. Beijing; China Agricultural University Press, 2012.
- [19] Playne M J, McDonald P. The buffering constituents of herbage and of silage [J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1966, 17(6):264-268.
- [20] 张控林, 袁 霞, 徐亚光, 等. 硒和维生素 E 对肉牛养分表观消化率、氮平衡、能量代谢及血液生化指标的影响 [J]. *动物营养学报*, 2013, 25(6):1219-1228.  
Zhang S L, Yuan X, Xu Y G, et al. Effects of selenium and vitamin E on nutrient apparent digestibility, nitrogen balance, energy metabolism and blood biochemical indices of beef cattle [J]. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2013, 25(6):1219-1228.
- [21] 周利勇, 王永军, 王 惠, 等. 空怀期陕北白绒山羊母羊蛋白质需要量研究 [J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2012, 40(11):1-6.  
Zhou L Y, Wang Y J, Wang H, et al. Protein requirements of Shaanbei female white cashmere goat in nonpregnant period [J]. *Journal of Northwest A&F University (Nat Sci Ed)*, 2012, 40(11):1-6.
- [22] 孔庆斌, 张晓明. 苜蓿干草切割长度对荷斯坦育成母牛日粮氮平衡和能量代谢的影响 [J]. *动物营养学报*, 2008, 20(4):429-434.  
Kong Q B, Zhang X M. Effects of chopped length of alfalfa hay on nitrogen balance and energy metabolism of Chinese Holstein Heifers [J]. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2008, 20(4):429-434.
- [23] 韩慧慧, 孙 会, 宋 阳, 等. 低蛋白饲料不同蛋白源对仔猪生长性能、血液氮代谢指标和氮平衡的影响 [J]. *饲料研究*, 2015(17):26-31.  
Han H H, Sun H, Song Y, et al. Effects of low protein fodder different protein sources on piglet growth performance, the nitrogen metabolism of blood index and nitrogen balance [J]. *Feed Research*, 2015(17):26-31.
- [24] 韩正康, 陈 杰. 反刍动物瘤胃的消化和代谢 [M]. 北京: 科学出版社, 1988.  
Han Z K, Chen J. Rumen digestion and metabolism in the rumen [M]. Beijing; Science Press, 1988.
- [25] 史清河, 韩友文. 全混合日粮对羔羊瘤胃代谢产物浓度变化的影响 [J]. *动物营养学报*, 1999, 11(3):51-57.  
Shi Q H, Han Y W. The effect of total mixed rations on the metabolites concentration in the rumen of lambs [J]. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 1999, 11(3):51-57.
- [26] 毛华明, 冯仰廉. 尿素和氢氧化钙处理提高作物秸秆营养价值的研究 [J]. *中国畜牧杂志*, 1991, 27(5):3-5, 6.  
Mao H M, Feng Y L. Studies on the improvement of nutritive value of straw with the treatment of urea and calcium hydroxide [J]. *Chinese Journal of Animal Science*, 1991, 27(5):3-5, 6.
- [27] Oudrago T, Morand-fehr P, Hervieu J, et al. Effect of humidity and particle size on barley and beet pulps palatability in dairy goats [C]//Morand-Fehr P. Recent advances in goat research. Zaragoza, Spain; CIHEAM, 1997:83-87.
- [28] Allen M S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber [J]. *Journal of Dairy Science*, 1997, 80(7):1447-1462.
- [29] 何 峰, 李向林. 饲草加工 [M]. 北京: 海洋出版社, 2010.  
He F, Li X L. Forage processing [M]. Beijing; Ocean Press, 2010.
- [30] 侯 众, 张新跃. 草产品在畜牧生产中的应用 [J]. *四川畜牧兽医*, 2000, 27(10):24-27.  
Hou Z, Zhang X Y. The application of grass-product in the pastoral production [J]. *Sichuan Animal & Veterinary Sciences*, 2000, 27(10):24-27.
- [31] 王洪才. 日粮制粒对绵羊利用玉米秸秆的影响 [J]. *安徽农业科学*, 2009, 37(11):5003-5004.  
Wang H C. Effects of diets pelleting on corn stalk usage by sheep [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2009, 37(11):5003-5004.
- [32] Reddy K J, Reddy M R. Effect of feeding complete feeds on various nitrogen fraction and total VFA concentrations in the rumen fluid of sheep [J]. *Indian J Anim Sic*, 1985, 55(9):819-821.
- [33] Preston R L, Schnakenberg D D. Protein utilization in ruminants; blood urea nitrogen as effect protein intake [J]. *The Journal of Nutrition*, 1965, 86:281-288.
- [34] 吴 德. 营养水平对妊娠和非妊娠母猪生产成绩及蛋白质代谢的影响 [D]. 四川雅安: 四川农业大学, 2003.  
Wu D. The effect of feeding level on the reproductive performance, protein metabolism of pregnant and non-pregnant sow [D]. Ya'an, Sichuan; Sichuan Agricultural University, 2003.
- [35] 李维东, 雒秋江, 王 选, 等. 饲喂粉碎和颗粒日粮条件下添喂气溶胶 OT 对绵羊采食和消化代谢的影响 [J]. *新疆农业大学学报*, 2014, 37(6):431-434.  
Li W D, Luo Q J, Wang X, et al. Effects of the feeding pellet diet and supplement aerosol OT on the intake, digestion and metabolism of sheep [J]. *Journal of Xinjiang Agricultural University*, 2014, 37(6):431-434.