

# 育肥方式对呼伦贝尔羊及其与杜泊羊杂交 1 代羔羊消化道酶活性的影响

孙 娟 闫素梅\* 张 莹 吴铁梅 王新朋 常晨城 郭晓宇

(内蒙古农业大学动物科学学院,呼和浩特 010018)

**摘 要:** 本试验旨在研究育肥方式对呼伦贝尔羔羊及呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交 1 代羔羊小肠及胰腺酶活性的影响。采用  $2 \times 2$  完全随机试验设计,第 1 因素为育肥方式,分自然放牧和放牧补饲;第 2 因素为品种,分呼伦贝尔羔羊及呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交 1 代羔羊(由呼伦贝尔母羊与杜泊公羊杂交而来)。选择体重相近的健康 4 月龄断奶呼伦贝尔羔羊和呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交 1 代羔羊各 60 只,各分为 2 组,每组 30 只。育肥阶段分为育肥前期、育肥后期 2 个阶段,共 60 d。放牧补饲组羔羊每只每天补饲精料在育肥前期为 0.27 kg,育肥后期为 0.53 kg。育肥试验结束时,分别从每组羔羊中随机选取 5 只羔羊进行屠宰,取小肠及胰腺组织测定酶活性。结果表明:与自然放牧相比,放牧补饲可显著提高羔羊十二指肠的胰蛋白酶、脂肪酶及糜蛋白酶活性,空肠、回肠与胰腺的淀粉酶、脂肪酶及胰蛋白酶活性( $P < 0.05$ )。与呼伦贝尔羔羊相比,呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交 1 代羔羊的十二指肠淀粉酶、糜蛋白酶活性,空肠及回肠的脂肪酶和胰蛋白酶活性显著增加( $P < 0.05$ );十二指肠胰蛋白酶、胰腺脂肪酶活性的增加趋于显著( $0.05 \leq P < 0.10$ )。总之,与自然放牧相比,放牧补饲能够提高羔羊的小肠及胰腺的消化酶活性,呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交 1 代羔羊的小肠及胰腺的消化酶活性高于呼伦贝尔羔羊。

**关键词:** 羔羊;育肥方式;小肠;胰腺;酶活性

**中图分类号:** S826

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006-267X(2015)05-1577-09

消化道酶活性可间接反映肉羊对饲料营养物质的消化程度,与其生长育肥性能和屠宰性能密切相关<sup>[1]</sup>。肉羊肠道及胰腺的消化酶主要有淀粉酶(AMS)、脂肪酶(LPS)、胰蛋白酶、糜蛋白酶,其活性受到育肥方式和动物品种等多种因素的影响<sup>[2-4]</sup>。因此,从消化道酶活性的角度探讨肉羊育肥方式和品种间存在的差异,对深入探讨肉羊生产中育肥方式和品种对羔羊生长育肥性能与屠宰性能的影响机理、合理选择肉羊品种和改进育肥补饲方案具有重要的理论与实际意义。呼伦贝尔羊是我国东北牧区优质的肉羊品种之一。杜泊羊是从国外引进的优良肉羊品种,其体格强健、采食

性能良好、成熟早、瘦肉率高、生长快,但是其对牧区草原尤其是呼伦贝尔地区的适应性较差。呼伦贝尔母羊与杜泊公羊的杂交 1 代羔羊兼备了二者的优点,具有耐寒、耐粗饲、生长速度快和肉质好等特点。目前,在呼伦贝尔地区的羊肉生产中,断奶羔羊的自然放牧育肥仍然是主要的生产方式之一。然而,放牧羔羊对牧草的消化率较低,而且由于断奶时草场质量的季节性变化,使得断奶羔羊生长育肥速度较慢,出栏率和出栏体重较低,生产效率低下,制约了牧区养羊业的健康与高效发展。因此,对呼伦贝尔地区的羔羊进行合理的放牧补饲,增加羔羊日增重、缩短出栏时间,对提高出栏

收稿日期:2014-11-25

基金项目:国家公益性行业(农业)科研专项经费(201003061)

作者简介:孙 娟(1986—),女,吉林白山人,硕士研究生,从事动物营养与饲料科学研究。E-mail: juansunjuan@163.com

\* 通信作者:闫素梅,教授,博士生导师,E-mail: yansimiau@163.com

体重和净肉率、提高牧民的经济效益具有重要的意义。近年来,关于小肠黏膜酶活性的报道较多,但主要以猪、鸡、山羊、牛等为研究对象,尚未见对呼伦贝尔羊及呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交 1 代羔羊的小肠黏膜酶活性的报道。本课题组的阶段性研究表明,对呼伦贝尔羔羊及呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交 1 代羔羊分别进行放牧补饲育肥和自然放牧育肥,放牧补饲组羔羊的日增重、胴体重、屠宰率、净肉重、净肉率显著高于自然放牧组,呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交 1 代羔羊显著高于呼伦贝尔羔羊<sup>[5]</sup>,这可能与其消化道酶活性发生改变有关,但相关的研究未见详细资料报道。本试验通过研究育肥方式对呼伦贝尔羔羊及呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交 1 代羔羊小肠和胰腺消化道酶活性的影响,为科学制定羔羊补饲育肥方案提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验动物及试验设计

试验采用 2×2 完全随机试验设计,第 1 因素为育肥方式,分自然放牧和放牧补饲;第 2 因素为品种,分呼伦贝尔羔羊与呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交 1 代羔羊。育肥阶段分为育肥前期(1~30 d)和育肥后期(31~60 d)2 个阶段。从呼伦贝尔种羊

场选择体重相近的健康 4 月龄断奶呼伦贝尔羔羊和呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交 1 代羔羊各 60 只,各分为 2 组,每组 30 只。在育肥前期(2012 年 8 月 11 日至 2012 年 9 月 10 日),放牧补饲组羔羊每只每天补饲精料 0.27 kg;在育肥后期(2012 年 9 月 11 日至 2012 年 10 月 10 日),每只羔羊每天补饲精料 0.53 kg。

1.2 饲粮组成及营养水平

在放牧各时间段,羔羊采食牧草营养水平见表 1。放牧补饲组羔羊在育肥前期(1~30 d)、育肥后期(31~60 d)补饲精料的组成及营养水平见表 2。

1.3 样品的采集与处理

1.3.1 样品的采集

育肥试验结束时,分别从每组羔羊中随机选取 5 只羔羊禁食 24 h、禁水 2 h 后进行屠宰。在颈静脉处放血处死,立即打开腹腔,取出内脏,在冰盘上小心剥除胰腺的脂肪组织和结缔组织后用锡箔纸包好,立即放入液氮中冷冻。同时迅速在冰盘上剪取十二指肠、空肠、回肠各肠段约 7 cm,并用预冷的生理盐水将各肠段上的食糜冲洗干净,用锡箔纸包好放入液氮中快速冷冻。所有样品转入-20 ℃低温冻存备用。

表 1 羔羊采食牧草营养水平(风干基础)  
Table 1 Nutrient levels of grazing grass of lambs (air-dry basis) %

营养水平 Nutrient levels	2012-08	2012-09	2012-10
粗蛋白质 CP	7.45	9.53	5.36
钙 Ca	0.38	0.99	0.96
磷 P	0.09	0.14	0.07
中性洗涤纤维 NDF	63.30	62.45	65.13
酸性洗涤纤维 ADF	36.92	41.72	40.09

测定值 Measured values.

1.3.2 样品的处理

1.3.2.1 小肠黏膜的处理

将冷冻的组织样品置于 4 ℃中,待样品完全解冻后放在保鲜膜上沿肠壁纵向剪开,用载玻片刮下黏膜。准确称取肠黏膜的重量,按质量体积比 1:9 加入匀浆介质在玻璃匀浆器中匀浆(整个操作过程都在冰浴条件下进行)。充分匀浆后将匀浆液倒入离心管中,3 000 r/min 4 ℃条件下离心 10 min,收集上清液并迅速将上清液分装成若干份

贮存于-20 ℃中,以备进行酶活性分析。

1.3.2.2 胰腺的处理

将冷冻的胰脏置于 4 ℃中解冻,待样品将要完全解冻时从头、体、尾 3 个部位剪取 0.5 g 的胰腺,并用分析天平准确称重。按质量体积比 1:9 的比例加入匀浆介质在玻璃匀浆器中匀浆(整个操作过程都在冰浴条件下进行)。充分匀浆后将匀浆液倒入离心管中,3 000 r/min 4 ℃条件下离心 10 min,收集上清液并迅速分装成若干份贮存于-20 ℃中,以备酶活性分析。

表2 放牧补饲组羔羊精料组成及营养水平(风干基础)

Table 2 Composition and nutrient levels of concentrates for lambs in natural pasture+concentrate supplementation group (air-dry basis)

%

原料 Ingredients	育肥前期 Early- fattening	育肥后期 Late fattening	营养水平 Nutrient levels <sup>2)</sup>	育肥前期 Early- fattening	育肥后期 Late fattening
玉米 Corn	50.80	64.10	消化能 DE/(MJ/kg)	10.93	11.32
大豆粕 Soybean meal	12.50		干物质 DM	96.92	97.32
干酒糟及其可溶物 DDGS	18.90	18.00	粗蛋白质 CP	20.42	17.79
棉籽粕 Cottonseed meal	9.00	9.60	钙 Ca	0.35	0.34
双低菜粕 Double-low rapeseed meal	5.00	5.50	磷 P	0.52	0.40
磷酸氢钙 CaHPO <sub>4</sub>	0.50	0.50	中性洗涤纤维 NDF	19.56	23.41
预混料 Premix <sup>1)</sup>	0.60	0.40	酸性洗涤纤维 ADF	7.98	9.93
食盐 NaCl	1.20	0.80			
小苏打 NaHCO <sub>3</sub>	1.50	1.10			
合计 Total	100.00	100.00			

<sup>1)</sup> 每千克预混料含有 One kg of premix contained the following: VA 2 500 000 IU, VD 1 250 000 IU, VE 12.5 g, VK<sub>3</sub> 300.0 mg, VB<sub>1</sub> 60.00 mg, VB<sub>2</sub> 1 400.00 mg, VB<sub>6</sub> 150.00 mg, VB<sub>12</sub> 5.00 mg, 烟酸 nicotinic acid 3 500.00 mg, 泛酸钙 calcium pantothenate 2 800.00 mg, 叶酸 folic acid 25.00 mg, Fe 20.00 g, Cu 4.00 g, Mn 15.00 g, Zn 25.00 g, I 0.15 g, Se 0.15 g, Co 0.13 g。

<sup>2)</sup> 除消化能为计算值外,其余均为实测值。DE was a calculated value, while the rest nutrient levels were measured values.

1.4 测定指标及方法

1.4.1 测定指标

十二指肠、空肠、回肠、胰腺中的淀粉酶、脂肪酶、胰蛋白酶活性;十二指肠中的糜蛋白酶活性。

1.4.2 测定方法

1个淀粉酶活性单位是指37℃条件下组织中每毫克蛋白质与底物作用30 min水解10 mg淀粉。每克组织蛋白质在37℃反应体系中与底物反应1 min,每消耗1 μmol的底物即为1个脂肪酶活性单位。每毫克蛋白质中含有的胰蛋白酶,在pH 8.0,37℃条件下每分钟使吸光度值变化0.003为1个胰蛋白酶活性单位。37℃条件下每毫克组织蛋白质每分钟分解蛋白质生成1 μg氨基酸,即相当于1个糜蛋白酶活性单位。

淀粉酶的活性采用碘-淀粉比色法测定,脂肪酶活性采用比浊法测定,胰蛋白酶活性采用N-苯甲酰-L-精氨酸乙酯方法测定,糜蛋白酶活性以酪蛋白为底物进行测定。测试方法参照试剂盒说明书,试剂盒均购自南京建成生物工程研究所。

1.5 数据统计处理

试验数据先用Excel 2007整理,然后再用SAS 9.0软件进行二因素ANOVA方差分析。0.01<P<0.05表示差异显著,0.05≤P<0.10表示

组间差异趋于显著。

2 结果与分析

2.1 淀粉酶活性

由表3可以看出,与自然放牧育肥相比,放牧补饲育肥可显著提高羔羊空肠、回肠、胰腺的淀粉酶活性(P<0.05);2种育肥方式下十二指肠淀粉酶活性的差异趋于显著(P=0.08),放牧补饲组高于自然放牧组。呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交1代羔羊的十二指肠淀粉酶活性显著高于呼伦贝尔羔羊(P<0.05),空肠、回肠及胰腺的淀粉酶活性在数值上也高于呼伦贝尔羔羊,但组间差异不显著(P>0.05)。品种和育肥方式的互作效应对小肠及胰腺淀粉酶活性无显著的影响(P>0.05)。

2.2 脂肪酶活性

由表4可以看出,与自然育肥相比,放牧补饲可显著提高羔羊十二指肠、空肠、回肠及胰腺的脂肪酶活性(P<0.05)。呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交1代羔羊的空肠、回肠脂肪酶活性显著高于呼伦贝尔羔羊(P<0.05);2品种羔羊胰腺脂肪酶活性的差异趋于显著(P=0.07),呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交1代羔羊高于呼伦贝尔羔羊;呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交1代羔羊十二指肠的脂肪酶活性在数值

上也高于呼伦贝尔羔羊,但组间差异不显著 ( $P>0.05$ )。品种和育肥方式的互作效应对小肠及胰

表 3 育肥方式及品种对羔羊小肠及胰腺淀粉酶活性的影响  
Table 3 Effects of fattening patterns and species on amylase activity of  
small intestine and pancreas of lambs

		U/mg prot			
品种 Species	育肥方式 Fattening patterns	十二指肠 Duodenum	空肠 Jejunum	回肠 Ileum	胰腺 Pancreas
呼伦贝尔羔羊 Hulun Buir lamb	自然放牧 Natural pasture	0.35	0.24	0.31	0.21
	放牧补饲 Natural pasture+concentrate supplementation	0.47	0.37	0.50	0.32
呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交 1 代羔羊 F1 hybrid lamb of Hulun Buir sheep and Dorper sheep	自然放牧 Natural pasture	0.50	0.27	0.37	0.22
	放牧补饲 Natural pasture+concentrate supplementation	0.65	0.36	0.63	0.36
SEM		0.07	0.05	0.06	0.02
主效应 Main factors					
品种 Species	呼伦贝尔羔羊 Hulun Buir lamb	0.41 <sup>b</sup>	0.31	0.40	0.26
	呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交 1 代羔羊 F1 hybrid lamb of Hulun Buir sheep and Dorper sheep	0.58 <sup>a</sup>	0.31	0.50	0.29
	自然放牧 Natural pasture	0.42	0.25 <sup>b</sup>	0.34 <sup>b</sup>	0.21 <sup>b</sup>
育肥方式 Fattening patterns	放牧补饲 Natural pasture+concentrate supplementation	0.56	0.37 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>
	品种 Species	0.03	0.87	0.16	0.24
P 值 P-value	育肥方式 Fattening patterns	0.08	0.03	<0.01	<0.01
	品种×育肥方式 Species×fattening patterns	0.82	0.67	0.57	0.46

同列数据肩标不同字母表示差异显著 ( $P<0.05$ ) , 相同或无小写字母表示差异不显著 ( $P>0.05$ ) 。下表同。  
Values in the same column with different small letter superscripts mean significant difference ( $P<0.05$ ) , while with the same or no small letter superscripts mean no significant difference ( $P>0.05$ ) . The same as below.

表 4 育肥方式及品种对羔羊小肠及胰腺脂肪酶活性的影响  
Table 4 Effects of fattening patterns and species on lipase activity of  
small intestine and pancreas of lambs

		U/g prot			
品种 Species	育肥方式 Fattening patterns	十二指肠 Duodenum	空肠 Jejunum	回肠 Ileum	胰腺 Pancreas
呼伦贝尔羔羊 Hulun Buir lamb	自然放牧 Natural pasture	353.01	537.29	550.97	4 616.02
	放牧补饲 Natural pasture+concentrate supplementation	763.06	907.90	827.78	6 514.42
呼伦贝尔羊与杜泊羊 杂交 1 代羔羊 F1 hybrid lamb of Hulun Buir sheep and Dorper sheep	自然放牧 Natural pasture	567.99	696.37	725.52	5 684.63
	放牧补饲 Natural pasture+concentrate supplementation	875.38	1 138.59	1 161.44	7 663.35
SEM		139.28	85.81	97.17	573.87



续表 4

品种 Species	育肥方式 Fattening patterns	十二指肠 Duodenum	空肠 Jejunum	回肠 Ileum	胰腺 Pancreas
主效应 Main factors					
品种 Species	呼伦贝尔羔羊 Hulun Buir lamb	558.00	722.59 <sup>b</sup>	689.38 <sup>b</sup>	5 565.20
	呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交 1 代羔羊 F1 hybrid lamb of Hulun Buir sheep and Dorper sheep	721.70	917.48a	943.48a	6 674.00
	自然放牧 Natural pasture	460.50 <sup>b</sup>	616.83 <sup>b</sup>	638.25 <sup>b</sup>	5 150.30 <sup>b</sup>
育肥方式 Fattening patterns		放牧补饲 Natural pasture+concentrate supplementation			
P 值 P-value	品种 Species	0.26	0.04	0.02	0.07
	育肥方式 Fattening patterns	0.02	<0.01	<0.01	<0.01
	品种×育肥方式 Species×fattening patterns	0.72	0.68	0.43	0.95

2.3 胰蛋白酶活性

由表 5 可以看出,与自然育肥相比,放牧补饲可显著提高羔羊十二指肠、空肠、回肠、胰腺的胰蛋白酶活性( $P<0.05$ )。呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交 1 代羔羊空肠和回肠的胰蛋白酶活性显著高于呼伦贝尔羔羊( $P<0.05$ );2 品种间十二指肠胰蛋白酶活性差异趋于显著( $P=0.07$ ),呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交 1 代羔羊高于呼伦贝尔羔羊;呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交 1 代羔羊胰腺的胰蛋白酶活性在数值上也高于呼伦贝尔羔羊,但组间差异不显著( $P>0.05$ )。品种和育肥方式的互作效应对羔羊小肠及胰腺的胰蛋白酶活性无显著的影响( $P>0.05$ )。

2.4 糜蛋白酶活性

由表 6 可以得出,与自然育肥相比,放牧补饲可显著提高羔羊十二指肠糜蛋白酶活性( $P<0.01$ )。2 品种间十二指肠糜蛋白酶活性差异显著( $P<0.05$ ),呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交 1 代羔羊高于呼伦贝尔羔羊。品种和育肥方式的互作效应对十二指肠糜蛋白酶活性无显著的影响( $P>0.05$ )。

3 讨 论

3.1 育肥方式对消化道酶活性的影响

消化道酶是动物进行消化、吸收营养物质的基础,它既是蛋白质分子,也是两性电解质,其活性的高低受到酸、碱、热、紫外线、表面活性剂、重金属盐、蛋白质变性剂、饲料类型、饲料营养水平

及动物采食量等多种因素的影响。因此,研究动物体内主要的消化道酶可间接得出机体对饲料中各种营养物质消化吸收的程度。育肥方式是影响饲料组成的主要因素,而饲料组成又决定了动物饲料的营养水平。目前还未见关于呼伦贝尔羊消化道酶活性的报道。本试验主要研究了自然放牧与放牧补饲 2 种不同育肥方式对羔羊小肠主要酶活性的影响,结果表明,放牧补饲可显著提高羔羊的十二指肠脂肪酶、胰蛋白酶及糜蛋白酶活性,空肠、回肠及胰腺的淀粉酶、脂肪酶及胰蛋白酶活性,说明育肥方式可影响羔羊小肠及胰腺的酶活性,这可能与 2 种育肥方式下动物采食的饲料营养水平不同有关。本试验的 2 种育肥方式下,放牧补饲组饲料的能量和蛋白质等营养物质水平均高于自然放牧育肥组。王宝山<sup>[6]</sup>与刘月琴等<sup>[7]</sup>的研究结果表明,小尾寒羊小肠内淀粉酶、脂肪酶、胰蛋白酶、糜蛋白酶的活性随饲料中非结构性碳水化合物、粗蛋白质以及粗脂肪含量的增加而不断增高,但是当饲料中碳水化合物含量超过一定值时酶活性基本稳定;张英杰等<sup>[8]</sup>也得出相似的结论。仁瑞清等<sup>[9]</sup>采用能量水平较高的现代模式(颗粒型开食料)饲喂的犍牛小肠各段及胰腺内脂肪酶、胰蛋白酶、十二指肠糜蛋白酶的活性总体均高于能量水平较低的传统组(干草+粉状开食料)。Swanson 等<sup>[10]</sup>报道,在饲料中代谢蛋白质水平相同的情况下,饲喂高能量精饲料型饲料的阉牛胰腺组织中  $\alpha$ -淀粉酶的活性高于饲喂低能量粗饲

料型。Clary 等<sup>[11]</sup>对 2 组牛进行草场放养和高精料饲养 126 d 后屠宰发现,饲喂高能高蛋白质精料的牛胰腺 α-淀粉酶活性较草场放养组牛高 40%。Janes 等<sup>[12]</sup>分别给羊饲喂干草和能量、蛋白质水平较高的干玉米,2 周后发现干玉米组胰腺 α-淀粉酶活性高于干草组。这些研究结果与本试验结果相似,进一步说明了动物消化道酶活性受饲料组成及营养水平的影响。

表 5 育肥方式及品种对羔羊小肠及胰腺胰蛋白酶活性的影响

Table 5 Effects of fattening patterns and species on trypsin activity of small intestine and pancreas of lambs					U/mg prot
品种 Species	育肥方式 Fattening patterns	十二指肠 Duodenum	空肠 Jejunum	回肠 Ileum	胰腺 Pancreas
呼伦贝尔羔羊 Hulun Buir lamb	自然放牧 Natural pasture	1 679.81	638.90	271.08	51.71
	放牧补饲 Natural pasture+concentrate supplementation	4277.40	1 232.89	321.37	85.54
呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交 1 代羔羊 F1 hybrid lamb of Hulun Buir sheep and Dorper sheep	自然放牧 Natural pasture	2515.07	866.66	334.26	56.59
	放牧补饲 Natural pasture+concentrate supplementation	5 839.15	1 470.21	415.25	118.46
SEM		624.33	76.08	18.94	16.65
主效应 Main factors					
品种 Species	呼伦贝尔羔羊 Hulun Buir lamb	2 978.60	935.89 <sup>b</sup>	296.22 <sup>b</sup>	68.63
	呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交 1 代羔羊 F1 hybrid lamb of Hulun Buir sheep and Dorper sheep	4 177.10	1 168.43 <sup>a</sup>	374.75 <sup>a</sup>	87.52
育肥方式 Fattening patterns	自然放牧 Natural pasture	2 097.40 <sup>b</sup>	752.78 <sup>b</sup>	302.67 <sup>b</sup>	54.15 <sup>b</sup>
	放牧补饲 Natural pasture+concentrate supplementation	5 058.30 <sup>a</sup>	1 351.55 <sup>a</sup>	368.31 <sup>a</sup>	102.00 <sup>a</sup>
P 值 P-value	品种 Species	0.07	0.01	<0.01	0.27
	育肥方式 Fattening patterns	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
	品种×育肥方式 Species×fattening patterns	0.57	0.95	0.43	0.41

表 6 育肥方式及品种对羔羊十二指肠糜蛋白酶活性的影响

Table 6 Effects of fattening patterns and species on chymotrypsin activity of duodenum of lambs				U/mg prot
品种 Species	育肥方式 Fattening patterns	十二指肠 Duodenum		
呼伦贝尔羔羊 Hulun Buir lamb	自然放牧 Natural pasture	10.98		
	放牧补饲 Natural pasture+concentrate supplementation	14.40		
呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交 1 代羔羊 F1 hybrid lamb of Hulun Buir sheep and Dorper sheep	自然放牧 Natural pasture	13.42		
	放牧补饲 Natural pasture+concentrate supplementation	20.74		
SEM		1.52		

续表6

品种 Species	育肥方式 Fattening patterns	十二指肠 Duodenum
主效应 Main factors		
	呼伦贝尔羔羊 Hulun Buir lamb	12.68 <sup>b</sup>
品种 Species	呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交1代羔羊 F1 hybrid lamb of Hulun Buir sheep and Dorper sheep	17.08 <sup>a</sup>
	自然放牧 Natural pasture	12.20 <sup>b</sup>
育肥方式 Fattening patterns	放牧补饲 Natural pasture+concentrate supplementation	17.57 <sup>a</sup>
	品种 Species	0.01
P值 P-value	育肥方式 Fattening patterns	<0.01
	品种×育肥方式 Species×fattening patterns	0.22

3.2 品种对羔羊消化道酶活性的影响

动物小肠及胰腺酶活性除受饲料营养水平的影响外,还受品种的影响。本试验发现,在同一条件下与呼伦贝尔羔羊相比,呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交1代羔羊十二指肠的淀粉酶、糜蛋白酶活性,空肠及回肠的脂肪酶和胰蛋白酶活性显著增加;十二指肠胰蛋白酶、胰腺脂肪酶活性的增加趋于显著。这表明品种对小肠及胰腺酶活性有显著的影响,说明了呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交1代羔羊对营养物质有更高的消化、吸收能力。关于品种对消化道酶活性的影响研究报道较少,针对呼伦贝尔羊的研究尚未见报道。王小龙<sup>[13]</sup>研究发现,200日龄时小尾寒羊的日增重、相对生长速率及消化道的淀粉酶和胰蛋白酶活性均显著高于滩羊和蒙古羊。Guilloteau等<sup>[14]</sup>指出,荷兰牛的胃蛋白酶活性比夏洛莱牛高。Wise等<sup>[15]</sup>研究发现,爱尔夏牛与荷兰犊牛糜蛋白酶、脂肪酶与淀粉酶随日龄增加的幅度不同,同日龄下荷兰牛分泌的蛋白酶较多,爱尔夏牛分泌的淀粉酶较多。高春生等<sup>[16]</sup>试验结果表明,相同饲料及外部条件下淇河鲫鱼的淀粉酶、蛋白酶、脂肪酶的活性比普通鲫鱼高。王娟等<sup>[17]</sup>研究表明,十二指肠、空肠淀粉酶及脂肪酶的活性太行鸡均比海兰灰蛋鸡低。Nir等<sup>[18]</sup>研究发现,蛋鸡胰脏内淀粉酶、脂肪酶、胰蛋白酶、糜蛋白酶的活性普遍高于肉鸡。这进一步说明了品种不同消化道酶活性不同,具体的机理还有待进一步研究。

4 结 论

- ① 与自然放牧相比,放牧补饲能够提高羔羊的小肠及胰腺的消化酶活性。
- ② 呼伦贝尔羊与杜泊羊杂交1代羔羊的小肠及胰腺的消化酶活性高于呼伦贝尔羔羊。

参考文献:

[ 1 ] 张英杰,刘月琴,孙洪新.饲喂半胱胺对绵羊小肠主要消化酶活性的影响[J].畜牧兽医学报,2006,37(10):999-1002.

[ 2 ] RUSSELL J R, YOUNG A W, JORGENSE N A. Effect of dietary corn starch intake on pancreatic amylase and intestinal maltase and pH in cattle[J].Journal of Animal Science,1981,52(5):1177-1182.

[ 3 ] DE PASSILLE A M B, PELLETIER G, MENARD J, et al.Relationship of weight gain and behavior to digestive organ weight and enzyme activities in piglets [J]. Journal of Animal Science, 1989, 670: 2921 - 2929.

[ 4 ] 张英杰,刘月琴,孙洪新,等.羔羊小肠 pH 及主要消化酶发育规律的研究[J].畜牧兽医学报,2005,36(2):149-152.

[ 5 ] 解进,闫素梅,赵育国,等.不同饲养方式对呼伦贝尔羔羊育肥性能及屠宰性能的影响[J].饲料研究,2015,

[ 6 ] 王宝山.日粮类型对小尾寒羊小肠各段消化酶活性影响的研究[D].硕士学位论文.保定:河北农业大学,2003.

[ 7 ] 刘月琴,王宝山,张英杰,等.日粮类型对小尾寒羊小肠消化酶活性影响的研究[J].中国草食动物,2004

- (增刊1):131-134.
- [ 8 ] 张英杰,刘月琴,冯仰廉.日粮对肉牛小肠 pH 值及淀粉酶活性的影响[J].黄牛杂志,1999(5):26-28.
- [ 9 ] 仁瑞清,高艳霞,曹玉凤,等.不同饲喂模式对犊牛小肠及胰腺内消化酶活性的影响[J].中国畜牧杂志,2013,49(3):72-76.
- [10] SWANSON K C, MATTHEWS J C, MATTHEWS A D, et al. Dietary carbohydrate source and energy intake influence the expression of pancreatic alpha-amylase in lambs[J]. The Journal of Nutrition, 2000, 130(9): 2157-2165.
- [11] CLARY J J, MITCHELL G E, LITTLE C O, et al. Pancreatic amylase activity from ruminants fed different rations[J]. Canadian Journal of Physiology Pharmacology, 1969, 47(2): 161-164.
- [12] JANES A N, WEEKES T E C, ARMSTRONG D G. Carbohydrase activity in the pancreatic tissue and small intestine mucosa of sheep fed dried-grass or ground maize-based diets[J]. The Journal of Agricultural Science, 1985, 104(2): 435-443.
- [13] 王小龙.80~200 日龄绵羊羔羊消化器官及淀粉酶基因多态性研究[D].硕士学位论文.杨凌:西北农林科技大学,2008.
- [14] GUILLOTEAU P, CORRIG T, TOULLEC R, et al. Enzyme potentialities of the abomasums and pancreas of the calf. I. Effect of age in the preuminant[J]. Reproduction, Nutrition, Development, 1984, 24(3): 315-325.
- [15] WISE G H, MILLER P G, ANDERSON G W. Changes in milk products "sham fed" to calves. I. Effects of volume of milk fed[J]. Journal of Dairy Science, 1947, 30(7): 499-506.
- [16] 高春生,肖传斌,王艳玲,等.淇河鲫鱼与普通鲫鱼消化酶活性研究[J].广东农业科学,2006(4):72-74.
- [17] 王娟,臧素敏,元娜,等.太行鸡、海兰灰蛋鸡生长期消化道主要酶系变化规律比较[J].西北农业学报,2010,19(6):38-43.
- [18] NIR I, TWINA Y, GROSSMAN E, et al. Quantitative effects of pelleting on performance, gastrointestinal tract and behaviour of meat-type chickens[J]. British Poultry Science, 1994, 35(4): 589-602.



## Effects of Fattening Patterns on Enzyme Activities of Digestive Tract of Hulun Buir Lambs and F1 Hybrid Lambs of Hulun Buir and Dorper Sheep

SUN Juan YAN Sumei\* ZHANG Ying WU Tiemei WANG Xinpeng  
CHANG Chencheng GUO Xiaoyu

(College of Animal Sciences, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018, China)

**Abstract:** This trial was conducted to investigate the effects of fattening patterns on enzyme activities of small intestine and pancreas of Hulun Buir lambs and F1 Hybrid lambs of Hulun Buir sheep and Dorper sheep. A  $2 \times 2$  complete random design was used, factor 1 was fattening pattern, including natural pasture and natural pasture+concentrate supplementation; factor 2 was species, including Hulun Buir lambs and F1 Hybrid lambs of Hulun Buir sheep (♀) and Dorper sheep (♂). A total of 120 healthy lambs (60 of each specie) with close body weight were selected, and lambs of each specie were divided into 2 groups with 30 lambs per group. The trial lasted for 60 days consisted of an early fattening period and a late fattening period. Fattening method of natural pasture+concentrate supplementation group was that supplemented 0.27 kg concentrate per lamb everyday in early fattening period, and 0.53 kg per lamb everyday in late fattening period. At the end of the trial, five lambs from each group were slaughtered, and small intestine and pancreas samples were collected to determine enzyme activities. The results showed as follows: comparing with natural pasture, natural pasture+concentrate supplementation could significantly increase the activities of trypsin, lipase and chymotrypsin of duodenum, and those of amylase, lipase and trypsin of jejunum, ileum and pancreas ( $P < 0.05$ ). Comparing with Hulun Buir lambs, the activities of amylase and chymotrypsin of duodenum, and those of trypsin and lipase of jejunum and ileum of F1 Hybrid lambs of Hulun Buir sheep and Dorper sheep were significantly increased. Trypsin activity of duodenum and lipase activity of pancreas tended to be increased ( $0.05 \leq P < 0.10$ ). In conclusion, comparing with natural pasture, natural pasture+concentrate supplementation can increase enzyme activities of small intestine and pancreas, furthermore, enzyme activities of F1 Hybrid lambs of Hulun Buir sheep and Dorper sheep are higher than those of Hulun Buir lambs. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2015, 27 (5): 1577-1585]

**Key words:** lamb; fattening pattern; small intestine; pancreas; enzyme activity

\* Corresponding author, professor, E-mail: Yansmimau@163.com