动物营养学报 2019,31(11):5283-5291
Chinese Journal of Animal Nutrition

doi:10.3969/j.issn.1006-267x.2019.11.045

全株玉米青贮中乳酸片球菌及其与尿素混合添加对杜泊绵羊生长性能、屠宰性能和肌肉品质的影响

程光民[1] 陈凤梅[1*] 张永翠[1] 刘公言[2] 王建民[3] 刘建胜[1] 徐相亭[1**]

(1.山东畜牧兽医职业学院,潍坊 261061;2.山东省农科院畜牧兽医研究所,济南 251000;
3.山东农业大学,泰安 271018)

摘 要: 本试验旨在研究全株玉米青贮中乳酸片球菌(*Pediococcus acidilactici*)及其与尿素混合添加对杜泊绵羊生长性能、屠宰性能和肌肉品质的影响,为全株玉米青贮在育肥羊上更好的利用以及肉质改良提供科学依据。试验选取60只体重[(23.0±1.5) kg]相近、健康状况良好的2月龄断奶杜泊绵羊公羊,随机分为3组,每组4个重复,每个重复5只羊。3组羊分别饲喂由不含任何添加剂的全株玉米青贮(对照组)、单一添加占全株玉米鲜重0.1%的乳酸片球菌的全株玉米青贮(益生菌组)和混合添加占全株玉米秸秆鲜重0.1%的乳酸片球菌与0.5%的尿素的全株玉米青贮(混合组)配制而成的全混合日粮。预试期10 d,正试期90 d。结果表明:1)混合组的终末体重和平均日增重显著高于对照组和益生菌组($P<0.05$),混合组和益生菌组的料重比显著低于对照组($P<0.05$)。2)混合组的胴体重、屠宰率、净肉率、肉骨比和GR值显著高于对照组($P<0.05$),混合组的前活重显著高于对照组和益生菌组($P<0.05$)。3)益生菌组的肌肉$pH_{24\ h}$显著低于对照组($P<0.05$);益生菌组和混合组的肌肉滴水损失和失水率显著低于对照组($P<0.05$),熟肉率显著高于对照组($P<0.05$)。4)益生菌和混合组的肌肉粗脂肪含量显著高于对照组($P<0.05$),混合组的肌肉粗灰分含量显著高于益生菌组($P<0.05$),混合组的肌肉赖氨酸、苯丙氨酸、缬氨酸、组氨酸和精氨酸含量显著高于益生菌组和对照组($P<0.05$)。由此可见,饲喂在全株玉米青贮中单一添加乳酸片球菌的全混合日粮并不能改变杜泊绵羊的生长性能,而饲喂在全株玉米青贮中混合添加乳酸片球菌与尿素的全混合日粮能够提高杜泊绵羊的平均日增重,降低料重比,提高胴体重和屠宰率等,增加肌肉中粗脂肪和部分氨基酸含量,改善羊肉品质。

关键词: 乳酸片球菌;尿素;全株玉米青贮;杜泊绵羊;生长性能;屠宰性能;肌肉品质

中图分类号:S826 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-267X(2019)11-5283-09

近年来,随着粮改饲大力推广应用,全株玉米青贮作为牛、羊等反刍动物饲粮中的重要部分,越来越得到重视[1-2]。秸秆的加工方式不同,利用率也不同。传统的青贮方式对玉米秸秆营养价值的改变并不能起到很好的作用,而利用益生菌或者添加营养性添加剂能够提高青贮饲料的利用价值。目前广泛使用的青贮添加剂——乳酸菌,作为有益菌具有改善青贮发酵、提高青贮饲料品质的作用,而尿素作为营养性添加剂,为青贮中乳酸菌的发酵提供充足的底物[3],增加青贮秸秆蛋白

收稿日期:2019-05-14

基金项目:山东省现代农业产业技术体系羊产业创新团队(SDAIT-10-05);潍坊地区青贮秸秆品质调查分析、羊饲养试验及拉伸膜青贮技术推广应用研究(2016GX041)

作者简介:程光民(1975—),男,山东成武人,硕士研究生,从事反刍动物营养与饲料研究。E-mail: letgoon2008@163.com

* **同等贡献作者**

** **通信作者:**徐相亭,教授,E-mail: sdmyxyxxt@126.com

质含量。乳酸片球菌(*Pediococcus acidilactici*)是片球菌属,乳酸片球菌种,能够产酸,具有调节胃肠道菌群、维持肠道微生态平衡的功能。傅彤[4]在全株玉米青贮中添加乳酸片球菌,降低了青贮饲料的 pH,提高了乳酸、有机酸总量。Wajda 等[5]报道,乳酸片球菌能够改善肉质,提高火鸡肉中的脂肪含量。Quarantelli 等[6]在蛋鸡饲粮中添加乳酸片球菌,发现其提高了产蛋率和产蛋量,降低了饲料转化率。尿素能够为反刍动物瘤胃微生物提供非蛋白氮,然而关于乳酸片球菌与尿素混合使用的报道并不多见。因此,本试验主要研究在全株玉米青贮中单一添加乳酸片球菌以及乳酸片球菌与尿素混合添加对杜泊绵羊生长性能、屠宰性能和肌肉品质的影响,为全株玉米青贮饲料在育肥羊上更好的利用和肉质改良提供参考数据。

1 材料与方法

1.1 试验材料和试验设计

乳酸片球菌制剂购自洛阳欧科拜克生物技术股份有限公司,乳酸片球菌含量≥ 1.0×10^9 CFU/g。

试验选取 60 只体重[(23.0±1.5) kg]相近、健康状况良好的 2 月龄断奶杜泊绵羊公羊,随机分为 3 组,每组 4 个重复,每个重复 5 只羊。3 组分别饲喂由不含任何添加剂(对照组)、单一添加占全株玉米鲜重 0.1%的乳酸片球菌(益生菌组)和混合添加占全株玉米鲜重 0.1%的乳酸片球菌与 0.5%的尿素(混合组)的 3 种不同全株玉米青贮配制而成的全混合日粮(TMR)。预试期 10 d,正试期 90 d。

1.2 试验饲粮

乳熟至腊熟期的地方全株玉米经联合收割机收割后运输至羊场,根据试验设计统一制作窖贮。青贮饲料制作时,先将全株玉米秸秆用联合收割机揉切至 2~3 cm,按照试验要求用量将乳酸片球菌和尿素溶液分别喷洒于玉米秸秆上,混合均匀(为了保证混合均匀,乳球菌或尿素提前用少许水稀释成溶液),然后装窖、压实、封窖即可。青贮 5 个月时开始饲养试验。全混合日粮配方参照《肉羊饲养标准》(NY/T 816—2004),按照肉羊体重 25 kg、日增重 0.25 kg/d 营养需要量进行设计。饲粮组成及营养水平见表 1。

表 1 饲粮组成及营养水平(干物质基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of diets (DM basis) %

原料 Ingredients	含量 Content	营养水平 Nutrient levels[2)]	对照组 Control group	益生菌组 Probiotic group	混合组 Mixed group
花生秧 Peanut stalk	15.0	代谢能 ME/(MJ/kg)	9.25	8.69	9.56
大蒜皮 Garlic husks	3.0	粗蛋白质 CP	14.13	14.39	15.42
全株玉米青贮 Whole corn silage	30.0	中性洗涤纤维 NDF	40.08	40.74	41.50
玉米 Corn	28.0	酸性洗涤纤维 ADF	18.70	20.27	19.78
豆粕 Soybean meal	11.5	粗灰分 Ash	7.86	7.69	8.47
棉籽粕 Cottonseed meal	5.0	钙 Ca	0.37	0.48	0.47
甜菜粕 Beet pulp	3.5	总磷 TP	0.28	0.20	0.22
石粉 Limestone	0.5				
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	0.8				
食盐 NaCl	0.8				
小苏打 $NaHCO_3$	1.4				
预混料 Premix[1)]	0.5				
合计 Total	100.0				

[1)] 每千克预混料含有 One kg of premix contained the following: VA 180 000 IU, VD_3 26 000 IU, VE 250 IU, 烟酸 niacin 225 mg, Fe 2 500 mg, Cu 312 mg, Zn 2 500 mg, Mn 3 125 mg, Se 7.8 mg, I 27.5 mg, Co 7.75 mg。

[2)] 营养水平为实测值。Nutrient levels were measured values.

1.3　饲养管理

试验前对圈舍进行清扫、消毒,对羊只实行防疫、驱虫、打耳号。日饲喂 2 次,自由采食、自由饮水。在正试期的第 1 天和试验结束的前 1 天早晨空腹称取每只羊体重。整个试验期间,每天记录每个重复的给料量、剩料量,计算出每组羊的采食量,计算干物质采食量、平均日增重和料重比。

取用时,去除边缘发霉变质的青贮饲料,按照饲粮配方设计将不同处理的玉米青贮与粗饲料、玉米、豆粕等精料均匀混合成全混合日粮,供饲喂试验羊。

1.4　屠宰流程及样品采集

在饲养试验结束后 1 天,从每个重复中选择接近平均体重的 1 只试验羊,即每组屠宰 4 只,宰前 24 h 禁食,12 h 禁水,称重。刺杀放血,剥皮,剖腹去内脏后的胴体沿背中线分半,测定屠宰指标,取背最长肌进行肉品质指标测定。

1.5　测试指标及方法

宰前活重:屠宰前空腹 24 h 后的重量。

胴体重:屠宰放血后,剥去毛皮,除去头、内脏及前肢膝关节和后肢趾关节以下部分后,整个躯体(包括肾脏及其周围脂肪)静置 30 min 后的重量。

后腿比例:将胴体从最后腰椎处横切下后的腿肉占整个胴体的比例。

屠宰率:胴体重与宰前活重之比,用百分比表示。

净肉率:将胴体精细剔出骨头后的净肉重占宰前活重的百分比

胴体净肉率:净肉重占胴体重的百分比。

骨肉比:胴体骨重与胴体净肉重之比。

各器官比例:头、蹄、心脏、肺脏、肝脏、胃及脾脏等各内脏器官重量占胴体重比例,复胃比例指瘤胃重量占整个胃重的比例。

GR 值:第 12 与第 13 肋骨之间,距背脊中线 11 cm 处的组织厚度。

眼肌面积:第 12 与第 13 肋骨之间脊椎上眼肌(背最长肌)的横切面积。用硫酸绘图纸描绘出眼肌横切面的轮廓,再用求积仪计算出面积。求积仪型号 KP-90N。

肉色:用肉质颜色测定仪进行,型号 SCQ-1A。

pH:选取背最长肌肉样,用金属棒从切面中心刺一个孔,插入酸度计电极,使肉紧贴电极球端读数。在 45 min 内测定为 $pH_{45\ min}$,将肉样放置 4 ℃冰箱,24 h 后测定为 $pH_{24\ h}$。

失水率:用直径为 2.5 cm 的肉样取样器(面积约 5 cm^2),切取背最长肌中心部位样品一块,其厚度为 1 cm,用压肉仪测定,型号 MEAT-1。计算公式:

失水率=[(肉样压前重量-肉样压后重量)/肉样压前重量]×100。

剪切力(嫩度):在屠宰后 2 h 内取形状规则背最长肌肉样,水浴至 75 ℃时,取出冷却至室温,用直径 1.27 cm 的取样器顺着肌纤维方向钻取肉柱,然后用嫩度仪测定每个肉柱的剪切力值,求其平均值。嫩度仪型号 C-LM3B。

滴水损失:将修整好的肉样(约 10 g,厚 1 cm,面积 6 cm^2)装入专用塑料袋中,在 4 ℃冰箱放置 24 h 后,用定性滤纸轻拭去肉样表层汁液,称重。计算公式:

滴水损失=[(贮前重量-贮后重量)/贮前重量]×100。

熟肉率:选取腰大肌中段 100 g,剥离所附着的脂肪后称重(m_1),然后将肉样置于铝蒸锅上蒸 45 min,取出后吊挂于室内冷却 30 min 后称重(m_2)。计算公式:

熟肉率=(m_2/m_1)×100。

肌肉营养成分:羊的背最长肌制作风干样品后,粗蛋白质(CP)含量按照凯氏定氮法测定[7],粗脂肪(EE)含量利用索氏乙醚浸提法测定[8],粗灰分(Ash)含量采用灰化法进行测定[9],氨基酸(AA)含量使用日立 835-50 型氨基酸自动分析仪测定[10]。

饲料常规成分:氮(N)、干物质(DM)、粗灰分(Ash)、中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤纤维(ADF)、钙(Ca)和磷(P)含量分别按照 GB/T 6432—2018[11]、GB/T 6435—2014[12]、GB/T 6438—2007[13]、GB/T 20806—2006[14]、NY/T 1459—2007[15]、GB/T 6436—2002[16] 和 GB/T 6437—2002[17]测定。能量采用氧弹式燃烧测热器(WZR-1TC Ⅱ,长沙奔腾仪器有限公司生产)测定。

1.6　数据处理与统计分析

采用 Excel 2007 和 SPSS 13.0 统计软件对试验数据进行处理和方差分析,Duncan 氏法多重比

较检验,显著水平为 $P<0.05$,试验数据均表示为平均值±标准误。

2 结 果

2.1 全株玉米青贮中乳酸片球菌及其与尿素混合添加对杜泊绵羊生长性能的影响

由表 2 可知,混合组的终末体重和平均日增重显著高于对照组和益生菌组($P<0.05$),混合组和益生菌组的料重比显著低于对照组($P<0.05$)。各组干物质采食量无显著差异($P>0.05$)。

2.2 全株玉米青贮中乳酸片球菌及其与尿素混合添加对杜泊绵羊屠宰性能的影响

由表 3 可知,混合组的胴体重、屠宰率、净肉率、肉骨比和 GR 值显著高于对照组($P<0.05$),混合组的宰前活重显著高于对照组和益生菌组($P<0.05$)。

表 2 全株玉米青贮中乳酸片球菌及其与尿素混合添加对杜泊绵羊生长性能的影响

Table 2 Effects of *Lactococcus lactococcus* and it mixed with urea added in whole corn silage on growth performance of Dorper sheep ($n=20$)

项目 Items	对照组 Control group	益生菌组 Probiotic group	混合组 Mixed group
初始体重 IBW/kg	24.13±1.18	23.90±1.49	22.77±2.26
终末体重 FBW/kg	45.84±1.30^{b}	45.72±2.57^{b}	47.48±2.65^{a}
平均日增重 ADG/(kg/d)	0.24±0.02^{b}	0.24±0.03^{b}	0.28±0.03^{a}
干物质采食量 DMI/(kg/d)	1.29±0.02	1.28±0.02	1.29±0.21
料重比 F/G	5.38±0.03^{a}	5.33±0.06^{b}	4.61±0.04^{c}

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),相同或无字母表示差异不显著($P>0.05$)。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference ($P<0.05$), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference ($P>0.05$). The same as below.

表 3 全株玉米青贮中乳酸片球菌及其与尿素混合添加对杜泊绵羊屠宰性能的影响

Table 3 Effects of *Lactococcus lactococcus* and it mixed with urea added in whole corn silage on slaughter performance of Dorper sheep ($n=4$)

项目 Items	对照组 Control group	益生菌组 Probiotic group	混合组 Mixed group
宰前活重 Pre-slaughter weight/kg	45.05±1.47^{b}	45.62±4.34^{b}	47.70±0.26^{a}
胴体重 Carcass weight/kg	24.90±1.44^{b}	25.57±2.58^{ab}	27.62±0.33^{a}
屠宰率 Dressing percentage/%	55.27±1.40^{b}	56.05±0.33^{ab}	57.91±0.38^{a}
净肉率 Net meat rate/%	33.76±1.06^{b}	36.56±0.44^{ab}	38.73±0.30^{a}
胴体净肉率 Carcass net meat rate/%	61.16±59.54^{b}	65.29±0.40^{ab}	66.89±0.09^{a}
肉骨比 Meat to bone	2.83±0.30^{b}	3.16±0.01^{ab}	4.01±0.12^{a}
后腿比例 Ham percentage/%	26.09±0.10	27.17±0.26	28.81±0.99
前驱比例 Precursor percentage/%	42.54±0.10	41.61±0.01	40.14±0.42
头比例 Head percentage/%	3.78±0.11	3.95±0.06	3.96±0.03
蹄比例 Hoof percentage/%	1.17±0.08	1.15±0.01	1.25±0.04
心脏比例 Heart percentage/%	0.38±0.01	0.35±0.01	0.39±0.01
肺脏比例 Lung percentage/%	0.98±0.04	0.95±0.04	1.12±0.07
肝脏比例 Liver percentage/%	2.06±0.09	1.75±0.08	1.91±0.01
脾脏比例 Spleen percentage/%	0.15±0.08	0.14±0.01	0.14±0.01
肾脏比例 Kidney percentage/%	0.31±0.01	0.26±0.01	0.29±0.02
胃比例 Stomach percentage/%	2.35±0.01	2.52±0.01	2.41±0.02
复胃比例 Rumen percentage/%	70.25±0.31	69.53±0.99	67.45±0.28
眼肌面积 Eye muscle area/cm^2	17.27±1.45	17.50±1.53	17.70±0.37
GR 值 GR value/mm	13.54±0.23^{b}	18.56±3.58^{ab}	21.57±1.63^{a}

2.3　全株玉米青贮中乳酸片球菌及其与尿素混合添加对杜泊绵羊肌肉物理性质的影响

由表 4 可知,益生菌组的肌肉 $pH_{24\ h}$ 显著低于对照组($P<0.05$)。益生菌组和混合组的肌肉滴水损失和失水率显著低于对照组($P<0.05$),熟肉率显著高于对照组($P<0.05$)。

表 4　全株玉米青贮中乳酸片球菌及其与尿素混合添加对杜泊绵羊肌肉物理性质的影响

Table 4　Effects of *Lactococcus lactococcus* and it mixed with urea added in whole corn silage on muscle physical property of Dorper sheep ($n=4$)

项目 Items		对照组 Control group	益生菌组 Probiotic group	混合组 Mixed group
$pH_{45\ min}$		6.91±0.23	6.62±0.03	6.71±0.05
$pH_{24\ h}$		5.55±0.38[a]	5.08±0.06[b]	5.21±0.33[ab]
肉色 Muscle color	亮度 L*	31.96±0.94	31.24±0.13	32.53±0.50
	红度 a*	21.45±0.24	21.65±1.30	22.21±0.97
	黄度 b*	−0.20±0.12	−0.13±0.07	−0.17±0.07
剪切力 Shear force/kgf		2.91±0.54	4.21±0.13	2.98±0.40
滴水损失 Drip loss/%		6.83±1.02[a]	2.92±0.65[b]	3.05±0.03[b]
失水率 Water loss ratio/%		5.85±0.04[a]	4.29±0.55[b]	4.81±0.83[b]
熟肉率 Cooked meat ratio/%		54.35±2.09[b]	57.83±2.82[a]	56.47±3.03[a]

2.4　全株玉米青贮中乳酸片球菌及其与尿素混合添加对杜泊绵羊肌肉营养物质含量的影响

由表 5 可知,益生菌和混合组的肌肉粗脂肪含量显著高于对照组($P<0.05$);混合组的肌肉粗灰分含量显著高于益生菌组($P<0.05$),与对照组相比差异不显著($P>0.05$)。各组的肌肉粗蛋白质含量无显著差异($P>0.05$)。

表 5　全株玉米青贮中乳酸片球菌及其与尿素混合添加对杜泊绵羊绵羊肌肉营养物质含量的影响(干物质基础)

Table 5　Effects of *Lactococcus lactococcus* and it mixed with urea added in whole corn silage on muscle nutrient contents of Dorper sheep (DM basis, $n=4$)　%

项目 Items	对照组 Control group	益生菌组 Probiotic group	混合组 Mixed group
粗脂肪 EE	8.65±1.13[b]	10.34±1.08[a]	10.13±1.12[a]
粗灰分 Ash	5.34±0.15[ab]	5.15±0.11[b]	5.57±0.09[a]
粗蛋白质 CP	83.84±2.21	90.91±0.76	85.42±3.22

2.5　全株玉米青贮中乳酸片球菌及其与尿素混合添加对杜泊绵羊肌肉氨基酸含量的影响

由表 6 可知,混合组的肌肉赖氨酸、苯丙氨酸、缬氨酸、组氨酸和精氨酸含量显著高于益生菌组和对照组($P<0.05$)。

3　讨　论

3.1　全株玉米青贮中乳酸片球菌及其与尿素混合添加对杜泊绵羊生长性能的影响

益生菌产生的淀粉酶、蛋白酶、脂肪酶等能降解植物性碳水化合物和饲粮中的复杂物质,使碳水化合物更好地被肠道吸收利用,提高饲料转化率。另外,添加微生态制剂后,体内代谢能产生多种氨基酸,合成 B 族维生素、维生素 K 等有用代谢物,进一步被机体吸收。冯文晓等[18]研究表明,细菌、酶复合青贮制剂处理水稻秸秆有显著的改善作用,其对肉用绵羊的生长性能、屠宰性能及器官发育的饲喂效果均接近羊草。肖慎华等[19]在箭筈豌豆和苇状羊茅混合青贮发酵饲料中添加糖蜜+乳酸菌提高了青贮饲料的发酵品质,可确保青贮饲料长期保存。朱爱文等[20]研究报道,微生态制剂(乳酸菌、芽孢杆菌、乳酸菌和芽孢杆菌混合)均能显著提高湖羊的营养物质消化率和屠宰性能,改善羊肉品质,且乳酸菌和芽孢杆菌混合使用效

果更好。秦红等[21]在育肥猪饲粮中添加 0.1 g/kg 的乳酸片球菌后,平均日增重提高了 2.3%,料重比降低了 1.8%。杨华等[22]在基础饲粮中添加 500 和 1 000 mg/kg 的微生态制剂均能提高肉羊的生长性能、营养物质消化率和肉品质。杨燕宁[23]在羊基础饲粮中添加益生菌后,发现益生菌不仅能改善羊的胃肠道环境,同时还有助于维持机体内的菌群平衡,从而提高羊的生长性能。本研究发现,饲喂在全株玉米青贮中添加 0.1%植物乳酸片球菌与 0.5%尿素的全混合日粮能够显著提高育肥期杜波绵羊的平均日增重,这可能是由于乳酸片球菌进入肠道后改善动物肠道黏膜形态结构以及菌群结构,进而促进营养物质的消化吸收,促进其生长[24]。

表 6 全株玉米青贮中乳酸片球菌及其与尿素混合添加对杜泊绵羊肌肉氨基酸含量的影响(干物质基础)

Table 6 Effects of *Lactococcus lactococcus* and it mixed with urea added in whole corn silage on muscle amino acid contents of Dorper sheep (DM basis, $n=4$) %

项目 Items	对照组 Control group	益生菌组 Probiotic group	混合组 Mixed group
门冬氨酸 Asp	8.15±0.29	8.13±0.09	8.30±0.19
赖氨酸 Lye	6.62±0.26^{b}	6. 90±0.14^{b}	8.00±0.04^{a}
蛋氨酸 Met	1.36±0.09	1.36±0.02	1.48±0.01
苏氨酸 Thr	4.04±0.15	3.91±0.04	4.13±0.14
苯丙氨酸 Phe	3.20±0.03^{b}	3.18±0.05^{b}	3.60±0.11^{a}
亮氨酸 Leu	7.63±0.21	7.27±0.04	7.48±0.28
异亮氨酸 Ile	3.92±0.15	3.82±0.08	3.88±0.02
缬氨酸 Val	3.60±0.17^{b}	3.37±0.08^{b}	4.05±0.01^{a}
组氨酸 His	3.07±0.22^{b}	2.96±0.13^{b}	3.82±0.18^{a}
精氨酸 Arg	5.27±0.22^{b}	5.15±0.05^{b}	5.68±0.01^{a}
丝氨酸 Ser	3.54±0.13	3.51±0.02	3.69±0.13
谷氨酸 Glu	14.91±0.48	15.32±0.24	14.74±0.59
甘氨酸 Gly	4.21±0.25	4.15±0.04	4.04±0.22
丙氨酸 Ala	5.20±0.19	5.16±0.03	5.29±0.14
半胱氨酸 Cys	0.88±0.03	0.81±0.06	0.77±0.02
酪氨酸 Tyr	3.31±0.06	2.87±0.03	2.93±0.06
脯氨酸 Pro	3.21±0.16	2.79±0.12	3.42±0.15

3.2 全株玉米青贮中乳酸片球菌及其与尿素混合添加对杜泊绵羊屠宰性能的影响

屠宰性能反映了动物在不同生理阶段胴体重和产肉性能,是评价动物生产性能的重要指标之一,与养殖经济效益密切相关。屠宰性能与动物的产肉力、胴体品质密不可分,与动物生长性能密切相关。屠宰率、净肉率与眼肌面积直接反映动物的产肉性能,GR 值则是反映胴体脂肪含量的重要指标。祝艳华等[25]研究报道,羔羊饲粮添加不同剂量的中药-益生菌复合制剂能够提高羔羊的肝脏和脾脏相对重量,其中添加剂量为 0.15%和 0.25%的中药-益生菌复合制剂组对内脏器官相对重量的影响更为明显。本研究发现,饲喂在全株玉米青贮中添加 0.1%植物乳酸片球菌与 0.5%尿素的全混合日粮能够显著提高试验羊的宰前活重、胴体重、屠宰率、净肉率、肉骨比和 GR 值,这可能是由于植物乳酸片球菌能够降解植物性碳水化合物和饲粮中的复杂物质,使碳水化合物更好地被肠道吸收利用,并且利用尿素等非蛋白氮合成菌体蛋白,改善饲粮蛋白质品质,提高饲料转化率,进而提高试验羊生长性能[26]。

3.3 全株玉米青贮中乳酸片球菌及其与尿素混合添加对杜泊绵羊肌肉品质的影响

pH、初水分、失水率、肉色、大理石花纹、滴水损失均是衡量肉品理化性质的主要指标。肌肉 pH 可反映羊屠宰后肌糖元的酵解速度和强度,能够影响肉的食用品质。羊屠宰后的肌肉 pH 受育肥羊的生长速度和宰前应激等多种因素的影

响[27-28]。肉色是消费者观察和判断羊肉品质的重要感官指标[29],一般认为鲜肉的颜色应该是鲜红色或者亮粉色。肉色的亮度(L^*)值随着肉样的老化而增加,这与屠宰后肌肉中残留的线粒体呼吸与氧渗透到暴露的肌肉表面的深度有关[30]。剪切力是反映肌肉嫩度的重要指标,剪切力能在一定程度上反映出肌肉脂肪的含量,正常肉剪切力值与嫩度成反比关系[31]。本试验结果表明,植物乳酸片球菌对羊肉嫩度没有影响。熟肉率是衡量肌肉蛋白质在加热过程中变性凝固所失水分的重要指标。本试验中,与对照组相比,益生菌组和混合组的滴水损失和失水率显著降低,熟肉率显著上升,说明羊肉的保水性能加强。饲粮的营养水平对动物肌肉常规养分有着重要的影响,羊肉中粗蛋白质、粗脂肪以及氨基酸的组成和含量直接决定羊肉的营养价值。在本研究中,饲喂在全株玉米青贮中添加 0.1%植物乳酸片球菌与 0.5%尿素的全混合日粮能够提高肌肉粗脂肪和部分氨基酸的含量,进而提高羊肉品质。

4　结　论

饲喂在全株玉米青贮中单一添加乳酸片球菌的全混合日粮并不能改变杜泊绵羊的生长性能,饲喂在全株玉米青贮中混合添加乳酸片球菌与尿素的全混合日粮能够提高杜泊绵羊的平均日增重,降低料重比,提高胴体重和屠宰率等,增加肌肉中粗脂肪和部分氨基酸含量,改善羊肉品质。

参考文献:

[1] 张增欣,邵涛.青贮添加剂研究进展[J].草业科学,2006,23(9) 56-63.

[2] YITBAREK M B,TAMIR B.Silage additives:review[J].Open Journal of Applied Sciences,2014,4(5):258-274.

[3] YUNUS M,OHBA N,SHIMOJO M,et al.Effects of adding urea and molasses on napiergrass silage quality[J].Asian-Australasian Journal of Animal Sciences,2000,13(11):1542-1547.

[4] 傅彤.微生物接种剂对玉米青贮饲料发酵进程及其品质的影响[D].硕士毕业论文.北京:中国农业科学院,2005.

[5] WAJDA S,ŚMIECINSKA K,JANKOWSKI J,et al.The efficacy of lactic acid bacteria *Pediococcus acidilactici*,lactose and formic acid as dietary supplements for turkeys[J].Polish Journal of Veterinary Sciences,2010,13(1):45-51.

[6] QUARANTELLI A,RIGHI F,AGAZZI A,et al.Effects of the administration of *Pediococcus acidilactici* to laying hens on productive performance[J].Veterinary Research Communications,2008,32(Suppl 1):359-361.

[7] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.GB 5009.9—2016 食品安全国家标准 食品中淀粉的测定[S].北京:中国标准出版社,2017.

[8] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.GB/T 14772—2008 食品中粗脂肪的测定[S].北京:中国标准出版社,2009.

[9] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.GB/T 9695.18—2008 肉与肉制品 总灰分测定[S].北京:中国标准出版社,2009.

[10] 国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.GB 5009.124—2016 食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定[S].北京:中国标准出版社,2017.

[11] 国家市场监督管理总局,国家标准化管理委员会.GB/T 6432—2018 饲料中粗蛋白的测定 凯氏定氮法[S].北京:中国标准出版社,2018.

[12] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.GB/T 6435—2014 饲料中水分的测定[S].北京:中国标准出版社,2015.

[13] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.GB/T 6438—2007 饲料中粗灰分的测定[S].北京:中国标准出版社,2007.

[14] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.GB/T 20806—2006 饲料中中性洗涤纤维(NDF)的测定[S].北京:中国标准出版社,2007.

[15] 中华人民共和国农业部.NY/T 1459—2007 饲料中酸性洗涤纤维的测定[S].北京:农业出版社,2008.

[16] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.GB/T 6436—2002 饲料中钙的测定[S].北京:中国标准出版社,2002.

[17] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.GB/T 6437—2002 饲料中总磷的测定 分光光度法[S].北京:中国标准出版社,2002.

[18] 冯文晓,陈国顺,陶莲,等.不同生物处理水稻秸秆对肉用绵羊生长性能、屠宰性能及器官发育的影响[J].动物营养学报,2017,29(4):1392-1400.

[19] 肖慎华,原现军,董志浩,等.添加乳酸菌制剂和糖蜜

对箭筈豌豆和苇状羊茅混合青贮发酵品质的影响[J].南京农业大学学报,2016,39(6):1017-1022.
[20] 朱爱文,殷洁鑫,穆立然,等.微生态制剂对湖羊营养物质消化率、屠宰性能和肉质性状的影响[J].安徽农学通报,2017,23(20):79-81.
[21] 秦红,赵燕,车向荣.乳酸片球菌对肥育猪生长性能及肠道抗氧化能力、形态结构和菌群的影响[J].动物营养学报,2017,29(8):2953-2960.
[22] 杨华,张韩杰,吴信明,等.微生态制剂对肉羊生长性能和免疫功能的影响[J].家畜生态学报,2015,36(10):27-32.
[23] 杨燕宁.饲草中添加益生菌喂养羊的效果分析[J].南方农业,2018,12(11):147-148.
[24] WANG A N,CAI C J,ZENG X F,et al.Dietary supplementation with *Lactobacillus fermentum* I5007 improves the anti-oxidative activity of weanling piglets challenged with diquat[J].Journal of Applied Microbiology,2013,114(6):1582-1591.
[25] 祝艳华,陈颢,车清明,等.中药-益生菌复合制剂对羔羊生长性能及脏器系数的影响[J].中国草食动物科学,2018,38(5):68-69.
[26] 靳涌涛,曲河,陈继军,等.我国益生菌的研究及在动物中的应用现状[J].畜牧兽医科技信息,2008(1):8-9.
[27] APPLE J K,DIKEMAN M E,MINTON J E,et al.Effects of restraint and isolation stress and epidural blockade on endocrine and blood metabolite status,muscle glycogen metabolism,and incidence of dark-cutting longissimus muscle of sheep[J].Journal of Animal Science,1995,73(8):2295-2307.
[28] CASSENS RG,FAUSTMAN C J,MENEZ-COLMENERO F.Modern developments in research on color of meat[M]//KROL B,VAN ROON P,HOUBEN J.Trends in modern meat technology.Wageningen:The Netherlands,1988.
[29] PRIOLO A,MICOL D,AGABRIEL J,et al.Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality[J].Meat Science,2002,62(2):179-185.
[30] MCKENNA D R,MIES P D,BAIRD B E,et al.Biochemical and physical factors affecting discoloration characteristics of 19 bovine muscles[J].Meat Science,2005,70(4):665-682.
[31] 马铁伟,王强,王锋,等.营养水平对湖羊生长性能、血清生化指标、屠宰性能和肉品质的影响[J].南京农业大学学报,2016,39(6):1003-1009.

Effects of *Lactococcus lactococcus* and It Mixed with Urea Added in Whole Corn Silage on Growth Performance, Slaughter Performance and Meat Quality of Dorper Sheep

CHENG Guangmin[1] CHEN Fengmei[1*] ZHANG Yongcui[1] LIU Gongyan[2] WANG Jianmin[3] LIU Jiansheng[1] XU Xiangting[1**]

(1. *Shandong Vocational Animal Science and Veterinary College*, *Weifang* 261061, *China*; 2. *Animal Husbandry and Veterinary Institute*, *Shandong Academy of Agricultural Sciences*, *Jinan* 251000, *China*; 3. *Shandong Agricultural University*, *Taian* 271018, *China*)

Abstract: This experiment was conducted to study the effects of *Lactococcus lactococcus* and it mixed with urea added in whole corn silage on the growth performance, slaughter performance and meat quality of Dorper sheep, to provide scientific basis for better utilization of whole corn silage and meat quality improvement in fattening sheep. Sixty healthy 2-month-old weaned male Dorper sheep with similar body weight [(23.0±1.5) kg] were selected and randomly divided into 3 groups with 4 replicates per group and 5 sheep per replicate. Sheep were fed no additives whole corn silage (control group), single addition of 0.1% *Lactococcus lactococcus* of whole corn fresh weight (probiotics group) and 0.1% *Lactococcus lactococcus* mixed with 0.5%

* Contributed equally

** Corresponding author, professor, E-mail: sdmyxyxxt@126.com

urea mixture of whole corn fresh weight (mixed group) formulated total mixed rations, respectively. The pre-experimental period lasted for 10 days, and the experimental period lasted for 90 days. The results showed as follows: 1) the final body weight and average daily gain of mixed group were significantly higher than those of probiotics group and control group ($P<0.05$), and the feed to gain ratio of mixed group and probiotics group was significantly lower than that of the control group ($P<0.05$). 2) The carcass weight, dressing percentage, net meat ratio, meat to bone and GR value of mixed group were significantly higher than those of the control group ($P<0.05$), and the pre-slaughter weight of mixed group was significantly higher than that of probiotics group and control group ($P<0.05$). 3) The muscle $pH_{24\ h}$ of probiotics group was significantly lower than that of the control group ($P<0.05$); the drop loss and water loss ratio in muscle of mixed group and probiotics group were significantly lower than those of the control group ($P<0.05$), and the cooked meat ratio was significantly higher than that of the control group ($P<0.05$). 4) The muscle ether extract content of mixed group and probiotics group was significantly higher than that of the control group ($P<0.05$), and the contents of lysine, phenylalanine, valine, histidine and arginine in muscle of mixed group were significantly higher than those of probiotics group and control group ($P<0.05$). In conclusion, feeding the single addition of *Lactococcus lactococcus* in whole corn silage total mixed ration cannot change the growth performance of Dorper sheep, feeding the addition of *Lactococcus lactococcus* mixed with urea in whole corn silage total mixed ration can improve the growth performance, decrease the feed to gain ratio, improve the carcass weight and dressing percentage et al, and it can increase the contents of ether extract and some amino acids in muscle, improve the meat quality of sheep. [***Chinese Journal of Animal Nutrition***, **2019**, **31**(**11**):**5283-5291**]

Key words: *Lactococcus lactococcus*; urea; whole corn silage; Dorper sheep; growth performance; slaughter performance; muscle quality

(责任编辑　武海龙)