



不同尾型绵羊生产性能、屠宰性能、肉品质和脂肪酸组成的比较

曹忻^{1,2}, 张丽¹, 张文涛¹, 金鑫¹, 赵名扬¹, 张福梅²,
何林波¹, 陈少杰¹, 陆会宁¹, 杨具田¹, 徐红伟², 臧荣鑫¹

(1.西北民族大学 生命科学与工程学院, 兰州 730030; 2.西北民族大学 实验教学部, 兰州 730030)

摘要 为了研究不同尾型绵羊生产性能、屠宰性能、肉品质和脂肪酸组成的差异,选择相同饲养管理水平下8月龄兰州大尾羊(Lanzhou fat-tailed sheep)、小尾寒羊(Small-tailed han sheep)、藏羊(Tibetan sheep)的羯羊各6只,测定生产性能后进行屠宰试验,检测尾部脂肪的脂肪酸组成,并将生产性能与屠宰性能指标进行相关性分析。结果表明:兰州大尾羊的体长、体高和尾型相关指标极显著高于小尾寒羊和藏羊,兰州大尾羊和藏羊的胸围、胸深、胸宽、尻宽显著高于小尾寒羊;兰州大尾羊的宰前活质量和胴体质量显著高于藏羊,极显著高于小尾寒羊;兰州大尾羊和藏羊的屠宰率比小尾寒羊分别极显著高出15.50%和15.62%,净肉质量和骨质量显著高于小尾寒羊;小尾寒羊肉的剪切力为(0.30±0.12) kg·f,极显著低于兰州大尾羊和藏羊。3种羊尾部脂肪中共检测到36种脂肪酸,小尾寒羊的饱和脂肪酸相对质量分数极显著高于兰州大尾羊和藏羊,不饱和脂肪酸相对质量分数极显著低于兰州大尾羊和藏羊。兰州大尾羊的体高与宰前活质量、眼肌面积呈极显著正相关,胸深与宰前活质量、胴体质量、净肉质量和眼肌面积呈显著正相关。3个品种羊宰前活质量与胴体质量、净肉质量等产肉力指标呈显著正相关。表明在相同舍饲营养水平下,3个品种羊生产和屠宰性能综合表现为:兰州大尾羊>藏羊>小尾寒羊,藏羊的肉质表现出失水率低、肉色深、剪切力大、熟肉率高等特点,兰州大尾羊的尾部脂肪营养价值最高。

关键词 不同尾型绵羊;生产性能;屠宰性能;肉品质;脂肪酸;相关性

中图分类号 S826

文献标志码 A

文章编号 1004-1389(2020)01-0001-10

中国绵羊品种按照尾脂沉积能力可以分为长脂尾型绵羊、短脂尾型绵羊、瘦短尾羊等^[1]。其中兰州大尾羊属于长脂尾型绵羊,尾部脂肪占胴体质量的11.46%,生长快,早熟,产肉力高,但在1999年被国家列为濒危物种,其数量的急剧减少使优良生产性状不能充分利用。小尾寒羊为短脂尾型绵羊,而藏羊为瘦短尾羊,脂肪沉积以内脏脂肪为主。生产性能、屠宰性能和肉品质一直是衡量畜禽品种好坏的重要指标,也是选种、选配的主要参考依据,更是组织生产和进行管理的经济目标。各种家畜的生产性能、屠宰性能和肉品质都有其规律性,三者间也有紧密的相关性,更加受不同品种、性别、生长发育阶段、不同饲养管理水平

等因素的影响。生物的发育存在自身的系统发育和个体差异的独特性,生长发育的研究中共性也有特殊性,针对不同尾型绵羊脂肪沉积差异,本研究选择相同环境和饲喂条件下的兰州大尾羊(Lanzhou fat-tailed sheep)、小尾寒羊(Small-tailed han sheep)、藏羊(Tibetan sheep)进行屠宰试验,从生产性能、屠宰性能、肉品质和脂肪酸组成首次较全面地比较3种尾型绵羊的体格发育状况和肉品质差异,为进一步研究其脂肪沉积量差异及相关性、生产性能与屠宰性能的相关性、绵羊育肥、提高生产效益等提供理论指导,也可利用这些规律高效地发挥每个羊品种的经济效能,在生产实践中结合3个品种的生长发育特点,充分

收稿日期:2019-07-19 修回日期:2019-10-16

基金项目:国家自然科学基金(31760649, 31360529);兰州市科技局项目(2019-1-42);中央高校专项基金(31920180004, 31920190202-1)。

第一作者:曹忻,女,副教授,研究方向为动物遗传育种与繁殖。E-mail:caoxin-juliet@163.com

通信作者:徐红伟,男,讲师,研究方向为动物种质资源。E-mail:xuhongwei@xbmu.edu.cn

臧荣鑫,男,教授,研究方向为动物种质资源。E-mail:rxzang2000@163.com

发挥良种优势。

1 材料与方 法

1.1 动物饲养管理

试验羊只来自于甘肃省临夏回族自治州永靖县瑞霖科技养殖有限公司,海拔高度约 1 900 m。分栏舍饲养,健康状况良好、无生理机能紊乱和遗传缺陷的小尾寒羊、兰州大尾羊、藏羊,均为羯羊,平均为 6 月龄,平均体质量约 20 kg,饲养至 8 月龄。舍内设自动饮水处,圈外设有活动场所,定期使用 $\phi=0.5\%$ 强力消毒灵喷洒羊体、羊圈,使用

石灰粉对通道和隔离带进行消毒,人员和车辆出入实行强制消毒,羊只定期进行免疫注射(口蹄疫、三联四防疫苗)。

饲养条件良好,精料补充料每天分 2 次定时饲喂(7:30 和 17:30),粗饲料为青贮饲料,每天分 3 次定时饲喂(7:00、12:00、17:00),全天自由采食,参照羔羊育肥饲养标准中 7—8 月龄的生长发育需要,设计营养配方,原料经该养殖场大型颗粒饲料机械搅拌混匀后饲喂,精料补充料及营养水平见表 1。

表 1 精料补充料及营养水平

Table 1 Concentrate supplement and nutrition level

项目 Item	指标 Parameter	数值 Value
原料/% Raw material	玉米 Corn	71.00
	菜籽渣 Rapeseed meal	5.00
	豆粕 Soybean meal	14.00
	麸皮 Wheat bran	5.00
	预混料 Premix feeds	5.00
	合计 Total	100
营养水平 Nutritional level	消化能/(MJ/kg) Digestive energy	3.13
	粗蛋白质/% Crude protein	14.06
	钙/% Calcium	0.09
	总磷/% Total phosphorus	0.37

注:每千克预混料中,水分 7.27%~8.36%,铁 3 840 mg/kg,铜 600 mg/kg,锌 1 500 mg/kg,锰 4 000 mg/kg,硒 50 mg/kg,维生素 A 150 万 IU/kg,维生素 D 300 万 IU/kg,维生素 E 6 000 IU/kg。

Note:Per kilogram of premix,water 7.27%—8.36%,iron 3 840 mg/kg,copper 600 mg/kg,zinc 1 500 mg/kg,manganese 4 000 mg/kg,selenium 50 mg/kg,vitamin A 1.5 million IU/kg, vitamin D 3 million IU/kg,vitamin E 6 000 IU/kg.

1.2 指标检测

正常饲喂结束后,选择上述 3 种羊各 6 只屠宰,宰前 24 h 停止饲喂,12 h 停止饮水。参照赵有璋《羊生产学》方法测定羊的生产性能、屠宰性能、肉质^[1]。

生产性能指标:体质量、体高、体长、胸围、管围、尻宽。

屠宰性能指标:屠宰率、胴体质量、净肉质量、骨质量、眼肌面积、GR 值、尾脂质量^[2]。

肉质指标:肉色、pH_{45 min}、pH_{24 h}、失水率、熟肉率、嫩度。

脂肪酸测定:采用气相色谱仪检测尾部脂肪中脂肪酸的组成,根据脂肪酸甲酯标准品的相对保留时间鉴定脂肪酸种类,利用峰面积归一化法确定各脂肪酸的相对质量分数。

1.3 数据处理

试验数据经 Excel 2016 整理后,用 SPSS 22.0 统计软件进行单因素方差分析(one-way ANOVA)和双变量相关性分析,Duncan's 法进行多重比较,以 $P<0.05$ 为差异显著, $P<0.01$ 为差异极显著。试验结果用“平均值±标准差”表示。

2 结果与分析

2.1 3 种不同尾型绵羊生产性能指标比较

由表 2 可知,兰州大尾羊的体长为(79.50±1.56)cm,极显著高于小尾寒羊和藏羊($P<0.01$),体高为(72.25±2.77)cm,极显著高于藏羊($P<0.01$),显著高于小尾寒羊($P<0.05$)。兰州大尾羊的胸围、胸深和尻宽与藏羊差异不显著,但胸围和尻宽比小尾寒羊极显著高 13.67 cm 和 5 cm($P<0.01$),胸深比小尾寒羊显著高 3.17 cm

($P < 0.05$)。藏羊的胸宽显著高于小尾寒羊($P < 0.05$),管围在 3 种不同尾型绵羊间差异不显著。尾长、尾宽和尾周长为:兰州大尾羊 > 小尾寒羊 >

藏羊,且组间差异极显著($P < 0.01$),兰州大尾羊的尾厚极显著高于小尾寒羊和藏羊($P < 0.01$)。

表 2 3 种不同尾型绵羊品种的生产性能

Table 2 Production performance in sheep with three different tail types

cm

项目 Item	STHS	LFTS	TS
体长 Body length	70.17±1.57 B	79.50±1.56 A	68.17±1.33 B
体高 Body height	65.17±0.40 ABb	72.25±2.77 Aa	64.42±1.02 Bb
胸围 Chest girth	74.83±2.64 B	88.50±2.58 A	88.83±2.04 A
胸宽 Chest width	19.67±0.72 b	22.20±1.26 ab	23.83±1.20 a
胸深 Chest depth	27.50±0.50 b	30.67±1.67 a	30.00±0.49 ab
管围 Cannon circumference	7.83±0.17	8.42±0.38	7.92±0.15
尻宽 Rump width	18.92±0.46 Bb	23.92±1.21 Aa	22.67±1.36 ABa
尾长 Tail length	21.60±2.34 B	33.02±1.91 A	15.15±1.06 C
尾宽 Tail wide	14.94±1.55 B	27.98±1.65 A	2.84±0.29 C
尾厚 Tail thickness	2.12±0.24 B	3.30±0.34 A	2.01±0.31 B
尾周长 Tail perimeter	57.81±6.12 B	129.16±7.78 A	35.01±1.92 C

注:LFTS.兰州大尾羊;STHS.小尾寒羊;TS.藏羊。同行不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$),不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。表 3、4、5 同。

Note:LFTS.Lanzhou fat-tailed sheep;STHS.Small-tailed han sheep;TS.Tibetan sheep.In the same row,values with different capital letter superscripts mean extremely significant difference($P < 0.01$),values with different small letter superscripts mean significant difference($P < 0.05$).The same as table 3,4,5.

2.2 3 种不同尾型绵羊屠宰性能比较

3 种不同尾型绵羊屠宰性能分析结果见表 3,兰州大尾羊的宰前活质量极显著高于小尾寒羊($P < 0.01$),显著高于藏羊($P < 0.05$)。胴体质量与骨质量:兰州大尾羊 > 藏羊 > 小尾寒羊,三者之间差异显著($P < 0.01, P < 0.05$)。兰州大尾羊和藏羊的屠宰率分别为 $(51.63 \pm 2.95)\%$ 和 $(51.68$

$\pm 0.65)\%$,极显著高于小尾寒羊($P < 0.01$),净肉质量也极显著高于小尾寒羊($P < 0.01$)。藏羊的眼肌面积和 GR 值最大,其次为兰州大尾羊和小尾寒羊,但三者之间差异不显著。兰州大尾羊的尾脂质量比小尾寒羊极显著高出 1.66 kg ($P < 0.01$)。

表 3 3 种不同尾型绵羊品种的屠宰性能

Table 3 Slaughter performance in sheep with three different tail types

项目 Item	STHS	LFTS	TS
宰前活质量/kg Live mass	28.27±0.83 Bb	41.88±3.08 Aa	33.70±1.13 ABb
胴体质量/kg Carcass mass	12.63±0.45 Bc	20.17±1.85 Aa	17.41±0.62 Ab
屠宰率/% Dressing percent	44.70±0.77 B	51.63±2.95 A	51.68±0.65 A
净肉质量/kg Meat mass	6.83±0.37 B	11.20±0.46 A	11.58±0.71 A
骨质量/kg Bone mass	4.03±0.22 Bc	6.78±0.52 Aa	5.28±0.19 Bb
眼肌面积/cm ² Rib eye area	10.47±1.17	11.11±2.04	14.44±0.54
GR 值/mm GR value	6.20±0.81	8.12±1.45	8.22±0.56
尾脂质量/kg Tail fat mass	0.49±0.06 B	2.15±0.16 A	0 C

2.3 3 种不同尾型绵羊肉品质分析

如表 4 所示,3 种不同尾型绵羊在屠宰后 45 min 时,小尾寒羊、兰州大尾羊和藏羊肉 pH 分别是 6.76 ± 0.12 、 6.68 ± 0.11 和 6.54 ± 0.10 。在屠宰后 24 h 时,小尾寒羊、兰州大尾羊和藏羊肉 pH 分别是 5.79 ± 0.04 、 5.96 ± 0.05 和 5.79 ± 0.09 ,各

组间差异不显著。小尾寒羊肉失水率为 $(6.18 \pm 0.56)\%$,高于兰州大尾羊(5.98 ± 0.76)% 和藏羊(5.71 ± 0.49)%,但差异不显著。3 种羊熟肉率和剪切力为:藏羊 > 兰州大尾羊 > 小尾寒羊,且藏羊和兰州大尾羊的剪切力极显著高于小尾寒羊($P < 0.01$)。

表 4 3 种不同尾型绵羊品种的肉品质

Table 4 Meat quality in sheep with three different tail types

项目 Item		STHS	LFTS	TS	
pH _{45 min}		6.76±0.12	6.68±0.11	6.54±0.10	
pH _{24 h}		5.79±0.04	5.96±0.05	5.79±0.09	
失水率/%	Water loss rate	6.18±0.56	5.98±0.76	5.71±0.49	
熟肉率/%	Cooked meat rate	57.32±4.07	61.67±2.69	65.74±4.00	
剪切力/(kg·f)	Tenderness	0.30±0.12 B	0.39±0.16 A	0.41±0.21 A	
0 h 肉色	0 h meat color	L	28.85±0.47	29.80±2.84	28.93±1.14
		A	17.92±3.35	21.13±1.37	15.93±1.10
		B	7.30±1.26	9.32±0.86	7.38±1.49
24 h 肉色	24 h meat color	L	36.13±1.36	34.60±0.61	33.70±1.05
		a	23.13±1.36	23.68±2.26	22.85±1.79
		b	14.92±1.88	12.15±0.65	12.53±0.31

2.4 3 种不同尾型绵羊尾部脂肪酸组成比较

如表 5 所示,3 种不同尾型绵羊中,小尾寒羊的饱和脂肪酸(SFA)相对质量分数为(49.106±1.477),极显著高于兰州大尾羊和藏羊($P < 0.01$),但不饱和脂肪酸(UFA)相对质量分数极显著低于兰州大尾羊和藏羊($P < 0.01$),其中单不饱和脂肪酸(MUFA)相对质量分数与其他两种羊差异极显著($P < 0.01$)。SFA:UFA 在小尾寒羊中最高,且极显著高于其他两种羊($P < 0.01$),兰州大尾羊的多不饱和脂肪酸(PUFA):SFA 为 0.120±0.023,显著高于小尾寒羊和藏羊($P < 0.05$)。3 种不同尾型绵羊品种中共检测到 36 种脂肪酸,其中饱和脂肪酸有 16 种,主要以 C16:0、C18:0 和 C15:0 的比例较高,小尾寒羊中 C16:0 和 C18:0 的比例极显著高于兰州大尾羊($P < 0.01$)。单不饱和脂肪酸有 9 种,其中油酸(C18:1n9t、C18:1n9c)和棕榈烯酸(C16:1)的相对质量分数较高,棕榈烯酸在兰州大尾羊中的相对质量分数显著高于小尾寒羊($P < 0.05$)。多不饱和脂肪酸有 11 种,兰州大尾羊亚油酸(C18:2n6t 和 C18:2n6c)的相对质量分数显著高于藏羊($P < 0.05$)。

2.5 小尾寒羊生产性能与屠宰性能相关性分析

由表 6 可知,小尾寒羊体尺指标间相关性表现为:体长和管围呈显著负相关($P < 0.05$),体高和胸宽呈极显著正相关($P < 0.01$),相关系数为 0.968。生产性能与产肉力间相关性表现为:胸围与宰前活质量存在显著正相关($P < 0.05$),相关系数为 0.812。屠宰性能间相关性表现为:宰前活质量与胴体质量呈显著正相关($P < 0.05$),屠宰率与眼肌面积的相关系数为 0.909($P < 0.05$)。

2.6 兰州大尾羊生产性能与屠宰性能相关性分析

由表 7 可知,兰州大尾羊体尺指标间没有表

表 5 3 种不同尾型绵羊品种尾部脂肪的脂肪酸含量

Table 5 Content of fatty acids in sheep with three different tail types %

项目 Item	STHS	LFTS	TS
C4:0	0.002±0.001 A	0.000±0.000 B	0.000±0.000 B
C6:0	0.019±0.003 Aa	0.009±0.004 Bb	0.000±0.000 Bc
C8:0	0.047±0.005	0.085±0.076	0.024±0.004
C10:0	0.186±0.054	0.710±0.537	0.285±0.069
C11:0	0.012±0.003 b	0.226±0.167 a	0.053±0.016 ab
C12:0	0.120±0.016 b	0.684±0.405 a	0.310±0.085 ab
C13:0	0.004±0.000 b	0.653±0.408 a	0.229±0.033 ab
C14:0	3.564±0.290	4.748±1.336	4.241±0.386
C15:0	0.749±0.039 b	1.484±0.477 a	0.969±0.136 ab
C16:0	23.755±0.535 A	19.848±0.614 B	23.325±1.318 A
C17:0	1.800±0.070	2.268±0.357	2.384±0.692
C18:0	17.729±0.589 Aa	10.628±2.926 Bb	11.719±1.898 ABb
C20:0	0.320±0.110	0.278±0.119	0.166±0.018
C21:0	0.786±0.065	1.317±0.719	0.660±0.107
C22:0	0.011±0.002 b	0.123±0.093 a	0.089±0.007 ab
C24:0	0.001±0.001	0.015±0.004	0.000±0.000
C14:1	0.420±0.025 b	1.415±0.619 a	0.736±0.039 ab
C15:1	0.172±0.055	0.746±0.338	0.423±0.022
C16:1	3.195±0.040 b	4.013±1.016 a	3.922±0.373 ab
C17:1	1.302±0.122	1.894±0.795	1.869±0.313
C18:1n9t	1.686±0.313	1.522±0.538	1.315±0.504
C18:1n9c	39.424±0.912	41.714±3.767	42.847±1.211
C20:1	0.242±0.014	0.290±0.186	0.313±0.027
C22:1n9	0.039±0.012	0.030±0.004	0.039±0.005
C24:1	0.023±0.003	0.136±0.009	0.015±0.005
C18:2n6t	1.190±0.074 ab	1.318±0.213 a	0.987±0.159 b
C18:2n6c	2.136±0.097 ab	2.640±0.445 a	1.912±0.032 b
C20:2	0.119±0.011	0.223±0.158	0.107±0.038
C22:2	0.010±0.002	0.022±0.016	0.035±0.004
C18:3n6	0.181±0.049	0.135±0.075	0.105±0.030
C18:3n3	0.592±0.053	0.443±0.181	0.515±0.064
C20:3n6	0.025±0.003	0.040±0.035	0.019±0.004
C20:3n3	0.040±0.011 a	0.027±0.016 ab	0.012±0.007 b
C20:4n6	0.015±0.003 B	0.107±0.030 A	0.092±0.005 A
C20:5n3	0.012±0.001	0.034±0.031	0.024±0.002
C22:6n3	0.001±0.000 b	0.174±0.137 ab	0.261±0.150 a
SFA	49.106±1.477 A	43.078±0.560 B	44.454±1.123 B
UFA	50.824±1.380 B	56.923±0.561 A	55.546±1.123 A
MUFA	46.502±1.280 B	51.760±1.264 A	51.479±1.394 A
PUFA	4.322±0.190	5.163±0.998	4.068±0.272
SFA:UFA	0.967±0.056 A	0.757±0.017 B	0.801±0.037 B
PUFA:SFA	0.088±0.006 b	0.120±0.023 a	0.091±0.004 b
MUFA:PUFA	10.770±0.413	10.335±2.418	12.707±1.147

现出显著相关性,生产性能与产肉力间相关性表现为:体高与宰前活质量、眼肌面积间均存在极显著正相关($P < 0.01$),相关系数分别为 0.931 和 0.949;胸宽与净肉质量的相关系数为 0.851($P < 0.05$);胸深与宰前活质量、胴体质量、净肉质量和眼肌面积均呈显著正相关($P < 0.05$),相关系数依

次为 0.877、0.842、0.905 和 0.820。屠宰性能间相关性表现为:宰前活质量与胴体质量、净肉质量、眼肌面积均存在显著正相关($P < 0.05$),与骨质量的相关系数为 0.928($P < 0.01$);胴体质量与净肉质量呈极显著正相关($P < 0.01$),与骨质量的相关系数为 0.856($P < 0.05$)。

表 6 小尾寒羊生产性能与屠宰性能的相关性

Table 6 Correlation analysis between production performance and slaughter performance of small-tailed han sheep

项目 Item	体长 Body length	体高 Body height	胸围 Chest girth	胸宽 Chest width	胸深 Chest depth	管围 Cannon circumference	宰前活质量 Live mass	胴体质量 Carcass mass	屠宰率 Dressing percent	净肉质量 Meat mass	骨质量 Bone mass	眼肌面积 Rib eye area
体高 Body height	-0.377	1										
胸围 Chest girth	0.073	-0.498	1									
胸宽 Chest width	-0.403	0.968**	-0.271	1								
胸深 Chest depth	-0.063	0.083	0.164	0.093	1							
管围 Cannon circumference	-0.865*	0.083	0.291	0.187	0.200	1						
宰前活质量 Live mass	0.129	-0.299	0.812*	-0.134	0.670	0.162	1					
胴体质量 Carcass mass	-0.162	-0.489	0.801	-0.343	0.597	0.463	0.887*	1				
屠宰率 Dressing percent	-0.580	-0.520	0.273	-0.498	0.087	0.704	0.126	0.569	1			
净肉质量 Meat mass	-0.266	-0.585	0.613	-0.495	0.106	0.334	0.522	0.760	0.713	1		
骨质量 Bone mass	0.007	0.334	0.371	0.512	-0.371	0.124	0.046	-0.158	-0.427	-0.310	1	
眼肌面积 Rib eye area	-0.456	-0.477	0.016	-0.542	0.283	0.486	0.085	0.492	0.909*	0.630	-0.759	1
GR 值 GR value	-0.154	-0.164	0.271	-0.100	0.532	0.554	0.332	0.438	0.340	-0.115	0.032	0.270

注: ** 表示极显著相关($P < 0.01$), * 表示显著相关($P < 0.05$), 下同。

Note: ** means extremely significant difference($P > 0.05$), * means significant difference($P > 0.05$), the same below.

表 7 兰州大尾羊生产性能与屠宰性能的相关性

Table 7 Correlation analysis between production performance and slaughter performance of Lanzhou Fat-tailed sheep

项目 Item	体长 Body length	体高 Body height	胸围 Chest girth	胸宽 Chest width	胸深 Chest depth	管围 Cannon circumference	宰前活质量 Live mass	胴体质量 Carcass mass	屠宰率 Dressing percent	净肉质量 Meat mass	骨质量 Bone mass	眼肌面积 Rib eye area	GR 值 GR value
体长 Body length	1												
体高 Body height	0.764	1											
胸围 Chest girth	0.111	0.421	1										
胸宽 Chest width	-0.247	0.408	0.343	1									
胸深 Chest depth	0.396	0.762	0.326	0.609	1								
管围 Cannon circumference	0.611	0.567	0.647	-0.053	0.578	1							
宰前活质量 Live mass	0.498	0.931**	0.531	0.650	0.877*	0.526	1						
胴体质量 Carcass mass	0.009	0.559	0.611	0.740	0.842*	0.473	0.814*	1					
屠宰率 Dressing percent	-0.472	-0.105	-0.349	0.646	-0.020	-0.732	0.008	0.001	1				
净肉质量 Meat mass	0.014	0.581	0.366	0.851*	0.905*	0.309	0.819*	0.936**	0.262	1			
骨质量 Bone mass	0.309	0.803	0.787	0.665	0.730	0.546	0.928**	0.856*	-0.058	0.758	1		
眼肌面积 Rib eye area	0.788	0.949**	0.286	0.378	0.820*	0.611	0.859*	0.497	-0.081	0.585	0.668	1	
GR 值 GR value	-0.681	-0.506	0.072	0.348	-0.269	-0.313	-0.367	-0.094	0.529	-0.019	-0.209	-0.396	1

2.7 藏羊生产性能与屠宰性能相关性分析

由表 8 可知,藏羊体尺指标间相关性表现为:胸围和管围呈极显著正相关($P < 0.01$),相关系数为 0.948;生产性能与产肉力间没有表现出显著相关性;屠宰性能间相关性表现为:宰前活质

量与胴体质量相关性极显著($P < 0.01$),相关系数为 0.939,与净肉质量相关性显著($P < 0.05$),相关系数为 0.824;胴体质量与净肉质量、眼肌面积呈显著正相关($P < 0.05$),相关系数分别为 0.818 和 0.867。

表 8 藏羊生产性能与屠宰性能的相关性

Table 8 Correlation analysis between production performance and slaughter performance of Tibetan sheep

项目 Item	体长 Body length	体高 Body height	胸围 Chest girth	胸宽 Chest width	胸深 Chest depth	管围 Cannon circum- ference	宰前 活质量 Live mass	胴体质量 Carcass mass	屠宰率 Dressing percent	净肉质量 Meat mass	骨质量 Bone mass	眼肌 面积 Rib eye area	GR 值 GR value
体长 Body length	1												
体高 Body height	0.027	1											
胸围 Chest girth	0.113	-0.178	1										
胸宽 Chest width	0.088	-0.317	0.162	1									
胸深 Chest depth	-0.480	0.027	0.170	0.394	1								
管围 Cannon circumference	-0.150	-0.168	0.948**	0.166	0.180	1							
宰前活质量 Live mass	0.505	0.568	0.265	0.025	0.318	0.038	1						
胴体质量 Carcass mass	0.221	0.660	0.115	0.077	0.545	-0.042	0.939**	1					
屠宰率 Dressing percent	-0.753	0.329	-0.451	0.126	0.675	-0.282	-0.068	0.280	1				
净肉质量 Meat mass	0.488	0.521	0.136	0.489	0.310	-0.013	0.824*	0.818*	0.061	1			
骨质量 Bone mass	0.326	-0.675	-0.027	0.199	0.200	-0.233	0.073	-0.026	-0.250	-0.072	1		
眼肌面积 Rib eye area	0.328	0.810	-0.309	-0.108	0.199	-0.451	0.808	0.867*	0.278	0.743	-0.139	1	
GR 值 GR value	0.613	0.061	0.061	0.776	0.123	-0.086	0.488	0.423	-0.142	0.839*	0.197	0.389	1

3 讨论

家畜的生产性能指标反映家畜的体格大小、躯体结构以及生长发育状况^[3]。并受到遗传、环境、营养和饲养管理等多方面因素协同作用,其中品种是遗传因素的显著体现。本研究中兰州大尾羊的体长、体高以及尾型相关指标高于小尾寒羊和藏羊,这与兰州大尾羊的品种特性有关,兰州大尾羊属于肉脂兼用型地方绵羊品种,体格大、早期生长发育快,成年公羊体质量可达到 57.89 kg^[4]。藏羊生活环境多处于高海拔地区,具有耐干旱、耐粗饲、耐高寒,体格大等特点,从本研究的胸深、胸宽、胸围测量数据中就可看出其品种特性。包鹏甲等^[5]在研究放牧藏羊体质量指标中,选用的成年藏羊母羊体质量为 23.25~28.13 kg,远远小于本研究羊只的宰前活质量,这与放牧和舍饲的饲养管理方式不同有关,也与公母羊性别差异有关。体质量是衡量家畜生产性能与经济效益的一个重要参考指标,除了受到外在环境条件的影响外,也与家畜内在的体尺性状有关^[6]。王志明等^[7]、索效军等^[8]、康建兵等^[9]的研究报道绵山羊体质量与体尺指标间存在显著相关。本研究中 8 月龄兰州大尾羊的宰前活质量达到 (41.88±3.08)kg,显著高于小尾寒羊和藏羊,相关性分析结果显示,兰州大尾羊体高与宰前活质量呈极显著正相关,胸深与宰前活质量呈显著正相关,因此兰州大尾羊体高和胸深显著高于小尾寒羊可能是造成这两

个品种间此发育阶段体质量差异较大的原因,同时也充分体现兰州大尾羊早期生长发育的优势。本文研究 8 月龄兰州大尾羊的宰前活质量低于刘根娣^[10]测定的 8.5 月龄的 47.53 kg,可能与不同试验场的饲养管理及营养水平供给状况有关。小尾寒羊胸围与宰前活质量呈显著正相关,这点可成为小尾寒羊的选育参考,除体质量外,胸围可作为重要选育指标。小尾寒羊体高和胸宽间也呈极显著正相关,相关系数为 0.968,与马发顺等^[11]对豫北小尾寒羊的研究报道类似。田亚磊等^[12]研究表明,河南小尾寒羊体高与胸宽的相关系数为 0.67,低于本研究的结果,可能与饲养环境的差异有关。王欣荣等^[13]对甘南草地型藏羊体质量与体尺指标的相关性研究表明,甘南草地型藏羊胸围与管围的表型相关系数为 0.724,本研究中藏羊胸围与管围间呈极显著正相关,但表型相关系数为 0.948,高于前者的研究结果。

从屠宰性能比较来看,本研究中兰州大尾羊和藏羊的宰前活质量、胴体质量、屠宰率和骨质量高于小尾寒羊,说明兰州大尾羊和藏羊的产肉力高于小尾寒羊,谭向荣等^[14]、王德芹等^[15]报道的 6 月龄左右小尾寒羊的屠宰率分别为 47.33% 和 48.30%,也低于本研究中的兰州大尾羊和藏羊。赵青山等^[16]报道了西宁地区 8 月龄舍饲藏羊的胴体质量为 15.41 kg,屠宰率为 45.24%,高于本研究中的小尾寒羊,但低于兰州大尾羊的胴体质量和屠宰率。此外,本研究中藏羊宰前活质量、胴

体质量、骨质量也低于兰州大尾羊,表明在 3 个品种中,兰州大尾羊在此生长阶段的屠宰性能最好。王敏贤等^[2]也报道了 10 月龄、1.5 岁、成年兰州大尾羊羯羊的胴体质量比同龄蒙古羯羊分别高出 101.41%、69.41%、65.51%,屠宰率比蒙古羊分别高出 8.94%、4.51%、4.21%。本研究中兰州大尾羊的屠宰率高于王梦霖等^[17]、王德芹等^[15]报道的 6 月龄左右的陶×寒 F1(47.36%)和杜寒 F1(50.1%)的屠宰率。此外,由于品种优势,兰州大尾羊的尾脂质量高于小尾寒羊,而藏羊尾巴几乎不含脂肪。造成本研究中 3 个绵羊品种屠宰性能差异的原因可能与生产性能差异有关,一般来讲,产肉率较高的家畜体斜长、胸围值较高,前躯较发达^[18]。本研究中兰州大尾羊的屠宰性能高于小尾寒羊,其体长、胸围、胸深等生产性能指标也高于小尾寒羊,相关性分析的结果同时也表明兰州大尾羊体高与眼肌面积存在极显著正相关,胸宽与净肉质量相关性显著,胸深与胴体质量、净肉质量和眼肌面积的相关性也显著,以上结果都与马蓉^[19]对高寒地区欧拉型藏羊体尺指标与屠宰性能的相关性研究报道类似。说明兰州大尾羊体高、胸宽和胸深是影响屠宰性能的主要因素,体高、胸宽和胸深较大的羊体型较大,骨骼发育也快,为羊的产肉提供了好的身体条件,其眼肌面积也相应增加。在实际生产中,可以通过这 3 个指标的大小来预测个体的产肉性能。

屠宰性能指标间的相关性也可能是造成绵羊综合产肉力差异的重要因素。据报道,欧拉型藏羊宰前质量与胴体质量、屠宰率、净肉率、骨质量呈极显著正相关,胴体质量、屠宰率、净肉率、骨质量间也存在极显著正相关^[19]。本研究中 3 个绵羊品种的屠宰性能指标间均存在显著正相关,尤其是宰前活质量与胴体质量、净肉质量等其他指标间相关性较明显,说明宰前活质量对绵羊的屠宰性能指标影响最大,且兰州大尾羊屠宰性能间的相关性最强。眼肌面积与绵羊的产肉量和瘦肉率呈高度正相关,因而在本研究与宰前活质量、屠宰率、胴体质量呈显著正相关。在实际生产中可利用屠宰性状之间的相关性有目的地进行品种选育,以此来提高绵羊的产肉性能^[20]。另外,本研究中 3 个品种羊的屠宰率均没有表现出与宰前活质量的显著相关性,与欧拉型藏羊研究结果不一致,可能与羊的体质量有关,有研究报道,羔羊体质量为 20~30 kg,屠宰率随体质量增加而

增加,体质量为 30~40 kg,随着体质量增加,屠宰率没有显著变化^[21]。

肉的多汁性、风味、适口性与肉的肌内脂肪、水分含量直接相关。正常肉的 $\text{pH}_{45\text{ min}}$ 为 6.0~6.5, $\text{pH}_{24\text{ h}}$ 为 5.4~5.7^[22],本研究中 3 个品种羊肉的 pH 值差异不显著,在宰后 45 min 和 24 h 略高于测定标准,可能与本研究饲喂过程中所提供的营养和屠宰应激有关。嫩度即剪切力,直接反映肉的质地,决定食用时的口感,是肌肉中结缔组织含量与性质、肌原纤维蛋白化学结构状态的综合反映。本研究中剪切力(嫩度)以藏羊的最高,说明藏羊肉肌纤维更粗,这与藏羊在高海拔放牧区多运动有关,再结合熟肉率和失水率指标,都充分说明藏羊肉失水率低,保水性能强,肉纤维含量较兰州大尾羊和小尾寒羊高。李贞子等^[23]检测的兰州大尾羊失水率和熟肉率分别为 $(6.68 \pm 0.29)\%$ 和 $(61.20 \pm 3.29)\%$,与本研究结果相近。本研究检测结果显示藏羊肉色较深,这与藏羊为适应高原特殊生态环境而令肌肉纤维中含血含氧量高有关。

绵羊尾脂过大会造成胴体脂肪含量增加,肌肉质量下降,从而影响经济效益。本研究中兰州大尾羊因其尾大使得胴体质量虽显著高于藏羊,但净肉质量略低于藏羊,若能将兰州大尾羊尾部脂肪充分利用,可有效提高养殖户的经济效益。动物脂肪中的脂肪酸含量与品种、饲养管理、月龄、性别等各种因素有关,其中某些脂肪酸与羊肉风味有关。丁艳艳等^[24]的研究表明,6 月龄小尾寒羊皮下脂肪组织中的 4-甲基辛酸含量显著高于蒙古羊和同羊,滩羊的 4-甲基辛酸含量也显著高于蒙古羊。Garcia 等^[25]报道了牛肉中的棕榈酸含量受品种的影响。血液中的胆固醇含量与饱和脂肪酸含量(SFA)有关,随豆蔻酸(C14:0)、棕榈酸(C16:0)含量的增加,胆固醇含量上升,硬脂酸(C18:0)并不能使血液中胆固醇含量上升,但会使羊肉的膻味增加,此外,短链脂肪酸含量也会使羊肉的膻味增加^[25]。本研究中兰州大尾羊的棕榈酸(C16:0)、硬脂酸(C18:0)、丁酸(C4:0)以及己酸(C6:0)相对质量分数均低于小尾寒羊和藏羊,说明兰州大尾羊的尾部脂肪膻味更小。不饱和脂肪酸(UFA)是人体必不可少的营养素,能够保证细胞的正常生理功能,降低血液中胆固醇和甘油三酯的含量。其中的多不饱和脂肪酸(PUFA)对心脑血管疾病有较好的预防效

果,它能使血脂含量和血小板凝血功能降低,提高自身免疫力,有利于机体的生长发育。尤其是共轭亚油酸(CLA),除以上功能外,还对癌细胞的扩散有抑制作用^[26]。本研究中兰州大尾羊的UFA相对质量分数最高,其中共轭亚油酸(C18:2n6t)的相对质量分数也在3个羊品种中位于第一,说明兰州大尾羊的尾部脂肪比小尾寒羊和藏羊有更高潜在的医用价值。综上,兰州大尾羊的尾部脂肪比小尾寒羊和藏羊的尾部脂肪有更高的营养价值。

4 结论

在相同的饲养条件下,生产性能、屠宰性能各检测指标综合显示:兰州大尾羊>藏羊>小尾寒羊;藏羊肉质表现出失水率低、肉色深、剪切力大、熟肉率高等特点;兰州大尾羊的尾部脂肪营养价值最高。3个绵羊品种生产性能与屠宰性能不同指标间有不同程度的相关性,其中体质量、体高、胸围、胸深直接影响羊只与经济效益有关的屠宰率、净肉率等重要产肉力指标。

参考文献 Reference:

- [1] 赵有璋.羊生产学[M].北京:中国农业出版社,2002.
ZHAO Y ZH.Sheep Production[M].Beijing:China Agriculture Press,2002.
- [2] 王敏贤,李守诚,杨茂虎.兰州大尾羊的屠宰试验[J].甘肃畜牧兽医,1982(4):23-25.
WANG M X,LI SH CH,YANG M H.The slaughter test of Lanzhou fat-tailed sheep[J].*Gansu Animal Husbandry and Veterinary*,1982(4):23-25.
- [3] 罗建川,王强军,张彦,等.贵州杂交绵羊体尺及血液生化指标测定与分析[J].安徽农业大学学报,2015,42(5):715-720.
LUO J CH,WANG Q J,ZHANG Y,*et al.*Analysis of body weight,body size and blood biochemical indexes of Guizhou hybrid sheep[J].*Journal of Anhui Agricultural University*,2015,42(5):715-720.
- [4] 徐红伟,臧荣鑫,杨具田,等.兰州大尾羊遗传资源保护与开发利用[J].中国畜牧兽医,2009,36(8):88-90.
XU H W,ZANG R X,YANG J T,*et al.*Protection,development and utilization of genetic resources of Lanzhou fat-tailed sheep[J].*Chinese Journal of Animal Husbandry and Veterinary*,2009,36(8):88-90.
- [5] 包鹏甲,王宏博,夏永祺,等.放牧藏系绵羊生长发育及体重变化规律研究[J].安徽农业科学,2017,45(35):85-87.
BAO P J,WANG H B,XIA Y Q,*et al.*Study on growth performance and bodyweight variation of grazing Tibetan

- sheep[J].*Journal of Anhui Agricultural Sciences*,2017,45(35):85-87.
- [6] 李琦,刘双.影响苏尼特放牧羊体质量变化的相关因素分析[J].浙江农业学报,2017,29(10):1630-1636.
LI Q,LIU SH.Analysis of factors related to weight change of Sunite sheep[J].*Acta Agriculturae Zhejiangensis*,2017,29(10):1630-1636.
- [7] 王志明,王婕姝,王毅,等.甘肃高山细毛羊体重与体尺指标的相关性研究[J].浙江农业学报,2016,28(1):28-32.
WANG ZH M,WANG J SH,WANG Y,*et al.*Correlation analyses between the body weight and body sizes of Gansu Alpine Fine-wool sheep[J].*Acta Agriculturae Zhejiangensis*,2016,28(1):28-32.
- [8] 索效军,杨前平,陶虎,等.乌骨山羊体重体尺、血液生理生化指标及其相关性[J].西南农业学报,2016,29(9):2239-2243.
SUO X J,YANG Q P,TAO H,*et al.*Measurement and correlation analysis of body weight,body size and blood physiological and biochemical indexes of Tongshan Black-bone goat[J].*Southwest China Journal of Agricultural Sciences*,2016,29(9):2239-2243.
- [9] 康建兵,蔡惠芬,罗卫星,等.贵州白山羊的体尺与体重及其相关性[J].贵州农业科学,2015,43(8):171-173.
KANG J B,CAI H F,LUO W X,*et al.*Correlation between body size and body weight in Guizhou white goat[J].*Guizhou Agricultural Sciences*,2015,43(8):171-173.
- [10] 刘根娣.兰州大尾羊生长发育规律与屠宰性能及肉质分析研究[D].兰州:西北民族大学,2010.
LIU G D.Study on growth and slaughter characteristics and development and meat quality of Lanzhou fat-tailed sheep[D].Lanzhou:Northwest Minzu university,2010.
- [11] 马发顺,王亚楠,常慧,等.豫北小尾寒羊体重体尺间动态相关性研究[J].当代畜牧,2013(3):43-45.
MA F SH,WANG Y N,CHANG H,*et al.*Dynamic correlations analysis between body weight and body size of Yubei Small-tail Han sheep[J].*Contemporary Animal Husbandry*,2013(3):43-45.
- [12] 田亚磊,高腾云,白继武,等.河南小尾寒羊体尺与体重的相关性分析[J].中国畜牧兽医,2009,36(11):200-202.
TIAN Y L,GAO T Y,BAI J W,*et al.*A relevance analysis between body size and body weight of Henan Small Tail Han sheep[J].*Chinese Journal of Animal Husbandry and Veterinary*,2009,36(11):200-202.
- [13] 王欣荣,吴建平,杨联,等.甘南草地型藏羊体质量与体尺指标的相关性研究[J].甘肃农业大学学报,2011,46(5):7-11,17.
WANG X R,WU J P,YANG L,*et al.*Regression analysis between body weight and body size of Gannan Tibetan sheep[J].*Journal of Gansu Agricultural University*,2011,46(5):7-11,17.
- [14] 谭向荣,张立岗,朱冠虹,等.杜泊、萨福克与小尾寒羊杂交效果对比试验[J].畜牧兽医杂志,2019,38(1):11-13,16.

- TAN X R, ZHANG L G, ZHU G H, *et al.* Comparative test of the effect of crossing Dorper and Suffolk with Small-tail han sheep[J]. *Journal of Animal Science and Veterinary Medicine*, 2019, 38(1): 11-13, 16.
- [15] 王德芹, 王金文, 张果平, 等. 杜泊绵羊与小尾寒羊杂交后代的屠宰性能和肉品质性状研究[J]. *中国草食动物*, 2008(5): 22-25.
- WANG D Q, WANG J W, ZHANG G P, *et al.* Study on slaughter performance and meat quality traits of hybrid progeny of Dorper sheep and Small-tail han sheep[J]. *China Herbivore Science*, 2008(5): 22-25.
- [16] 赵青山, 赵登雪. 青海藏羊早期断奶育肥效果分析[J]. *畜牧与饲料科学*, 2017, 38(11): 111-112.
- ZHAO Q SH, ZHAO D X. A analysis of fattening effect of Qinghai Tibetan-sheep early-weaned[J]. *Animal Husbandry and Feed Science*, 2017, 38(11): 111-112.
- [17] 王梦霖, 雒秋江, 杨开伦, 等. 年龄和性别对陶赛特×小尾寒羊 F1 代羔羊屠宰性能与肉品质的影响[J]. *中国畜牧兽医*, 2009, 36(2): 152-155.
- WANG M L, LUO Q J, YANG K L, *et al.* Effect of age sex on slaughter performance and meat quality of F1 lambs of Dorset× Small-tailed Han sheep[J]. *Chinese Journal of Animal Husbandry and Veterinary*, 2009, 36(2): 152-155.
- [18] 许 鑫. 不同品种绵羊体重与体尺指标的相关回归分析[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2017.
- XU X. Correlation regress analysis between body weight and body size in different kinds of sheep[D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2017.
- [19] 马 蓉. 高寒地区欧拉型藏羊体尺指标与屠宰性能的相关性[J]. *上海畜牧兽医通讯*, 2016(1): 46-47.
- MA R. Correlation analysis between body size and slaughter performance of Tibetan sheep with Oura type[J]. *Shanghai Journal of Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 2016(1): 46-47.
- [20] 陈洁波, 陶 林, 杜炳旺, 等. 麒麟鸡屠宰性能与肉品质的相关性分析[J]. *河南农业科学*, 2014, 43(1): 127-130.
- CHEN J B, TAO L, DU B W, *et al.* A relationship analysis on slaughter performance and meat quality of Frizzled chicken[J]. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 2014, 43(1): 127-130.
- [21] ABDULLAH A Y, QUDSIEH R I. Carcass characteristics of AWASSI ram lambs slaughtered at different weights[J]. *Livestock Science*, 2008, 117(2): 165-175.
- [22] 李建军, 文 杰, 陈继兰. 肉品香味研究进展[J]. *食品科技*, 2002(6): 23-26.
- LI J J, WEN J, CHEN J L. Development of research on the aroma of meat[J]. *Food Science and Technology*, 2002(6): 23-26.
- [23] 李贞子, 杨具田, 宋 巧, 等. 不同性别及部位的兰州大尾羊肉食用品质[J]. *食品工业科技*, 2014, 35(17): 354-357, 361.
- LI ZH Z, YANG J T, SONG Q, *et al.* Edible quality of Lanzhou Fat-tailed sheep in different gender and anatomical regions[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2014, 35(17): 354-357, 361.
- [24] 丁艳艳, 王亮亮, 韩卫杰, 等. 不同绵羊品种膻味物质分离、鉴定和比较分析[J]. *西北农业学报*, 2011, 20(11): 17-21.
- DING Y Y, WANG L L, HAN W J, *et al.* Extraction, identification and comparison of mutton flavor materials from different sheep breeds[J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2011, 20(11): 17-21.
- [25] GARCIA P T, PENSEL N A, SANCHO A M, *et al.* Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina[J]. *Meat Science*, 2008, 79(3): 500-508.
- [26] BRENNAND C P, LINDSAY R C. Distribution of volatile branched-chain fatty acids in various lamb tissues[J]. *Meat Science*, 1992, 31(4): 411-421.

Growth and Slaughter Performance, Meat Quality, and Fatty Acid of Sheep with Distinct Tail Types

CAO Xin^{1,2}, ZHANG Li¹, ZHANG Wentao¹, JIN Xin¹, ZHAO Mingyang¹,
ZHANG Fumei², HE Linbo¹, CHEN Shaojie¹, LU Huining¹,
YANG Jutian¹, XU Hongwei² and ZANG Rongxin¹

(1. College of Life Science and Engineering, Northwest Minzu University, Lanzhou 730030, China;

2. Experiment Teaching Department, Northwest Minzu University, Lanzhou 730030, China)

Abstract The aim of this study was to investigate differences among growth performance, slaughter performance, meat quality, and fatty acid composition in sheep with distinct tail types. Six Lanzhou fat-tailed sheep (LFTS), small-tailed han sheep (STHS), and Tibetan sheep (TS), which were eight months old and fed the same diet, were respectively selected. Sheep were tested for growth performance and then were slaughtered. Composition of fatty acid in the tail was detected. The correlation be-

tween growth performance and slaughter performance was analyzed. The results showed that body length, body height, and tail-related indicators of LFTS were extremely significantly higher than those of STHS and TS; in addition, chest girth, chest depth, chest width, and rump width of LFTS and TS were significantly higher than those of STHS. Live and carcass mass of LFTS were significantly higher than those of TS, and were extremely significantly higher than those of STHS. Dressing percent of LFTS and TS were extremely significantly higher than that of STHS by 15.50% and 15.62%. Net meat and bone mass of LFTS were significantly higher than those of STHS. Tenderness of STHS was 0.30 ± 0.12 , which was extremely significantly lower than that of LFTS and TS. A total of 36 fatty acids in the tail fat of the three types of sheep were detected. Relative mass fraction of saturated fatty acid in STHS was extremely significantly higher than that of LFTS and TS; in contrast, relative mass fraction of unsaturated fatty acid in STHS was extremely significantly lower than that in LFTS and TS. In LFTS, body height showed extremely significant positive correlation with live mass and rib eye area; significant positive correlations were found between chest depth and live mass, carcass mass, net meat mass, and rib eye area. In all three types of sheep, live mass was significantly positively correlated with the meat production indices, such as carcass mass and net meat mass. On the basis of these findings, we conclude that under the same feeding level, growth and slaughter performance of three sheep breeds was in the following order: LFTS-TS-STHS. TS meat exhibited low water rate, deep meat color, and high shear and cooked meat percentage, while LFTS had the highest nutritional value of tail fat.

Key words Sheep with distinct tail types; Growth performance; Slaughter performance; Meat quality; Fatty acid; Correlation

Received 2019-07-19

Returned 2019-10-16

Foundation item National Natural Science Foundation(No.31760649, No.31360529); Project of Science and Technology Bureau in Lanzhou(No.2019-1-42); Project of Special Fund for Central Colleges and Universities(No.31920180004, No.31920190202-1).

First author CAO Xin, female, associate professor. Research area: animal genetics, breeding and reproduction. E-mail: caoxin-juliet@163.com

Corresponding author XU Hongwei, male, lecturer. Research area: animal germplasm resources. E-mail: xuhongwei@xbmu.edu.cn

ZANG Rongxin, male, professor. Research area: animal germplasm resources. E-mail: rxzang2000@163.com

(责任编辑:顾玉兰 Responsible editor: GU Yulan)