

李丹, 侯鹏霞, 王燕, 等. 2 岁龄滩湖杂 G<sub>0</sub>代与滩羊产肉性能、肉品质及风味物质的比较研究 [J]. 畜牧与兽医, 2024, 56 (1): 26-32.

LI D, HOU P X, WANG Y, et al. A comparative study of meat production performance, meat quality and flavor profile of 2-year-old G<sub>0</sub> generation Tan-Hu hybrid sheep and of 2-year-old Tan sheep [J]. Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2024, 56 (1): 26-32.

## 2 岁龄滩湖杂 G<sub>0</sub>代与滩羊产肉性能、肉品质及风味物质的比较研究

李丹<sup>1#</sup>, 侯鹏霞<sup>2#</sup>, 王燕<sup>1</sup>, 施安<sup>2</sup>, 孙文阳<sup>2</sup>, 梁小军<sup>2\*</sup>, 张恩平<sup>1\*</sup>

(1. 西北农林科技大学动物科技学院, 陕西 杨凌 712100;

2. 宁夏农林科学院动物科学研究所, 宁夏 银川 750002)

**摘要:** 旨在比较研究 2 岁龄滩湖杂 G<sub>0</sub>代与滩羊产肉性能、肉品质及风味物质方面的差异。选取 2 岁龄健康、体重相近的滩湖杂 G<sub>0</sub>代公羊和同期滩羊公羊各 3 只, 屠宰后测定产肉性能、肉品质, 电子鼻测定肉质气味轮廓。结果: 2 岁龄滩湖杂 G<sub>0</sub>代与同期滩羊各项屠宰性状差异均不显著 ( $P>0.05$ ), 但 G<sub>0</sub>代胴体重、屠宰率、净肉率、GR 值及背膘厚等指标高于滩羊, 尾重较滩羊降低 4.88%, 头重显著低于滩羊 ( $P<0.05$ ), 皮张面积大于滩羊 ( $P<0.05$ )。与滩羊肉质相比, 滩湖杂 G<sub>0</sub>代肉中氨基酸与脂肪酸含量差异不显著 ( $P>0.05$ ), 但剪切力降低 7.95%, 失水率降低 10.55%。对肉质起挥发性作用的物质是氮氧化合物、烷烃及芳香成分, 利用电子鼻不能完全区分滩湖杂 G<sub>0</sub>代与滩羊肉质。综上, 2 岁龄滩湖杂 G<sub>0</sub>代的屠宰性能有优于同期滩羊的趋势, 肉质食用品质有所提升, 肉品风味无显著差异。

**关键词:** 滩湖杂 G<sub>0</sub>代; 滩羊; 屠宰性能; 肉品质; 风味

中图分类号: S826 文献标志码: A 文章编号: 0529-5130(2024)01-0026-07

## A comparative study of meat production performance, meat quality and flavor profile of 2-year-old G<sub>0</sub> generation Tan-Hu hybrid sheep and of 2-year-old Tan sheep

LI Dan<sup>1#</sup>, HOU Pengxia<sup>2#</sup>, WANG Yan<sup>1</sup>, SHI An<sup>2</sup>, SUN Wenyang<sup>2</sup>, LIANG Xiaojun<sup>2\*</sup>, ZHANG Enping<sup>1\*</sup>

(1. College of Animal Science and Technology, Northwest A&F University, Yangling 712100, China;

2. Institute of Animal Science, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China)

**Abstract:** This experiment was to determine the differences in meat production performance, meat quality and flavor profile between 2-year-old G<sub>0</sub> generation Tan-Hu hybrid sheep and 2-year-old Tan sheep. Three G<sub>0</sub> generation Tan-Hu hybrid sheep and Tan sheep, of 2 years of age, healthy and of similar weight, were selected and slaughtered; and then their meat production performance, meat quality, and meat profiles were determined by electronic nose. The results were as follows: There was no significant difference in the characteristics of slaughtered performance between the two groups of sheep ( $P>0.05$ ); but the indexes of carcass weight, slaughtering rate, net meat percentage, GR value and back fat thickness of the G<sub>0</sub> generation Tab-Hu hybrid sheep were higher than those of the Tan sheep, with lower tail weight (4.88%) and significantly lower head weight ( $P<0.05$ ), larger skin area of the former than those of the latter ( $P<0.05$ ). In terms of the edible quality of meat, there was no significant difference in the meat amino acid and fatty acid contents between the two groups ( $P>0.05$ ), but the cut force value of the G<sub>0</sub> generation Tan-Hu hybrid sheep was 7.95% lower and the water loss rate was 10.55% lower. Meat flavor substances, using electronic nose cannot completely distinguish G<sub>0</sub> generation from Tan sheep meat quality. The substances that play a volatile role in meat quality are nitroxide compounds, alkanes and aromatic components, which can't be completely distinguished between the G<sub>0</sub> generation Tan-Hu hybrid sheep and the tan sheep. In general, the slaughtering performance of 2-year-old G<sub>0</sub> generation Tan-Hu hybrid sheep was superior to that of 2-year-old Tan sheep, with better quality of meat for consumption, but no significant difference in meat flavor.

**Keywords:** G<sub>0</sub> generation Tan-Hu hybrid sheep; Tan sheep; slaughter performance; meat quality; flavor profile

收稿日期: 2023-05-19; 修回日期: 2023-11-23

基金项目: 宁夏回族自治区农业育种专项 (2018NYZ04); 陕西省肉羊产业技术体系建设项目 [NYKJ-2022-YL (XN) 46]

第一作者: 李丹, 女, 硕士研究生; 侯鹏霞, 女, 硕士研究生。\*共同第一作者

\*通信作者: 梁小军, 研究员, 主要从事家畜繁殖育种和健康养殖研究, E-mail: Lxj0520@163.com; 张恩平, 教授, 主要从事反刍动物营养研究, E-mail: zhangenping@nwfufu.edu.cn。

羊肉中富含人体健康所需的蛋白质、脂肪酸、必需氨基酸与维生素等营养物质,胆固醇含量较低,肉质鲜美,具有较高的营养价值<sup>[1]</sup>。近年来,随着国民收入水平提高与消费观念的转变,国内羊肉需求量日益增加,羊肉总消费量和人均消费量总体呈现上升趋势。2022年我国羊肉表观消费量达到560.6万t,较上年增长1.0%;人均表观消费量也从2021年的3.93 kg/人增长到2022年的3.97 kg/人,表明国内羊肉消费需求旺盛<sup>[2]</sup>。肉的食用品质会影响消费者的购买欲望,而肉品质受到品种、遗传、饲养环境和屠宰加工等因素影响,其中品种特性是影响肉品质的重要因素之一<sup>[3]</sup>。

滩羊是中国特有的地方绵羊品种,也是宁夏地区的优势畜种,皮、肉、毛都具备较高的经济价值。滩羊肉质细嫩爽滑,脂肪分布均匀,膻味轻,营养价值高,具有独特的风味,广受大众喜爱。然而滩羊繁殖力低,因此在滩羊产业化过程中需要提高其繁殖性能来抵御国内外优良品种的冲击<sup>[4]</sup>。湖羊具有繁殖率高、发情期长、平均产羔率高的优点<sup>[5]</sup>,尤其是其独特的多胎基因,使其繁殖性能远高于其他单胎绵羊品种,因此湖羊常作为优秀的母本,被全国各地引进并进行杂交改良育种<sup>[6]</sup>。杂交广泛应用于肉羊生产中,用以发挥杂种优势和提高后代的生产性能<sup>[7]</sup>。为提高滩羊繁殖力、增加滩羊肉产量,课题组进行了滩羊的多胎品系选育工作,开展了滩羊和湖羊的杂交改良试验。

本试验以滩湖杂G<sub>0</sub>代与同期滩羊为研究对象,对其产肉性能、肉品质及风味物质等指标进行检测分析,为滩湖G<sub>0</sub>代羊的开发利用提供依据,为进一步推进滩羊品种改良工作奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验动物

试验羊来自宁夏回族自治区某养殖场,滩羊公羊与湖羊母羊杂交产滩湖F<sub>1</sub>代,滩湖F<sub>1</sub>代母羊与滩羊公羊杂交产滩湖F<sub>2</sub>代,滩湖F<sub>2</sub>代母羊与滩湖F<sub>2</sub>代公羊横交固定产滩湖杂G<sub>0</sub>代(简称G<sub>0</sub>代)。

### 1.2 试验设计

试验依托于宁夏农林科学院进行,在宁夏某养殖场进行样品采集。选取饲养管理条件相同、健康无病、体重相近的2岁龄G<sub>0</sub>代公羊[体重(75.70±11.71)kg]与滩羊公羊[体重(80.24±14.61)kg]各3只。宰前禁食24h,禁水2h,严格按照羊屠宰工艺流程进行屠宰,测定屠宰性能。采集羊背部、肩部与胸叉部位肌肉,剔除皮下脂肪和结缔组织,于-20℃保存。

### 1.3 测定指标与方法

#### 1.3.1 屠宰性能测定

参考DB43/T 794—2013《肉羊性能测定技术规范》<sup>[8]</sup>测定宰前体重、胴体重、屠宰率、净肉率、骨重、胴体脂肪含量值(GR值)与背膘厚等。屠宰后,将所有组织器官与胴体分离,电子称称量并记录头、蹄、心、肝、肺、脾、肾、胃等部位重量,用直尺测量并计算小肠长度与皮张面积。

#### 1.3.2 肉质食用品质测定

试验羊屠宰后,采集背最长肌样品0~4℃保存(熟化)24h,测定熟肉率、失水率、剪切力;另取一部分背最长肌样品-20℃保存,测定蛋白质、脂肪、氨基酸、脂肪酸含量。

熟肉率和失水率按照NY/T 1333—2007《畜禽肉质的测定》<sup>[9]</sup>进行测定,剪切力按照NY/T 1180—2006《肉嫩度的测定 剪切力测定法》<sup>[10]</sup>进行测定。蛋白质含量按照GB/T 5009.5—2016《食品安全国家标准食品中蛋白质的测定》<sup>[11]</sup>进行测定;脂肪含量按照GB/T 5009.6—2016《食品安全国家标准食品中脂肪的测定》<sup>[12]</sup>进行测定;氨基酸含量按照GB 5009.124—2016《食品安全国家标准食品中氨基酸的测定》<sup>[13]</sup>,采用氨基酸分析仪测定;脂肪酸含量按照GB 5009.168—2016《食品安全国家标准食品中脂肪酸的测定》<sup>[14]</sup>,采用内标法测定。

#### 1.3.3 肉质风味物质测定

试验羊屠宰后采集背部、肩部与胸叉部位肌肉各30g,电子鼻(PEN3)测定风味物。样品置于20mL样品瓶中,静置30min后每个部位测定3个重复。电子鼻测定参数:样品进样速率为300 mL/min,载气速分析采样时间为60s,自动清洗时间为300s。电子鼻性能特点见表1。

表1 电子鼻传感器性能特点

阵列序号	传感器名称	性能特点
1	W1C	对芳香成分灵敏
2	W5S	对氮氧化合物灵敏
3	W3C	对氨类、芳香成分灵敏
4	W6S	对氢化物有选择性
5	W5C	对烷烃、芳香成分灵敏
6	W1S	对烷烃灵敏
7	W1W	对硫化物灵敏
8	W2S	对醇类、醛酮灵敏
9	W2W	对芳香成分、有机硫化物灵敏
10	W3S	对烷烃灵敏

## 1.4 数据统计与分析

数据用 Excel 2019 软件进行整理, SAS 8.2 进行统计分析, 结果用“平均值±标准差”表示,  $P < 0.05$  表示差异显著。电子鼻检测结果用 Origin 2021 进行主成分分析 (PCA) 和传感器贡献率 (Loadings) 分析。

## 2 结果

### 2.1 屠宰性能测定

由表 2 可见,  $G_0$  代羊的胴体重、屠宰率、净肉率、GR 值、背膘厚及内脏脂肪重均高于滩羊, 但差异均不显著 ( $P > 0.05$ )。由表 3 可见,  $G_0$  代头重显著低于滩羊 ( $P < 0.05$ ), 皮张面积显著大于滩羊 ( $P < 0.05$ ), 小肠平均长度较滩羊增长 5.24 m ( $P > 0.05$ ), 其他各指标两组间差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

表 2 2 周岁  $G_0$  代与滩羊屠宰性能的比较

项目	滩羊	$G_0$ 代
宰前活重/kg	80.24±14.61	75.70±11.71
胴体重/kg	39.01±7.83	39.66±8.31
屠宰率/%	48.50±1.03	52.13±3.24
净肉重/kg	30.60±8.21	31.67±8.35
骨重/kg	8.41±0.39	7.99±0.55
净肉率/%	77.62±6.06	79.00±4.10
GR 值/cm	13.00±2.92	13.08±2.19
背膘厚/mm	4.38±0.88	5.82±3.43
内脏脂肪重/kg	1.32±0.33	2.36±1.52

表 3 2 周岁  $G_0$  代与滩羊组织与内脏器官重量的比较

项目	滩羊	$G_0$ 代
头重/kg	7.16±0.50	5.58±0.36*
蹄重/kg	1.28±0.07	1.25±0.04
皮张面积/m <sup>2</sup>	0.49±0.05	0.63±0.06*
心重/kg	0.45±0.07	0.46±0.09
肝重/kg	0.89±0.16	0.81±0.17
肺重/kg	0.68±0.11	0.66±0.11
脾重/kg	0.11±0.02	0.07±0.01
肾重/kg	0.15±0.02	0.17±0.01
肾脂重/kg	0.42±0.17	0.82±0.77
胃净重/kg	2.67±0.45	2.61±0.53
小肠长/m	21.65±5.90	26.89±2.34

注: \* 表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。

### 2.2 肉质食用品质测定

由表 4 可见,  $G_0$  代与滩羊肉质理化性状差异均不

显著 ( $P > 0.05$ ), 但较滩羊剪切力降低 7.95%、失水率降低 10.55%。 $G_0$  代与滩羊的粗蛋白与肌内脂肪含量差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 但肌内脂肪含量略高于滩羊。由表 5 可知,  $G_0$  代与滩羊肉中氨基酸含量差异不显著 ( $P > 0.05$ )。本次检测发现  $G_0$  代与滩羊, 肉中均含有缬氨酸、苏氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、赖氨酸、苯丙氨酸与蛋氨酸这 7 种人体所需的必需氨基酸, 羊肉中含有谷氨酸、丝氨酸、天冬氨酸、甘氨酸、苏氨酸、丙氨酸和脯氨酸等鲜味氨基酸, 其中谷氨酸含量较高。由表 6 可知,  $G_0$  代与滩羊背最长肌脂肪酸种类比较, 2 组肉样共检测到 15 种脂肪酸, 包括 7 种饱和脂肪酸与 8 种不饱和脂肪酸。在 7 种饱和脂肪酸中, 棕榈酸 (C16: 0) 和硬脂酸 (C18: 0) 含量最高; 在 8 种不饱和脂肪酸中, 顺-9-十八碳一烯酸 (C18: 1n9c) 与顺, 顺-9, 12-十八碳二烯酸 (C18: 2n6c) 含量最高。 $G_0$  代与滩羊肉中脂肪酸含量差异均不显著 ( $P > 0.05$ )。

表 4 2 周岁  $G_0$  代与滩羊肉理化性状及粗蛋白与粗脂肪含量

项目	滩羊	$G_0$ 代
失水率/%	31.36±3.17	28.05±6.44
熟肉率/%	50.57±2.85	51.78±2.12
剪切力/N	50.41±1.03	46.40±3.24
粗蛋白/%	19.95±1.23	19.12±2.89
肌内脂肪/%	2.65±1.54	3.98±1.10

表 5 2 周岁  $G_0$  代与滩羊肉质氨基酸含量 %

氨基酸	滩羊	$G_0$ 代	
缬氨酸	0.94±0.01	0.95±0.01	
苏氨酸	0.92±0.01	0.93±0.01	
亮氨酸	1.59±0.03	1.63±0.03	
必需氨基酸	异亮氨酸	0.90±0.01	0.92±0.01
赖氨酸	1.79±0.04	1.82±0.03	
苯丙氨酸	0.79±0.01	0.81±0.01	
蛋氨酸	0.54±0.01	0.56±0.01	
脯氨酸	0.80±0.02	0.77±0.01	
丝氨酸	0.82±0.01	0.82±0.01	
谷氨酸	3.37±0.09	3.44±0.09	
天冬氨酸	1.85±0.03	1.87±0.03	
非必需氨基酸	丙氨酸	1.18±0.01	1.16±0.01
甘氨酸	1.01±0.04	0.93±0.01	
组氨酸	0.63±0.02	0.64±0.02	
精氨酸	1.29±0.05	1.29±0.01	
酪氨酸	0.66±0.01	0.69±0.01	

表 6 2 周岁 G<sub>0</sub>代与滩羊肉中脂肪酸含量

%

脂肪酸	滩羊	G <sub>0</sub> 代
肉豆蔻酸 (C14: 0)	0.07±0.01	0.06±0.01
十五碳酸 (C15: 0)	0.01±0.01	0.01±0.01
棕榈酸 (C16: 0)	0.75±0.08	0.69±0.02
珍珠酸 (C17: 0)	0.03±0.01	0.03±0.01
硬脂酸 (C18: 0)	0.52 ±0.14	0.45±0.03
二十二碳酸 (C22: 0)	0.01 ±0.01	-
二十三碳酸 (C23: 0)	0.11±0.13	0.03±0.01
顺-9-十六碳一烯酸 (C16: 1n7)	0.06±0.01	0.06±0.01
顺-10-十七碳一烯酸 (C17: 1n7)	0.02±0.01	0.02±0.01
反-9-十八碳一烯酸 (C18: 1n9t)	0.07±0.02	0.07±0.01
顺-9-十八碳一烯酸 (C18: 1n9c)	1.15±0.32	1.10±0.10
顺, 顺-9, 12-十八碳二烯酸 (C18: 2n6c)	0.21±0.04	0.21±0.01
顺, 顺, 顺-9, 12, 15-十八碳三烯酸 (C18: 3n3)	0.01±0.01	0.01±0.01
顺, 顺, 顺-8, 11, 14-二十碳三烯酸 (C20: 3n6)	0.01±0.01	0.01±0.01
顺-5, 8, 11, 14-二十碳四烯酸 (C20: 4n6)	0.03±0.01	0.03±0.01
总脂肪酸含量	2.97±0.75	2.76±0.09

注: -表示未检测出。

### 2.3 肌肉挥发性物质测定

#### 2.3.1 电子鼻鉴别肌肉挥发性物质主成分

如图 1 所示, 使用电子鼻对背部、肩部与胸叉部

肌肉挥发性物质进行主成分分析, G<sub>0</sub>代与同期滩羊肉质均不能完全区分。

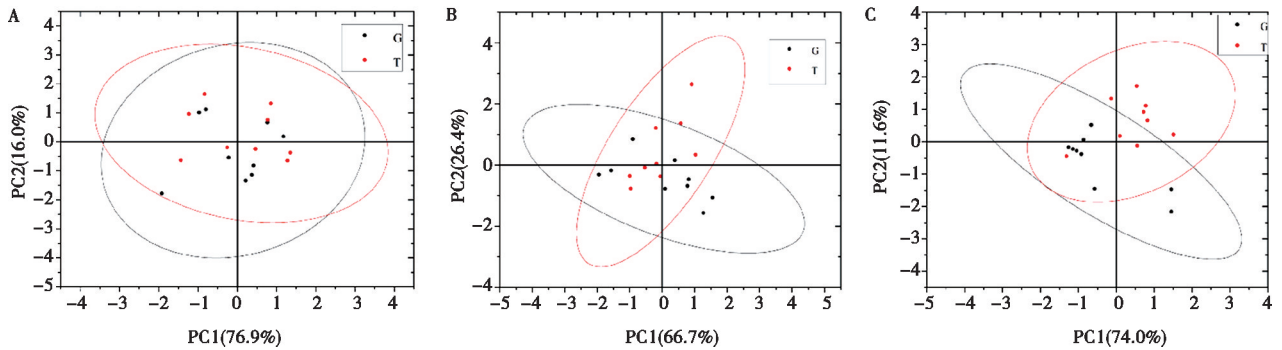


图 1 背部 (A)、肩部 (B) 和胸叉部 (C) 肌肉主成分分析

#### 2.3.2 电子鼻鉴别肌肉挥发性物质传感器贡献率

电子鼻鉴别肌肉挥发性物质传感器贡献率 (Lo) 如图 2 所示。背部肌肉挥发性物质传感器贡献率, 第一主成分与第二主成分的贡献率分别为 76.9% 与 16.0%, 总贡献率为 92.9%; 对第一主成分贡献率最大的为氨类、芳香类 (W3C 传感器), 对第二主成分贡献率最大的为氢化物 (W6S 传感器)。肩部挥发性物质传感器贡献率, 第一主成分与第二主成分的贡献

率分别为 66.7% 与 26.4%, 总贡献率为 93.1%; 对第一主成分贡献率最大的为烷烃、芳香类 (W5S 传感器), 对第二主成分贡献率最大的为烷烃类 (W3S 传感器)。胸叉部挥发性物质传感器贡献率, 第一主成分与第二主成分的贡献率分别为 74.0% 与 11.6%, 总贡献率为 85.6%; 对第一主成分贡献率最大的为氨类、芳香类 (W3C 传感器), 对第二主成分贡献率最大的为烷烃类 (W3S 传感器)。

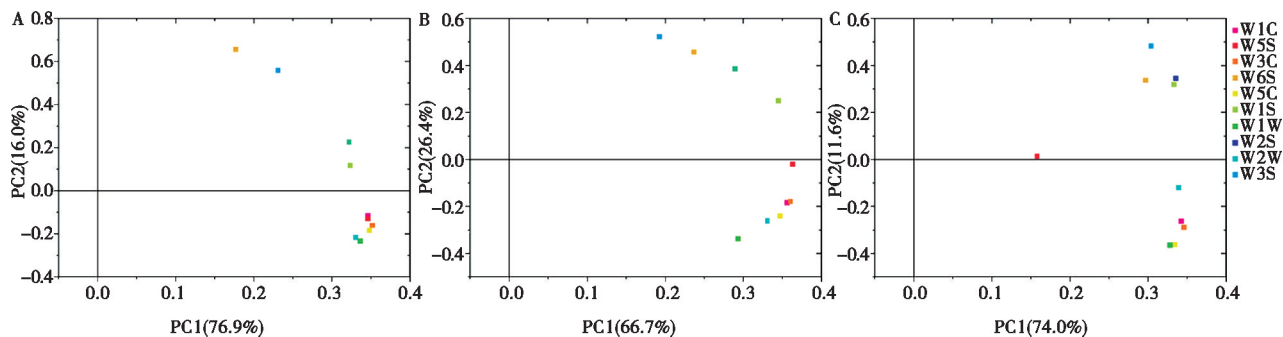


图2 背部 (A)、肩部 (B) 和胸叉部 (C) 肌肉挥发性物质传感器贡献率

### 3 讨论

#### 3.1 2岁龄滩湖杂 G<sub>0</sub>代与滩羊屠宰性能比较

屠宰性能是衡量动物经济价值的重要指标, 一般用胴体重和屠宰率来衡量屠宰性能高低<sup>[15-16]</sup>。胴体重体现了羊的生产效益, 屠宰率反映了羊的产肉能力, 屠宰性能与屠宰活重呈正相关<sup>[17]</sup>。背膘厚、GR值与屠宰率有很大的相关性, 是衡量胴体瘦肉率的重要指标。背膘厚反映皮下脂肪的沉积程度, 背膘厚越大, 其背部脂肪沉积越多, 瘦肉率越低<sup>[18]</sup>; GR值可以反映脂肪含量, GR值越高, 胴体脂肪含量越高<sup>[19]</sup>。孔令莹等<sup>[20]</sup>研究发现, 南丘羊与湖羊杂交 F<sub>1</sub>代羊继承了父本南丘羊的优良肉用性能, 改善了胴体品质, 提高了产肉性能, 杂种优势得到了良好体现。阿扎提古丽·奥布力喀斯木等<sup>[21]</sup>研究发现, 柯湖杂交 F<sub>1</sub>代的屠宰率与产肉能力均高于纯繁柯羊和纯繁湖羊, 且其瘦肉率较高。侯鹏霞等<sup>[22]</sup>研究发现, 6月龄滩湖 F<sub>2</sub>代与滩羊的宰前活重、屠宰率、净肉率等差异均不显著, 但滩湖 F<sub>2</sub>代屠宰性能高于滩羊。本试验得到的结果与前人一致, G<sub>0</sub>代胴体重、屠宰率及净肉率均高于滩羊, 说明 G<sub>0</sub>代屠宰性能有优于滩羊的趋势, 体现出 G<sub>0</sub>代的杂交优势。反刍动物的小肠能进一步消化和吸收饲料中未被瘤胃发酵消化的蛋白质和非结构性碳水化合物及微生物蛋白质<sup>[23]</sup>。侯鹏霞等<sup>[22]</sup>报道1岁龄滩湖 F<sub>2</sub>代小肠长度较滩羊长2.3 m。本试验中 G<sub>0</sub>代小肠长度较滩羊长5.24 m, 说明滩湖 G<sub>0</sub>代具有潜在的良好的消化吸收性能。

品种和饲养管理条件影响动物的屠宰性能, 在饲养管理条件一致且营养水平满足家畜生长发育需要时, 品种是影响家畜屠宰性能的重要因素<sup>[24]</sup>。本试验中滩湖 G<sub>0</sub>代遗传了滩羊的优良肉用性能, 提高了产肉性能, 杂种优势得到了良好体现。

#### 3.2 2岁龄滩湖杂 G<sub>0</sub>代与滩羊肉的食用品质比较

嫩度是反映肉品质的重要指标, 剪切力可用来评估羊肉的嫩度, 剪切力越小, 肉质越嫩<sup>[25]</sup>。熟肉率

和失水率是肉品保水性能的主要指标<sup>[26]</sup>, 失水率过高时, 羊肉中的营养物质易流失, 在运输和存储过程中会造成一定的经济损失, 还直接影响肉的风味、多汁性<sup>[27]</sup>, 失水率越低, 表明保水能力强。熟肉率主要反映肉品经加工后的产量, 可以衡量肌肉蛋白质在加热过程中变性凝固所失水分的多少, 熟肉率高说明肉的保水性好, 肉品加工性能高<sup>[28]</sup>。谭义洲等<sup>[29]</sup>研究发现, 盘羊×欧拉型杂交 F<sub>1</sub>代与欧拉羊嫩度值接近, F<sub>1</sub>代的失水率更低, 熟肉率更高, 说明 F<sub>1</sub>代保持了欧拉型藏羊肌肉多汁、肥美的特点, 且肉质更佳。孔令莹等<sup>[20]</sup>研究发现, 南湖 F<sub>1</sub>代羊肉的滴水损失略低于湖羊, 剪切力显著低于湖羊, 熟肉率显著高于湖羊, 说明南湖 F<sub>1</sub>代羊肉保水能力优于湖羊, 肉质更嫩, 食用品质更优。本试验同样得到了相似的结果, 表明 G<sub>0</sub>代较滩羊有更高的肉品质, 进一步说明滩湖杂交的必要性。

粗脂肪和粗蛋白质含量直接关系到肉品感观性状和营养特性, 是评价羊肉品质的客观指标, 蛋白质可为人们提供氨基酸等人体所需的营养物质; 肌内脂肪含量影响肉的嫩度、多汁性、风味及大理石花纹形成<sup>[30]</sup>, 脂肪含量高, 大理石花纹丰富, 肉的风味和嫩度就好。曹阳<sup>[31]</sup>对杜寒杂交羊与小尾寒羊肉中的营养成分研究发现, 杜寒杂交羊背最长肌中肌内脂肪的含量明显高于小尾寒羊。本研究结果与前人的结果一致, 表明滩湖杂交更有利于肌内脂肪的沉积, 杂交优势更为显著。

羊肉中蛋白质所含有苏氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸、蛋氨酸这7种必需氨基酸, 接近人体的需求, 可以提高人体免疫力, 提供营养, 促进组织修复等。氨基酸作为参与风味物质形成的前体物之一, 种类及含量直接影响肉的营养价值, 其中天冬氨酸与肉的鲜、咸、酸味有关; 谷氨酸与肉的鲜、酸味有关; 甘氨酸与肉的鲜、甜味有关; 丙氨酸与肉的鲜味有关, 这些氨基酸对牛肉风味的影响很大, 可以使肉变得鲜美<sup>[32]</sup>。刘孟君等<sup>[33]</sup>检测到

萨藏杂交羊、河谷型藏绵羊肉中有 17 种氨基酸，两品种羊肉氨基酸中含量较高的为谷氨酸与天冬氨酸，从氨基酸角度评价来看，两品种羊肉均属于优质蛋白质，营养价值较高且口感鲜美。本试验与前人的研究结果基本一致，与鲜味有关的 4 种氨基酸（天门冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸和丙氨酸）的含量丰富，说明羊肉肉质鲜美，G<sub>0</sub>代与滩羊氨基酸含量相似，说明营养水平与风味相当，继承了滩羊优秀的实肉品质。

肉豆蔻酸（C14: 0）与棕榈酸（C16: 0）这 2 种饱和脂肪酸可能参与羊体内脂肪酸代谢，形成与羊肉膻味相关的物质<sup>[34-35]</sup>。不饱和脂肪酸顺-9-十八碳一烯酸（C18: 1n9c）含量与膻味成正相关<sup>[36]</sup>。刘孟君等<sup>[33]</sup>研究发现，萨藏杂交羊与河谷型藏绵羊背最长肌中脂肪酸含量及种类差异较小，杂交后代适应高寒高海拔环境机制的基因得到表达应用，表现出与河谷型藏绵羊相似一面，说明引入萨福克羊进行杂交改良后并未破坏河谷型藏绵羊肉的原有品质及风味。本试验中 G<sub>0</sub>代与滩羊的脂肪酸种类与含量相似，表明滩湖杂交在改良其他性状的同时，并未影响其本身营养水平。

### 3.3 2 岁龄滩湖杂 G<sub>0</sub>代与滩羊肉的风味物质比较

电子鼻是一种模拟人类嗅觉功能的气体传感器阵列检测系统，对检测对象特定挥发性成分或气体提供气味指纹图谱，通过模式识别做定性或定量的分析、识别和检测，实现品质评价。在肉与肉制品分析检测中，电子鼻系统通过分析肉类食品中挥发性物质，被用于肉品新鲜度检测、肉制品品质的判定和肉品掺假检测等方面<sup>[37]</sup>。

贾洪锋等<sup>[38]</sup>利用电子鼻，结合 PCA 和消除趋波动分析（DFA）法来识别不同部位的牦牛肉和牛肉；周慧敏等<sup>[39]</sup>利用电子鼻，结合 LDA 分析法，快速分析出坨坨猪肉中挥发性成分差异；丁媛等<sup>[40]</sup>利用电子鼻，结合 PCA 分析法，检测不同贝类气味的差异程度，区别贝类的品种。侯鹏霞等<sup>[22]</sup>研究发现，利用电子鼻不能完全区分滩湖 F<sub>2</sub>代与滩羊肌肉挥发性物质，对肉质起挥发性作用的物质是氢气、硫化物、乙醇、芳香成分和有机硫化物。本研究使用电子鼻，对肌肉的挥发性物质进行主成分分析与传感器贡献率分析，结果表明，G<sub>0</sub>代与同期滩羊背部、肩部与胸叉部的肌肉肉质不能完全区分，表明与滩羊肉风味没有差异；对肉质起挥发性作用的物质是氮氧化合物、烷烃及芳香成分。

## 4 结论

2 岁龄滩湖杂 G<sub>0</sub>代屠宰性能有优于同期滩羊的趋

势，肉质食用品质有所提升，肉品风味无显著差异，对肉质起挥发性作用的物质是氮氧化合物、烷烃及芳香成分。

## 参考文献：

- [1] 王燕燕, 杨军祥, 徐建峰, 等. 陶湖杂交 F1 代与萨湖杂交 F1 代羔羊背最长肌转录组分析 [J]. 饲料研究, 2022, 45 (11): 56-60.
- [2] 李军, 金海. 2022 年我国肉羊产业发展概况、未来趋势及建议 [J]. 中国畜牧杂志, 2023, 59 (3): 294-299.
- [3] 张润, 杨曼, 王立贤, 等. 畜禽肉中代谢物质对肉品质的影响及相关基因研究进展 [J]. 畜牧兽医学报, 2022, 53 (8): 2444-2452.
- [4] 姜碧薇, 周玉香, 王甜, 等. 酶菌混合处理稻草和苜蓿干草对滩羊生长性能、血清生化指标、瘤胃细菌多样性及 KEGG 通路的影响 [J]. 动物营养学报, 2021, 33 (3): 1482-1492.
- [5] FENG X, LI F Z, WANG F, et al. Genome-wide differential expression profiling of mRNAs and lncRNAs associated with prolificacy in Hu sheep [J]. Bioscience Reports, 2018, 38 (2): BSR20171350.
- [6] 王玉琴, 田志龙, 施会彬, 等. 湖羊肌肉营养特点及肌纤维组织学特性 [J]. 动物营养学报, 2017, 29 (8): 2867-2874.
- [7] 韩战强, 刘长春, 赵秀敏. 规模化羊场不同肉用绵羊杂交组合 F1 生产性能分析 [J]. 畜牧与兽医, 2018, 50 (11): 15-22.
- [8] 张彬, 范尧鑫, 李自君, 等. 肉羊性能测定技术规程: DB43/T 794—2013 [S]. 长沙: 湖南省质量技术监督局, 2013.
- [9] 全国畜牧业标准化技术委员会. 畜禽肉质的测定: NY/T 1333—2007 [S]. 北京: 中华人民共和国农业部, 2007.
- [10] 全国畜牧业标准化技术委员会. 肉嫩度的测定 剪切力测定法: NY/T 1180—2006 [S]. 北京: 中华人民共和国农业部, 2006.
- [11] 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. 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定: GB 5009.5—2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [12] 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. 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定: GB 5009.6—2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [13] 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. 食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定: GB 5009.124—2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [14] 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局. 食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定: GB 5009.168—2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [15] 杨东, 刁其玉, 马涛, 等. 阿魏酸和壳寡糖对蒙古杂交羊生长性能及脂肪沉积的影响 [J]. 粮食与饲料工业, 2018 (9): 43-48.
- [16] 曹忻, 张丽, 张文涛, 等. 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 [J]. 西北农业学报, 2020, 29 (1): 1-10.
- [17] FRUET A P B, STEFANELLO F S, ROSADO JUNIOR A G, et al. Whole grains in the finishing of culled ewes in pasture or feedlot: performance, carcass characteristics and meat quality [J]. Meat Science, 2016, 113: 97-103.

- [18] 周雨, 王凤忠, 央金, 等. 藏系绵羊肉分级标准制定初探 [J]. 农产品工, 2018, 455 (9): 52-54.
- [19] 周勇, 朱万斌. 湖羊与引进肉羊杂交后代产肉性能及肉品质研究 [J]. 畜牧兽医杂志, 2016, 35 (5): 1-4.
- [20] 孔令莹, 岳耀敬, 郑琛, 等. 湖羊及其与南丘羊杂交后代屠宰性能和肉质特性 [J/OL]. 食品科学: 1-11. (2023-03-09) [2023-05-02]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20230308.1318.052.html>.
- [21] 阿扎提古丽·奥布力喀斯木, 艾散·如则, 艾比布拉·伊马木, 等. 柯湖杂交 F1 代断奶羔羊育肥及屠宰性能研究 [J]. 畜牧与兽医, 2023, 55 (9): 17-21.
- [22] 侯鹏霞, 马吉锋, 王建东, 等. 1 岁龄滩湖 F2 代产肉性能及肉品质研究 [J]. 饲料研究, 2019, 42 (8): 8-10.
- [23] 景小平, 胡瑞, 周婷, 等. 冷季补饲对藏羊小肠形态发育及营养物质转运载体基因表达量的影响 [J]. 畜牧兽医学报, 2017, 48 (2): 260-271.
- [24] 李宏, 吴建平, 宋淑珍, 等. 相对饲养水平对阿勒泰羊生长性能、屠宰性能、器官发育及肉品质的影响 [J]. 动物营养学报, 2020, 32 (4): 1927-1935.
- [25] 金宏, 柏杨, 邓孟云, 等. 发酵饲料对育肥湖羊生产性能、养分表观消化率、瘤胃发酵特性及肉品质的影响 [J/OL]. 南京农业大学学报: 1-12. (2023-04-06) [2023-05-02]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1148.S.20230406.1545.006.html>.
- [26] 苏日古嘎. 育肥模式对绒山羊成年母羊肉品质的影响及其与羔羊肉品质比较研究 [D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2013.
- [27] 张玉伟, 罗海玲, 贾慧娜, 等. 肌肉系水力的影响因素及其可能机制 [J]. 动物营养学报, 2012, 24 (8): 1389-1396.
- [28] 周楠, 韩国才, 柴晓峰, 等. 驴的产肉、理化指标及加工特性比较研究 [J]. 畜牧兽医报, 2015, 46 (12): 2314-2321.
- [29] 谭义洲, 丁考仁青, 黄纯, 等. 盘羊×欧拉羊杂交 F1 与欧拉羊屠宰性能及肉品质对比研究 [J]. 西北农业学报, 2022, 31 (9): 1102-1111.
- [30] PIAO M Y, YONG H I, LEE H J, et al. Comparison of fatty acid profiles and volatile compounds among quality grades and their association with carcass characteristics in longissimus dorsi and semimembranosus muscles of Korean cattle steer [J]. Livestock Science, 2017, 198: 147-156.
- [31] 曹阳. 杜寒杂交羊与小尾寒羊背最长肌全基因组甲基化与转录组比较分析 [D]. 吉林: 吉林大学, 2017.
- [32] 靳光, 薛艳蓉, 张元庆, 等. 不同粗饲料与玉米青贮组合对晋南牛生长性能、屠宰性能、产肉性能及肉品质的影响 [J]. 动物营养学报, 2021, 33 (10): 5653-5663.
- [33] 刘孟君, 扎西央宗, 尼珍, 等. 天然放牧条件下河谷型藏绵羊及其与萨福克羊杂交后代肉品质的比较 [J]. 动物营养学报, 2022, 34 (5): 3077-3095.
- [34] 武雅楠, 曹玉凤, 高艳霞, 等. 日粮中添加亚麻籽对羔羊产肉性能和肉品质的影响 [J]. 畜牧兽医学报, 2012, 43 (9): 1392-1400.
- [35] 周玉香, 杨宇为. 过瘤胃赖氨酸、共轭亚油酸和 N-乙酰谷氨酸对舍饲滩羊产肉性能和肉品质的影响 [J]. 动物营养学报, 2015, 27 (12): 3904-3911.
- [36] SANUDO C, ENSER M E, CAMPO M M. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain [J]. Meat Science, 2000, 54 (4): 339-346.
- [37] 周英, 杜杰. 电子鼻工作原理及在肉品检测中的应用 [J]. 肉类工业, 2016 (4): 42-45.
- [38] 贾洪锋, 卢一, 何江红, 等. 电子鼻在牦牛肉和牛肉猪肉识别中的应用 [J]. 农业工程学报, 2011, 27 (5): 358-363.
- [39] 周慧敏, 张顺亮, 郝艳芳, 等. HS-SPME-GC-MS-O 结合电子鼻对坨坨猪肉主体风味评价分析 [J]. 食品科学, 2021, 42 (2): 218-226.
- [40] 丁媛, 郑平安, 缪芳芳, 等. 电子鼻在 8 种贝类气味差异研究中的应用 [J]. 食品科学, 2013, 34 (22): 353-355.