

滩羊不同生长发育阶段屠宰性能、 肉品质特性比较研究

马小明^{1,2}, 吴建平^{1,3,*}, 施 安², 郎 侠³, 丁 伟², 石晓雷¹, 张俊丽², 王晓薇²

(1.甘肃农业大学动物科学技术学院, 甘肃 兰州 730070; 2.宁夏农林科学院动物科学研究所, 宁夏 银川 750002;
3.甘肃省农业科学院, 甘肃 兰州 730000)

摘 要: 研究滩羊不同生长阶段的屠宰性能、肉品质、脂肪酸和氨基酸含量。选择同一条件下饲养的6、9、12月龄滩羊母羊各10只, 屠宰后分别测定其屠宰性能、肉品质、脂肪酸和氨基酸含量。结果表明: 6、9、12月龄滩羊屠宰性能存在一定差异; 9月龄滩羊肉具有较好的肉品质特性; 6、9、12月龄滩羊背最长肌共检测出16种氨基酸, 其中必需氨基酸8种, 非必需氨基酸8种, 苏氨酸、精氨酸含量12月龄显著高于6月龄和9月龄 ($P < 0.05$); 共检测了37种脂肪酸含量, 其中检出26种、未检出11种, 3个生长阶段滩羊肉中饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸含量差异不显著, 多不饱和脂肪酸含量差异显著 ($P < 0.05$), 不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸的比例随着滩羊月龄的增长呈现增加趋势。综上所述, 滩羊在9月龄时表现出较好的屠宰性能和肉品质特性, 滩羊肉中含有丰富的氨基酸和脂肪酸。

关键词: 滩羊; 生长阶段; 屠宰性能; 肉品质; 脂肪酸; 氨基酸

Comparative on Slaughter Performance and Meat Quality Characteristics of Tan Sheep at Different Growth Stages

MA Xiaoming^{1,2}, WU Jianping^{1,3,*}, SHI An², LANG Xia³, DING Wei², SHI Xiaolei¹, ZHANG Junli², WANG Xiaowei²

(1.College of Animal Science and Technology, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China;

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

3.Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730000, China)

Abstract: The aim of this experiment was to comparatively study of the slaughter performance, meat quality, fatty acid composition and amino acid composition of Tan sheep at different growth phases. Ewes at 6, 9 and 12 months of age ($n = 10$ each) raised under the same conditions were chosen and slaughtered for evaluation of slaughter performance, meat quality, amino acid composition and fatty acid composition. The results showed that slaughter performance differed with age. Tan sheep at 9 months of age showed better meat quality characteristics. A total of 16 amino acids were detected in *Longissimus dorsi* at the three slaughter ages, including 8 essential amino acids and 8 non-essential amino acids. The contents of threonine and arginine were significantly higher at 12 months old and those at 6 and 9 months old ($P < 0.05$). A total of 37 fatty acids were tested at the three ages, of which 11 were undetectable. The contents of polyunsaturated but not saturated or monounsaturated fatty acids significantly differed with slaughter age ($P < 0.05$). Furthermore, the ratio of unsaturated to saturated fatty acid exhibited a significant increasing trend with increasing slaughter age. Taken together, Tan sheep at 9 months of age showed better slaughter performance and meat quality characteristics with rich amino acids and fatty acids.

Keywords: Tan sheep; growth stage; slaughter performance; meat quality; fatty acids; amino acids

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20200310-065

中图分类号: TS251.2

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2020) 07-0022-06

收稿日期: 2020-03-10

基金项目: 宁夏农林科学院对外交流合作项目 (DW-X-2018021);

宁夏青年科技人才托举工程项目 (TJGC2018007); 宁夏农业育种专项 (2013NYYZ04);

宁夏农林科学院全产业链创新示范项目 (NKYZ-16-0203); 宁夏自然科学基金项目 (2018AAC03184)

第一作者简介: 马小明 (1984—) (ORCID: 0000-0001-7710-5714), 男, 副研究员, 博士研究生, 研究方向为动物遗传育种与繁殖。E-mail: maxiaoming_20@163.com

*通信作者简介: 吴建平 (1960—) (ORCID: 0000-0002-5120-8755), 男, 教授, 博士, 研究方向为动物遗传育种、家畜生产体系。E-mail: wujp@gsagr.ac.cn



引文格式:

马小明, 吴建平, 施安, 等. 滩羊不同生长发育阶段屠宰性能、肉品质特性比较研究[J]. 肉类研究, 2020, 34(7): 22-27.
DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20200310-065. <http://www.rlyj.net.cn>

MA Xiaoming, WU Jianping, SHI An, et al. Comparative on slaughter performance and meat quality characteristics of Tan sheep at different growth stages[J]. Meat Research, 2020, 34(7): 22-27. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20200310-065.
<http://www.rlyj.net.cn>

滩羊是我国独特的裘皮绵羊品种, 在荒漠、半荒漠地区经过长期繁衍驯化, 形成了耐干旱、耐盐碱、耐粗饲、强抗病性及强抗逆性等特性, 在宁夏养殖比例较高, 经济效益显著, 素有宁夏五宝之一的二毛裘皮就出自滩羊这一品种^[1], 滩羊养殖业已成为宁夏中部干旱带畜牧业的主导产业, 在助力精准扶贫、增加养殖收益方面发挥着重要作用^[2]。

近年来, 糖尿病、高血脂、肥胖症高发, 同时随着消费意识和膳食结构的转变, 消费者越发注重食品质量及安全, 更加青睐高蛋白、低热量、低脂肪的肉制品, 更加关注食品品质。鉴于北方人的饮食习惯和习俗, 羊肉被称为理想的“保健肉”^[3]。肉是人类营养的主要蛋白质来源, 其具有较高的营养价值, 含有一些矿物质和维生素, 如铁、VB₁₂、叶酸等, 而这些物质其他食物中有的不含, 有的则生物利用率很低。随着人们对健康的关注, 对肉类功能成分的开发也越来越多^[4]。宁夏滩羊肉质细嫩、鲜美可口、不膻不腻, 因其独特的地方特色和风味而深受消费者青睐^[5]。

肉中含有丰富的脂肪酸和氨基酸, 是人体重要的营养物质来源之一。羊肉品质及其营养价值是当前研究热点之一。高爱琴等^[6]研究发现, 7月龄羊、育成羊、成年巴美肉羊在羊肉脂肪酸含量方面存在差异。张耀强等^[7]研究不同年龄波尔山羊肌肉脂肪酸组成时发现, 随着年龄的增长, 饱和脂肪酸相对含量逐渐减少, 而不饱和脂肪酸相对含量呈递增趋势, 但在其研究的4个年龄组间差异不显著。李维红等^[8]研究靖远滩羊体脂脂肪酸时发现, 随着年龄的增长, 短链脂肪酸和硬脂酸的相对含量显著增加。目前, 关于滩羊的研究主要集中在不同营养饲料对滩羊肉品质的影响及功能基因与目标性状关联性方面^[9-11], 但系统开展滩羊不同生长发育阶段屠宰性能、肉品质、脂肪酸、氨基酸含量的研究较少。本研究旨在通过对6、9、12月龄生长发育阶段滩羊的屠宰性能、肉品质、脂肪酸、氨基酸含量进行比较研究, 为滩羊屠宰加工、滩羊高效养殖、滩羊肉开发、优质肉品生产加工等提供技术支撑, 为饲料配制调制、饲料配方设计、实验方案设计研究等提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

选择盐池县某养殖户饲养的6、9、12月龄滩羊母羊各10只, 共30只, 所选滩羊为在同一饲养管理条件下的放牧滩羊, 每日早晚饮水各1次。

宰前禁食12 h, 禁水2 h, 屠宰后分别采集背最长肌肉样500 g左右, 其中300 g用于测定肉品质相关指标, 其余样品冷藏条件下运回实验后冷冻, 进行脂肪酸、氨基酸的测定。

甲醇、乙酰氯、无水碳酸钠、甲苯、异辛烷(色谱纯)、37种脂肪酸甲酯混合标准品(10 mg/mL)上海安谱实验科技股份有限公司。

1.2 仪器与设备

YY-2应变控制式无侧限压力仪、CP214电子天平奥豪斯仪器(上海)有限公司; TMS-Touch质构仪、YP502N分析天平上海菁海仪器有限公司; XMTD-4000电热恒温水浴锅北京市永光明医疗仪器有限公司; TTL-DCII氮吹仪北京同泰联科技发展有限公司; TG16台式高速离心机长沙英泰仪器有限公司; 7890B气相色谱仪美国安捷伦科技有限公司。

1.3 方法

滩羊在屠宰场放血屠宰后, 去除皮、内脏等, 静置排酸, 参照GB/T 9961—2008《鲜、冻胴体羊肉》进行胴体分割与指标测定。准确测定产肉性能指标(胴体质量、屠宰率、净肉率、骨肉比、背膘厚、眼肌面积、胴体脂肪含量(carass fat content, GR)值等)、滩羊肉理化指标和食用品质(熟肉率、失水率、剪切力、常规营养成分含量)以及脂肪酸、氨基酸含量。

1.3.1 屠宰性能测定

测定活体质量、胴体质量、净肉质量、骨质量、皮质量、肾质量、肾脂质量、背膘厚、眼肌面积、GR值等。

胴体质量: 滩羊经屠宰、放血后, 去皮毛、头、蹄、尾尖、内脏(肾脏、肾脂除外)及四肢下部(腕关节以下), 静置排酸30 min, 所得剩余躯体的质量。

屠宰率: 所测胴体质量占宰前活体质量百分比, 按式(1)计算。

$$\text{屠宰率}/\% = \frac{\text{胴体质量}/\text{kg}}{\text{宰前活体质量}/\text{kg}} \times 100 \quad (1)$$



净肉质量：胴体除去尾脂及骨骼后肌肉和脂肪的总质量（滩羊尾脂、骨骼附着肉和损耗肉去除量不超过300g）。

胴体净肉率：净肉质量占胴体质量百分比，按式（2）计算。

$$\text{净肉率}/\% = \frac{\text{净肉质量}/\text{kg}}{\text{胴体质量}/\text{kg}} \times 100 \quad (2)$$

骨肉比：胴体骨质量与净肉质量的比值，按式（3）计算。

$$\text{骨肉比}/\% = \frac{\text{骨质量}/\text{kg}}{\text{净肉质量}/\text{kg}} \times 100 \quad (3)$$

背膘厚：测定胴体第12~13根肋骨上方靠近背中线的脂肪厚度，一般用游标卡尺测量自然状态下背部脂肪垂直方向的脂肪厚度，精确度0.1 mm。

眼肌面积：滩羊屠宰后用硫酸纸绘制第12~13根肋骨脊椎上方背最长肌的横切图，眼肌面积按式（4）计算。

$$\text{眼肌面积}/\text{cm}^2 = \text{眼肌高度}/\text{cm} \times \text{眼肌宽度}/\text{cm} \times 0.7 \quad (4)$$

GR值：测定胴体第12~13根肋骨处，距离背脊中线11 cm的组织厚度，用游标卡尺测量，精确度0.1 mm。

1.3.2 肉品质常规指标测定

样品采集后冷藏运回实验室，用于肉品质常规指标及理化指标的测定。肉品质的测定应在采样后尽早进行，测定时取出冷藏样品，剔除筋膜和脂肪测定。

失水率：取背最长肌30 g，用双片刀取1 cm厚的肉片，并用圆形取样器钻出圆形肉片，称质量，随即将肉片上下各铺18层滤纸和1层纱布，在压力仪上保持35 kg压力5 min，取掉纱布及滤纸，取出肉样并再次称质量，每个样品3个重复。失水率按式（5）计算。

$$\text{失水率}/\% = \frac{\text{压前肉样质量}/\text{g} - \text{压后肉样质量}/\text{g}}{\text{压前肉样质量}/\text{g}} \times 100 \quad (5)$$

嫩度：取背最长肌样品，剔除筋膜和脂肪，将温度计插入肉样中心，用自封袋封装后放入80℃水浴锅中加热至肉样中心温度达70℃，取出自封袋后置于在0~4℃条件下（或冰箱4℃冷藏）冷却，冷却后取出肉样用滤纸吸干肉样上水分。用圆形取样器取样，用质构仪测定肌肉剪切力，每个样品3个重复。

熟肉率：取背最长肌肉样100 g，剔除筋膜和脂肪，用分析天平称质量，随后将肉样置于蒸锅，沸水蒸煮30 min，室温下自然冷却后再次称质量。熟肉率按式（6）计算。

$$\text{熟肉率}/\% = \frac{\text{熟肉质量}/\text{g}}{\text{鲜肉质量}/\text{g}} \times 100 \quad (6)$$

水分含量：参照GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》；粗蛋白质含量：参照GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的

测定》；粗脂肪含量：参照GB 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》；粗灰分含量：参照GB 5009.4—2016《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》。

1.3.3 脂肪酸及氨基酸含量测定

参照GB 5009.168—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定》进行脂肪酸测定；参照GB 5009.124—2016《食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定》进行氨基酸测定。

1.4 数据处理

用Excel 2019软件记录实验数据，结果表示为平均值±标准差，运用SPSS 10.0统计软件中的One-Way ANOVA程序进行实验数据单因素方差分析，若差异显著，则采用Duncan's法进行多重比较， $P < 0.05$ 为差异显著， $P < 0.01$ 为差异极显著。

2 结果与分析

2.1 滩羊不同生长发育阶段屠宰性能测定结果

表1 滩羊不同生长发育阶段屠宰性能指标分析
Table 1 Slaughter performance of Tan sheep of different ages

指标	6月龄	9月龄	12月龄
活体质量/kg	28.71±1.97 ^c	33.89±1.80 ^b	37.61±2.34 ^a
胴体质量/kg	14.00±1.34 ^c	18.07±1.11 ^b	20.05±2.01 ^a
头质量/kg	1.57±0.09 ^b	1.64±0.08 ^b	1.84±0.10 ^a
蹄质量/kg	0.64±0.03	0.68±0.04	0.79±0.06
皮质量/kg	2.88±0.40 ^b	3.54±0.30 ^a	3.67±0.22 ^a
肉质量/kg	3.98±0.46 ^b	5.99±0.37 ^a	5.15±0.75 ^a
骨质量/kg	2.46±0.32 ^b	1.94±0.36 ^c	3.77±0.51 ^a
骨肉比/%	62.01±6.49 ^c	32.55±6.21 ^b	139.17±28.90 ^a
肾质量/kg	0.09±0.01 ^a	0.10±0.01 ^{ab}	0.10±0.01 ^b
肾脂质量/kg	0.25±0.27 ^b	0.51±0.13 ^a	0.37±0.12 ^a
屠宰率/%	48.71±2.45 ^b	53.30±1.15 ^a	52.65±1.70 ^a
净肉率/%	61.82±2.40	75.59±3.63	42.36±5.18
肚油质量/kg	0.31±0.10 ^b	0.82±0.20 ^a	0.69±0.16 ^a
尾脂质量/kg	0.77±0.25 ^b	1.18±0.16 ^a	1.47±0.71 ^a
眼肌面积/cm ²	11.57±1.49	12.82±1.80	13.21±3.37
GR值/mm	4.41±2.04 ^c	9.93±2.31 ^a	6.73±1.59 ^b
背膘厚/mm	2.80±1.26 ^b	4.33±0.72 ^a	4.73±1.92 ^a

注：同行小写字母不同，表示差异显著（ $P < 0.05$ ）；同行大写字母不同，表示差异极显著（ $P < 0.01$ ）。下同。

由表1可知，通过对在同一饲养条件下饲养的6、9、12月龄滩羊进行研究发现，随着月龄的增加，滩羊活体质量、胴体质量显著增加（ $P < 0.05$ ），6月龄与12月龄间差异极显著（ $P < 0.01$ ）。头质量6月龄、9月龄间差异不显著，但均与12月龄间差异显著（ $P < 0.05$ ）；蹄质量3个阶段差异不显著，皮质量9月龄与12月龄间差异不显著，但均与6月龄间差异显著（ $P < 0.05$ ）。背膘厚、肾脂质量、屠宰率、肚油质量、尾脂质量9月龄与12月龄间差异不显著，而均与6月龄间差异显著（ $P < 0.05$ ），除尾脂质量和背膘厚外，9月龄高于6月

龄与12月龄。肾质量9月龄与12月龄间差异不显著,但12月龄与6月龄间差异显著($P<0.05$)。骨肉比3个生长阶段差异极显著($P<0.01$),净肉率3个阶段差异不显著,但9月龄明显高于6月龄和12月龄;眼肌面积3个生长阶段差异不显著,但随着月龄的增长眼肌面积呈现增加趋势;GR值3个生长阶段差异显著,且9月龄 >12 月龄 >6 月龄。

动物的一般生长规律是随着年龄的增长,体质量等身体各要素都会不断增加,直到达到一定程度,在所研究的3个生长阶段中,随着月龄的增加,滩羊活体质量、胴体质量、头质量、尾脂质量等指标也不断增加,直到达到一定阶段后保持一个相对稳定的水平,但并不是所有指标都具有这一特性。屠宰率、净肉率等是代表滩羊屠宰性能的主要指标,屠宰率是反映家畜产肉率的重要指标之一,屠宰率越高,家畜的产肉能力越大^[12]。9月龄滩羊的屠宰率、净肉率、肉质量高于6月龄和12月龄,骨肉比低于其他2个阶段。眼肌面积是反映家畜胴体发育程度的指标,通常情况下,眼肌面积与胴体质量呈正相关^[13],而宰前活体质量越大,胴体质量越大。在所研究的3个生长阶段中眼肌面积差异不显著,表现为随着月龄的增长,眼肌面积呈现上升趋势。

2.2 不同生长发育阶段滩羊肉常规品质指标分析

表2 滩羊肉常规品质指标分析

Table 2 Routine nutritional indexes of Tan sheep meat

指标	6月龄	9月龄	12月龄
熟肉率/%	53.65±1.44	54.63±1.47	54.12±1.35
剪切力/N	16.67±3.07 ^b	28.47±5.19 ^a	28.79±3.83 ^a
失水率/%	31.97±4.44 ^{ab}	29.46±2.72 ^b	35.77±8.21 ^a
水分含量/%	72.10±0.90	70.13±1.97	70.30±3.56
蛋白质含量/%	19.57±0.46	19.93±0.95	20.53±0.81
灰分含量/%	0.96±0.03	0.98±0.02	1.02±0.08
脂肪含量/%	7.03±1.75	9.37±2.55	7.33±3.93

由表2可知,6、9、12月龄3个生长阶段熟肉率差异不显著,但以9月龄为最优。肉品质既包括食用品质,如色泽、嫩度、风味、保水性和多汁性等,也包括其营养品质、安全品质或卫生品质等^[14]。肉的嫩度是消费者最重视的实用品质之一,它决定了肉在食用时的口感,是反映肉质地的指标^[15]。剪切力9月龄、12月龄间差异不显著,但均与6月龄差异显著($P<0.05$),且随着月龄的增加,剪切力呈现上升趋势。失水率9月龄显著低于12月龄($P<0.05$)。滩羊不同生长阶段水分、蛋白质、灰分及脂肪含量差异均不显著,但9月龄滩羊肉脂肪含量明显高于6月龄和12月龄。研究发现,9月龄滩羊肉品质方面具有一定特点,嫩度、熟肉率、粗脂肪等指标最优。

2.3 不同生长发育阶段滩羊肉氨基酸含量分析

氨基酸是一切生命的物质基础,是蛋白质的基本组成单位,不仅参与蛋白质合成,还可调控基因表达,在研究生命起源、人体营养与代谢、生物的遗传与变异等方面有着非常重要的作用和地位。氨基酸及其衍生物在营养、代谢、抗癌、抗HIV、抗高血压、改善饮食功效等方面都发挥着十分重要的作用^[16]。羊肉中含有人体所需的大部分氨基酸,种类齐全,含量丰富^[15],是人体氨基酸的重要来源之一。

表3 不同生长发育阶段滩羊肉氨基酸含量分析

Table 3 Amino acid composition of Tan sheep meat at different growth stages

		g/100 g		
氨基酸种类	氨基酸名称	6月龄	9月龄	12月龄
必需氨基酸	苏氨酸	0.91±0.03 ^b	0.90±0.02 ^b	0.97±0.06 ^a
	缬氨酸	1.04±0.01	1.03±0.01	1.04±0.04
	蛋氨酸	0.72±0.01	0.78±0.05	0.74±0.08
	异亮氨酸	0.96±0.03	0.95±0.04	0.90±0.07
	亮氨酸	1.53±0.02	1.51±0.03	1.52±0.07
	苯丙氨酸	1.00±0.01	1.02±0.06	0.95±0.09
	赖氨酸	1.64±0.05	1.62±0.02	1.68±0.06
	组氨酸	0.75±0.02	0.73±0.04	0.79±0.03
占总氨基酸比例/%		52.24	44.69	46.08
非必需氨基酸	天冬氨酸	1.79±0.05	1.77±0.07	1.93±0.09
	精氨酸	1.24±0.03 ^b	1.33±0.13 ^b	1.49±0.10 ^a
	丝氨酸	0.78±0.03	0.79±0.03	0.83±0.05
	谷氨酸	2.96±0.10	2.98±0.11	3.15±0.19
	脯氨酸	0.84±0.08	0.79±0.15	0.77±0.03
	甘氨酸	0.95±0.04	0.98±0.34	0.91±0.07
	丙氨酸	1.18±0.05	1.15±0.13	1.20±0.09
	酪氨酸	0.82±0.01	0.78±0.06	0.75±0.06
占总氨基酸比例/%		47.76	55.31	53.92
总氨基酸		22.11	19.11	19.62

由表3可知,6、9、12月龄滩羊背最长肌共检测出16种氨基酸,其中必需氨基酸8种,分别为苏氨酸、缬氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸、组氨酸,非必需氨基酸8种,分别为天冬氨酸、精氨酸、丝氨酸、谷氨酸、脯氨酸、甘氨酸、丙氨酸及酪氨酸。苏氨酸和精氨酸含量6月龄、9月龄间差异不显著,但与12月龄间相比显著较低($P<0.05$)。6、9、12月龄滩羊背最长肌中必需氨基酸占总氨基酸的比例分别为52.24%、44.69%和46.08%,其中6月龄必需氨基酸占总氨基酸的比例明显高于9月龄和12月龄;6、9、12月龄滩羊背最长肌中非必需氨基酸占总氨基酸的比例分别为47.76%、55.31%和53.92%,12月龄 >9 月龄 >6 月龄。3个生长阶段滩羊肉中,谷氨酸含量均最高。羊肉的氨基酸含量与组成相当丰富且合理,营养成分齐全,必需氨基酸和非必需氨基酸比例适宜^[17-18],是一种天然、营养、健康的食品。通过本实验研究发现滩羊肉中氨基酸含量丰富,必需氨基酸与非必需氨基酸比例适宜^[19],具有较高的营养价值。

2.4 不同生长发育阶段滩羊肉脂肪酸含量分析

表4 不同生长发育阶段滩羊肉主要脂肪酸含量分析
Table 4 Fatty acid composition of Tan sheep meat at different growth stages

	g/100 g		
脂肪酸	6月龄	9月龄	12月龄
丁酸甲酯 (C _{4:0})	0.403 0±0.083 4 ^a	0.246 3±0.026 0 ^b	0.240 7±0.035 0 ^b
辛酸甲酯 (C _{8:0})	0.001 6±0.000 2	0.001 2±0.000 2	0.001 7±0.000 8
癸酸甲酯 (C _{10:0})	0.011 4±0.003 5	0.018 4±0.003 3	0.010 9±0.009 7
十二碳酸甲酯 (C _{12:0})	0.013 5±0.070 0	0.031 1±0.008 4	0.013 1±0.013 4
十三碳酸甲酯 (C _{13:0})	0.001 4±0.000 2 ^b	0.001 6±0.000 3 ^{ab}	0.002 0±0.000 0 ^a
十四碳酸甲酯 (C _{14:0})	0.216 3±0.069 3	0.391 7±0.097 1	0.406 7±0.181 7
顺-9-十四碳一烯酸甲酯 (C _{14:1})	0.007 3±0.002 7	0.012 8±0.004 0	0.038 0±0.028 2
十五碳酸甲酯 (C _{15:0})	0.029 7±0.006 5	0.048 0±0.015 0	0.041 4±0.004 6
顺-10-十五碳一烯酸甲酯 (C _{15:1})	0.001 6±0.000 4 ^b	0.002 5±0.000 1 ^a	0.002 1±0.000 6 ^{ab}
十六碳酸甲酯 (C _{16:0})	1.586 7±0.376 1	2.206 7±0.439 8	1.845 7±1.350 2
顺-9-十六碳一烯酸甲酯 (C _{16:1})	0.140 7±0.032 6	0.193 3±0.054 5	0.196 0±0.123 6
十七碳酸甲酯 (C _{17:0})	0.086 6±0.018 5	0.078 7±0.069 4	0.123 9±0.085 7
顺-10-十七碳一烯酸甲酯 (C _{17:1})	0.048 4±0.008 7	0.058 4±0.022 1	0.062 2±0.034 8
十八碳酸甲酯 (C _{18:0})	1.180 0±0.144 2	1.473 3±0.391 2	1.384 7±0.965 2
顺-9-十八碳一烯酸甲酯 (C _{18:1 n-7c})	2.746 7±0.530 1	3.610 0±1.053 0	3.290 7±2.319 1
反,反-9,12-十八碳二烯酸甲酯 (C _{18:2 n-6c})	0.015 4±0.003 6	0.033 3±0.013 0	0.015 1±0.010 7
顺,顺-9,12-十八碳二烯酸甲酯 (C _{18:2 n-6c})	0.257 0±0.047 3	0.307 0±0.033 4	0.274 0±0.122 0
二十碳酸甲酯 (C _{20:0})	0.001 7±0.000 4	0.008 0±0.005 4	0.006 3±0.003 8
顺,顺,顺-6,9,12-十八碳三烯酸甲酯 (C _{18:3 n-6})	0.003 2±0.001 7	0.004 4±0.001 1	0.003 7±0.002 2
顺-11-二十碳一烯酸甲酯 (C _{20:1})	0.016 2±0.002 8 ^b	0.031 2±0.009 0 ^a	0.013 1±0.003 2 ^b
顺,顺,顺-9,12,15-十八碳三烯酸甲酯 (C _{18:3 n-3})	0.035 7±0.012 1	0.053 3±0.016 4	0.033 4±0.024 0
二十一碳酸甲酯 (C _{21:0})	0.001 6±0.000 3	0.001 9±0.000 9	0.002 3±0.001 2
顺,顺-11,14-二十碳二烯酸甲酯 (C _{20:2})	0.002 7±0.001 0	0.003 9±0.001 6	0.006 4±0.017 0
顺,顺,顺-8,11,14-二十碳三烯酸甲酯 (C _{20:3 n-6})	0.005 2±0.000 6	0.006 4±0.000 5	0.005 9±0.001 6
顺-11,14,17-二十碳三烯酸甲酯 (C _{20:3 n-3})	0.065 7±0.006 2	0.066 7±0.004 2	0.075 1±0.008 8
顺-5,8,11,14,17-二十碳五烯酸甲酯 (C _{20:5 n-3})	0.001 7±0.000 3 ^b	0.003 8±0.001 4 ^a	0.002 1±0.000 9 ^{ab}
SFA	3.53±0.51	4.51±0.68	4.08±0.59
MUFA	2.96±0.75	3.91±0.99	3.60±0.90
PUFA	0.37±0.05 ^a	0.48±0.06 ^b	0.42±0.06 ^c
UFA	3.33±0.70	4.38±0.92	4.02±0.84
UFA/SFA/%	94.24±4.13	97.28±6.02	98.48±5.03
PUFA/SFA/%	10.44±1.81	10.62±3.12	10.19±2.42
n-6 PUFA	28.08±0.23 ^a	35.11±0.23 ^b	29.87±0.20 ^c
n-3 PUFA	8.55±0.05 ^A	12.38±0.06 ^B	21.91±0.04 ^C
n-6 PUFA/n-3 PUFA/%	328.42±7.00	283.60±8.00	205.43±6.00
总脂肪酸	6.876 7±1.207 3	8.943 3±2.169 5	7.916 7±5.321 1

注: SFA. 饱和脂肪酸 (saturated fatty acid); MUFA. 单不饱和脂肪酸 (monounsaturated fatty acid); PUFA. 多不饱和脂肪酸 (polyunsaturated fatty acid); UFA. 不饱和脂肪酸 (unsaturated fatty acid)。

脂肪酸在人和动物体内有着特殊的生理功能^[20-23], 实验共检测了37种脂肪酸含量, 由表4可知, 检出26种、未检出11种。在检出的脂肪酸中, 主要有5种脂肪酸在滩羊不同生长发育阶段存在差异, 分别为丁酸甲酯 (C_{4:0})、十三碳酸甲酯 (C_{13:0})、顺-10-十五碳一烯酸甲酯 (C_{15:1})、顺-11-二十碳一烯酸甲酯 (C_{20:1})和顺-5,8,11,14,17-二十碳五烯酸甲酯 (C_{20:5 n-3})。滩羊肉中脂肪酸含量丰富, 虽然3个生长阶段总脂肪酸含量差异不显著, 但9月龄含量最高, 其次为12月龄和6月龄。在所检测的脂肪酸种类中, 硬脂酸 (C_{18:0}) 含量为9月龄明显

高于6月龄和12月龄。3个生长阶段滩羊肉SFA、MUFA含量差异不显著, PUFA含量差异显著, 且9月龄最高。UFA/SFA随着滩羊月龄的增长呈现增加趋势。*n*-6 PUFA含量3个生长阶段差异显著 ($P<0.05$), 9月龄含量最高。*n*-3 PUFA含量3个阶段差异极显著 ($P<0.01$), 且随着月龄的增加呈增长趋势, *n*-6 PUFA:*n*-3 PUFA 3个阶段差异不显著, 呈递减趋势。

必需脂肪酸是人体的必需营养素^[24-25]。近年来, 多数研究表明, PUFA不仅对人类很多疾病具有明显预防和治疗作用, 还对动物的脂类代谢具有调节作用, 是影响动物组织脂类代谢的关键因子^[14-15]。脂肪酸组成不同对胆固醇的影响效果也不一样^[26-27]。对于反刍动物来说, 部分中长链SFA可能是瘤胃微生物中一些具有氢化作用的细菌可以将大部分PUFA (多为12碳以上) 氢化所致, 并沉积于脂肪组织中, 成为脂肪组织的主要成分, 对畜肉产品的风味产生重要影响^[28-31]。

3 结 论

通过对滩羊不同生长发育阶段的屠宰性能、肉品质、脂肪酸、氨基酸含量进行研究发现, 9月龄滩羊具有最优的屠宰性能和肉品质特性。滩羊肉中氨基酸含量丰富, 必需氨基酸与非必需氨基酸比例适宜, 具有较高的营养价值。6、9、12月龄滩羊肉中PUFA、MUFA、*n*-3 PUFA、*n*-6 PUFA含量丰富, 9月龄滩羊肉总脂肪酸含量、PUFA、*n*-6 PUFA含量高于6月龄和12月龄。3个生长阶段滩羊肉UFA、MUFA含量差异不显著, UFA/SFA随着滩羊月龄的增长呈现增加趋势, *n*-3 PUFA含量差异极显著, 随着月龄的增加呈增长趋势, 12月龄含量最高, *n*-6 PUFA:*n*-3 PUFA 3个阶段差异不显著, 呈递减趋势。

本研究对同一饲养条件下的滩羊不同生长阶段屠宰性能、肉品质、脂肪酸、氨基酸含量进行比较研究, 对滩羊养殖、出栏、优质滩羊肉生产都具有十分重要的意义, 以期对滩羊产业发展提供技术支撑, 助力产业发展。

参考文献:

- [1] 朱雯静, 张吉清. 宁夏盐池滩羊产业发展现状分析[J]. 现代畜牧科技, 2016, 21(9): 3-4. DOI:10.19369/j.cnki.2095-9737.2016.09.002.
- [2] 马小明, 李颖康. 宁夏羊产业发展现状[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2017(6): 67-70. DOI:10.13881/j.cnki.hljxmsy.2017.1043.
- [3] 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. DOI:10.3969/j.issn.1006-267x.2015.12.032.
- [4] 孔保华, 韩建春. 肉品科学与技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2017: 4-5.
- [5] 钱文熙, 闻宏. 滩羊肉品质研究[C]//中国畜牧兽医学动物营养学会第10次学术研讨会论文集, 北京: 中国畜牧兽医学, 2008: I-II.



- [6] 高爱琴, 陶晓臣, 李虎山, 等. 性别与年龄对巴美肉羊肉品质的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2010(1): 55-57. DOI:10.13881/j.cnki.hljxmsy.2010.01.046.
- [7] 张耀强, 郑中朝. 不同年龄波杂山羊肌肉中脂肪酸的组成[J]. 甘肃农业大学学报, 2017, 42(5): 20-23. DOI:10.13432/j.cnki.jgsau.2007.05.017.
- [8] 李维红, 吴建平. 靖远滩羊体脂脂肪酸与肉品质关系的研究[J]. 中国草食动物, 2005, 42(5): 54-56.
- [9] 刘丹, 何鑫, 李涛, 等. 不同品种脂臀羊尾脂品质的比较分析[J]. 现代食品科技, 2019, 35(4): 244-300. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2019.4.033.
- [10] 孙劲松, 王雪, 高昌鹏, 等. 不同铜水平饲料对舍饲滩羊生长性能、屠宰性能及肉品质的影响[J]. 动物营养学报, 2019, 31(6): 2927-2932. DOI:10.3969/j.issn.1006-267x.2019.06.054.
- [11] 张秋旭, 张润厚. 添加不同形式亚麻油对肉羊生产性能、肉品质、脂肪酸含量及脂代谢相关酶基因mRNA表达量的影响[J]. 畜牧兽医学报, 2018, 49(9): 1928-1939. DOI:10.11843/j.issn.0366-6964.2018.09.014.
- [12] 李长春, 成启明, 王志军, 等. 饲草型FTMR对羔羊生产性能的影响[J]. 中国草地学报, 2017, 39(2): 90-95. DOI:10.16742/j.zgdx.2017-02-14.
- [13] 陈丽. 羊胴体分级模型与分级评定技术研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2011.
- [14] 孔保华, 韩建春. 肉品科学与技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2017: 29-32.
- [15] 于瑞, 王兴涌. 各类氨基酸的应用研究进展[J]. 化工中间体, 2011, 8(10): 13-16. DOI:10.3969/j.issn.1672-8114.2011.10.004.
- [16] 热孜瓦古丽·米吉提, 买买提伊明·巴拉提. 绵羊羊肉氨基酸成分的比较研究[J]. 新疆农业科学, 2012, 49(8): 1552-1556. DOI:10.6048/j.issn.1001-4330.201.08.028.
- [17] 双金, 敖力格日玛, 敖长金. 苏尼特羊体脂脂肪酸组成的研究[J]. 畜牧兽医学报, 2015, 46(8): 1363-1374. DOI:10.11843/j.issn.0366-6964.2015.08.012.
- [18] NAKAMURA M T, YUDELL B E, LOOR J J. Regulation of energy metabolism by long-chain fatty acids[J]. Progress in Lipid research, 2014, 53: 124-144. DOI:10.1016/j.plipres.2013.12.001.
- [19] 钱爱萍, 颜孙安, 林香信, 等. 家禽肉中氨基酸组成及营养评价[J]. 中国农学通报, 2010, 26(13): 94-97.
- [20] 张洪涛, 单雷. $n-6$ 和 $n-3$ 多不饱和脂肪酸在人和动物体内的功能关系[J]. 山东农业科学, 2006(2): 115-120. DOI:10.14083/j.issn.1001-4942.2006.02.045.
- [21] 王雪, 闫素梅. 多不饱和脂肪酸对动物脂类代谢的调节作用与机制[J]. 动物营养学报, 2019, 31(6): 2471-2478. DOI:10.3969/j.issn.1006-267x.2019.06.004.
- [22] 陈银基, 鞠兴荣. 饱和脂肪酸分类与生理功能[J]. 中国油脂, 2008, 33(3): 35-38.
- [23] 鲍建民. 多不饱和脂肪酸的生理功能及安全性[J]. 中国食物与营养, 2006(1): 45-46. DOI:10.3969/j.issn.1006-9577.2006.01.014.
- [24] 黄玉华. 膳食脂肪酸平衡性的调查与营养平衡调油的研究[D]. 南昌: 南昌大学, 2007: 1-6.
- [25] 黄凤洪, 黄庆德, 刘昌盛. 脂肪酸的营养与平衡[J]. 食品科学, 2004, 25(增刊): 262-265.
- [26] 唐传核, 徐建祥, 彭志英. 脂肪酸营养与功能的最新研究[J]. 中国油脂, 2000, 25(6): 20-23. DOI:10.3321/j.issn:1003-7969.2000.06.005.
- [27] MOZAFFARIAND, WU J H. ($n-3$) Fatty acids and cardiovascular health: are effects of EPA and DHA shared or complementary?[J]. The Journal of Nutrition, 2012, 142(3): 614S-625S. DOI:10.3945/jn.111.149633.
- [28] WOOD J D, ENSER M, FISHER A V, et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: a review[J]. Meat Science, 2008, 78(4): 343-358. DOI:10.1016/j.meatsci.2007.07.019.
- [29] 杨东, 王文义, 乔文, 等. 肉羊脂肪沉积及其调控手段[J]. 粮食与饲料工业, 2016, 12(1): 51-55. DOI:10.7633/j.issn.1003-6202.2016.01.013.
- [30] 王柏辉, 王宇, 杜瑞, 等. 苏尼特羊脂肪组织中脂肪酸沉积机制的研究[J]. 食品工业科技, 2019, 40(7): 11-16. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2019.07.003.
- [31] 侯川川, 马莲香. 饲料类型对育肥湖羊生长性能、屠宰性能和肉品质的影响[J]. 动物营养学报, 2018, 30(12): 5023-5031. DOI:10.3969/j.issn.1006-267x.2018.12.030.