

草原戈壁短尾羊肉营养成分分析

弓 宇¹, 贺喜格¹, 韩云飞¹, 陈 璐¹, 玉 兰², 格日勒图^{1,*}

(1. 内蒙古农业大学食品科学与工程学院, 内蒙古 呼和浩特 010018;

2. 内蒙古通辽市库伦旗农牧局兽药监察站, 内蒙古 通辽 028200)

摘 要: 为探究内蒙古包头市草原戈壁短尾羊肉的营养品质, 选取12只6月龄草原戈壁短尾羊, 宰后分别取股二头肌、肱三头肌和背最长肌, 进行理化指标、脂肪酸、氨基酸、矿物质元素等营养成分测定。结果表明: 草原戈壁短尾羊肉pH_{24h}为5.66左右, 水分含量达70.47%, 粗脂肪含量为7.37%, 粗蛋白含量达21.43%, 矿物质含量为3.00%; 骨骼肌脂肪酸中含量较高的脂肪酸有C_{6:0}、C_{10:0}、C_{16:1}、C_{22:0}; 在测定的氨基酸中, 谷氨酸含量最高, 其次为天冬氨酸、亮氨酸、赖氨酸、精氨酸等, 必需氨基酸中背最长肌苏氨酸含量显著高于股二头肌 ($P < 0.05$), 肱三头肌中的含量介于二者之间, 其他必需氨基酸含量在3个部位中差异不显著; 共检测了钾、钙、钠、镁、铜、锌、铁、锰8种矿物质元素, 其中除钾元素以外, 其他元素在3个部位中含量均有显著性差异 ($P < 0.05$)。

关键词: 草原戈壁短尾羊; 营养品质; 粗脂肪; 粗蛋白质; 脂肪酸; 氨基酸; 矿物质

Analysis of Nutritional Components of the Meat of Gobi Short-Tailed Sheep

GONG Yu¹, HE Xige¹, HAN Yunfei¹, CHEN Lu¹, YU Lan², BORJIGIN Gerelt^{1,*}

(1. College of Food Science and Engineering, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018, China;

2. Veterinary Drug Supervision Station of Agriculture and Animal Husbandry Bureau of Kulun Banner, Tongliao City, Inner Mongolia, Tongliao 028200, China)

Abstract: In order to explore the nutritional quality of the meat of Gobi short-tailed sheep in Baotou, Inner Mongolia, 12 six-month-old lambs were selected in this experiment. After slaughter, *Biceps femoris*, *Triceps brachii* and *Longissimus dorsi* muscles were taken to determine physicochemical properties, fatty acids, amino acids, mineral elements, and other nutrients. The results showed that the pH_{24h} of the muscles was about 5.66, the moisture content was 70.47%, the crude fat content was 7.37%, the crude protein content was 21.43%, and the mineral content was 3.00%. The dominant fatty acids in the skeletal muscles were C_{6:0}, C_{10:0}, C_{16:1} and C_{22:0}. Among the determined amino acids, glutamic acid was the most abundant, followed by aspartic acid, leucine, lysine, arginine and so on. The content of threonine as an essential amino acid for humans in *Longissimus dorsi* was significantly higher than that in *Biceps femoris* ($P < 0.05$), and that in *Triceps brachii* was in the middle. No significant difference was found among the three muscles in other essential amino acids. The contents of calcium, sodium, magnesium, copper, zinc, iron, and manganese but not potassium were significantly different among the three skeletal muscles ($P < 0.05$).

Keywords: Gobi short-tailed sheep; nutritional quality; crude fat; crude protein; fatty acid; amino acid; mineral

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20201222-295

中图分类号: TS251.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2021) 01-0007-05

引文格式:

弓宇, 贺喜格, 韩云飞, 等. 草原戈壁短尾羊肉营养成分分析[J]. 肉类研究, 2021, 35(1): 7-11. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20201222-295. <http://www.rlyj.net.cn>

GONG Yu, HE Xige, HAN Yunfei, et al. Analysis of nutritional components of the meat of Gobi short-tailed sheep[J]. Meat Research, 2021, 35(1): 7-11. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20201222-295. <http://www.rlyj.net.cn>

收稿日期: 2020-12-22

基金项目: 2018肉羊体系国家发改委科技部专项 (RZ1900002740)

第一作者简介: 弓宇 (1995—) (ORCID: 0000-0001-5244-288X), 男, 硕士研究生, 研究方向为肉制品科学与技术。

E-mail: gongyu1995920@163.com

*通信作者简介: 格日勒图 (1964—) (ORCID: 0000-0001-6645-1101), 男, 教授, 博士, 研究方向为肉制品科学与技术。

E-mail: bgerelt07@163.com

草原戈壁短尾羊是蒙古羊系的一个优良类群,通过组建开放式核心育种群和育、繁、推一体化的繁育系统,经过连续4个世代的持续选育,最终育成适应内蒙古戈壁地区半荒漠化草原生态环境的短脂尾型肉用绵羊新品种——草原戈壁短尾羊。草原戈壁短尾羊主要分布于内蒙古包头市达茂旗、乌兰察布市四子王旗、巴彦淖尔市乌拉特中旗及乌拉特前旗北部的荒漠草原^[1]。草原戈壁短尾羊羊尾质量仅为1 kg左右,大尾羊会消耗大量的饲草料,增加饲养成本,并对草原生态造成一定的压力,因此小尾型的草原戈壁短尾羊成为了重要的育种方向^[1]。

草原戈壁短尾羊是从苏尼特羊群中选育产生的短尾品种,肉色鲜红,肉质紧密有光泽,羊肉鲜美可口,深受当地消费者的喜爱。杜泊羊是原产南非的优质肉用绵羊品种,具有耐寒、生长发育快、个体大、胴体瘦肉率高、肉质芳香鲜嫩和适应性强等优良品性^[2]。萨福克羊是世界著名的肉羊品种,具有早熟、生长发育快、胴体瘦肉率高等特点,萨福克羊在全年以放牧为主,冬、春季节稍加补饲的条件下饲养,饲养方式为半放牧半舍饲^[3]。湖羊是我国长江以南地区养殖的优良肉用绵羊品种,对亚热带地区高温高湿气候环境有良好的适应性,同时还具有早熟、全年发情、多胎、高产和泌乳性能好等特性^[4]。不同品种的羊肉各具特点,导致其营养成分有所不同。为了解草原戈壁短尾羊肉的品质,本研究选用草原戈壁短尾羊为研究对象,对其股二头肌、肱三头肌及背最长肌进行常规理化指标、脂肪酸、氨基酸、矿物质成分测定和分析,研究草原戈壁短尾羊的营养特性,为草原戈壁短尾羊的营养价值提供科学理论依据,以期合理开发及利用草原戈壁短尾羊。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

从包头市梅力更养殖有限责任公司养殖场采集样品,随机选取12只6月龄草原戈壁短尾羊,屠宰后取股二头肌、肱三头肌和背最长肌3个骨骼肌部位。肉品采集后按实验要求进行分割,每份2 kg,在0~4℃条件下运输到实验室,用自封袋包装,放入-20℃冰箱内冷冻,待用。

正己烷、三氯化硼-乙醚、氯仿(均为分析纯)天津市风船化学试剂科技有限公司;硫酸铜、硫酸钾、浓硫酸、硼酸、苯酚(均为分析纯)福晨(天津)化学试剂有限公司。

1.2 仪器与设备

6850气相色谱仪 安捷伦科技(中国)有限公司; NH310色差仪 青岛扬中仪器有限公司; KDY-9830凯氏定氮仪 济宁市同创机械有限公司; L-8900日立全自动氨基酸分析仪 天美科学仪器有限公司; contrAA600

原子吸收分光光度计 德国耶拿分析仪器股份公司; SX2-2.5-10N马弗炉 上海一恒科技有限公司。

1.3 方法

1.3.1 pH值测定

取样方法参照GB/T 9695.19—2008《肉与肉制品 取样方法》,从骨骼肌肌肉内层切取肌肉组织;参照GB 5009.237—2016《食品安全国家标准 食品pH值的测定》,用pH计测定肉样pH值。

1.3.2 水分含量测定

参照GB/T 9695.15—2008《肉与肉制品 水分含量测定》。

1.3.3 粗脂肪及脂肪酸组成测定

参照GB 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》,通过旋转蒸发仪对粗脂肪含量进行测定;通过气相色谱仪对脂肪酸组成进行测定^[5]。

1.3.4 蛋白质及氨基酸含量测定

参照GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》,利用凯氏定氮仪测定蛋白质含量;通过高效液相色谱法测定氨基酸含量^[6]。

1.3.5 矿物质含量测定

利用原子吸收分光光度计测定草原戈壁短尾羊肉中的矿物质含量^[7]。

1.3.6 灰分含量测定

参照GB 5009.4—2016《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》马弗炉灼烧法。

1.4 数据处理

每个骨骼肌部位进行3次重复实验,结果表示为平均值±标准差,图表采用Excel软件进行绘制,数据分析采用SPSS Statistics 18统计分析软件中比较均值的独立样本 t 检验进行显著性分析,差异显著水平为0.05。

2 结果与分析

2.1 草原戈壁短尾羊肉营养成分分析

表1 草原戈壁短尾羊肉的营养成分
Table 1 Nutritional components of different skeletal muscles from Gobi short-tailed sheep

指标	股二头肌	肱三头肌	背最长肌
pH _{24h}	5.65±0.09 ^A	5.68±0.06 ^A	5.66±0.05 ^A
水分含量/%	70.57±0.40 ^A	70.36±0.60 ^A	70.45±0.70 ^A
脂肪含量/%	6.86±0.17 ^B	5.93±0.52 ^A	8.81±0.44 ^C
蛋白质含量/%	22.10±1.62 ^B	21.52±0.51 ^{AB}	20.75±1.51 ^A
灰分含量/%	3.00±0.03 ^A	3.16±0.03 ^B	3.27±0.03 ^C

注:同行大写字母不同,表示差异显著($P<0.05$)。下同。

羊肉pH值为7.0~7.2,被屠宰后,糖原被酵解,羊肉pH值逐渐降低^[8]。羊肉pH值与羊的品种、性别、屠宰年龄及部位等有关^[9]。由表1可知,草原戈壁短尾羊3个骨骼肌部位的pH_{24h}值没有显著性差异,均在5.6左右,

处于肉品的排酸值(5.6~6.0)范围^[10]。草原戈壁短尾羊3个部位的水分含量无显著差异,均在70.5%左右,低于GB 18394—2001《畜禽肉水分限量》中羊肉水分含量最高77%的标准。草原戈壁短尾羊3个部位粗脂肪含量差异显著($P<0.05$),背最长肌的粗脂肪含量最高,达到8.81%,股二头肌的粗脂肪含量为6.86%,肱三头肌的粗脂肪含量为5.93%。骨骼肌中的粗脂肪含量可能与羊的运动有关,频繁运动的骨骼肌,如草原戈壁短尾羊腿部的股二头肌和肱三头肌的粗脂肪含量较低。研究发现,6月龄苏尼特羊及乌珠穆沁羊骨骼肌平均脂肪含量分别为7.55%和7.46%^[11-12],而草原戈壁短尾羊脂肪含量与其相近。3个部位的蛋白质含量均在20%以上,股二头肌的粗蛋白含量最高,显著高于背最长肌($P<0.05$),与肱三头肌无显著性差异。6月龄苏尼特羊及乌珠穆沁羊骨骼肌平均蛋白质含量分别为19.76%和18.27%^[11-12],而草原戈壁短尾羊3个骨骼肌部位的蛋白质含量更高。草原戈壁短尾羊3个部位灰分含量在3.00%左右,存在显著性差异($P<0.05$),背最长肌灰分含量最高,肱三头肌次之,股二头肌含量最低。综上,与其他种类羊对比发现,草原戈壁短尾羊肉具有高蛋白含量、脂肪含量适中的特点,是优质的动物性产品。

2.2 草原戈壁短尾羊肉脂肪酸组成

表2 草原戈壁短尾羊肉脂肪酸组成及含量

Table 2 Fatty acid composition of different skeletal muscles from Gobi short-tailed sheep

脂肪酸种类	股二头肌	肱三头肌	背最长肌
mg/100 g			
乙酸(C _{6:0})	14.80±1.90 ^A	15.10±3.90 ^A	15.70±1.90 ^A
癸酸(C _{10:0})	11.90±3.00 ^B	12.30±4.40 ^B	18.10±5.01 ^A
月桂酸(C _{12:0})	9.40±1.40 ^B	5.90±3.01 ^A	8.80±2.01 ^B
十三烷酸(C _{13:0})	4.40±1.30 ^{AB}	4.01±1.20 ^A	6.80±1.30 ^B
肉豆蔻酸(C _{14:0})	5.70±1.40 ^{AB}	4.50±0.60 ^A	8.70±2.50 ^B
肉豆蔻油酸(C _{14:1})	4.50±2.20 ^A	4.40±3.00 ^A	5.60±2.70 ^A
十五烷酸(C _{15:0})	7.00±1.01 ^A	7.03±2.07 ^A	8.10±1.70 ^A
十五碳-10-烯酸(C _{15:1})	1.50±0.30 ^A	2.20±0.10 ^{AB}	3.70±1.01 ^B
棕榈酸(C _{16:0})	2.60±0.11 ^A	1.75±0.30 ^B	2.90±0.11 ^A
顺式棕榈油酸(C _{16:1})	27.80±5.01 ^A	26.30±4.60 ^A	31.30±4.80 ^A
十七烷酸(C _{17:0})	1.70±0.30 ^A	1.40±0.20 ^A	2.60±0.50 ^B
硬脂酸(C _{18:0})	1.50±0.20 ^A	1.70±0.10 ^A	4.50±0.50 ^B
反式油酸(C _{18:1 n-9t})	3.90±0.20 ^A	7.50±0.60 ^B	10.90±0.70 ^C
油酸(C _{18:1 n-9c})	4.20±0.30 ^A	5.30±0.80 ^B	5.70±0.20 ^B
反式亚油酸(C _{18:2 n-6t})	5.60±0.90 ^A	7.50±0.60 ^A	8.20±0.38 ^A
亚油酸(C _{18:2 n-6c})	1.57±0.60 ^A	1.75±0.70 ^A	2.01±0.20 ^A
α -亚麻酸(C _{18:3 n-3})	0.75±0.04 ^A	0.92±0.05 ^B	0.88±0.08 ^B
花生酸(C _{20:0})	0.87±0.03 ^A	0.76±0.13 ^A	1.20±0.10 ^B
二十一烷酸(C _{21:0})	0.57±0.05 ^A	0.33±0.04 ^A	0.45±0.08 ^A
山萘酸(C _{22:0})	0.13±0.06 ^A	0.11±0.02 ^A	0.14±0.07 ^A

由表2可知,草原戈壁短尾羊3个部位中共检出20种脂肪酸,介于苏尼特羊的22种及乌珠穆沁羊的16种^[13-14]。含量较高的脂肪酸有C_{6:0}、C_{10:0}、C_{16:1}、C_{22:0},在3个部位

中无显著差异,背最长肌C_{10:0}含量显著高于其他2个部位($P<0.05$),C_{6:0}和C_{10:0}和羊肉的膻味有很大关系^[15]。杨晶^[16]研究发现,小尾寒羊肉中C_{6:0}和C_{10:0}含量越高,膻味越大,而苏尼特羊骨骼肌中C_{6:0}和C_{10:0}含量分别为23.50、26.31 mg/100 g,草原戈壁短尾羊C_{6:0}和C_{10:0}含量均低于苏尼特羊,初步判断草原戈壁短尾羊的膻味较小。草原戈壁短尾羊3个部位中C_{16:1}、C_{18:2 n-6c}、C_{22:0}含量无显著差异。必需脂肪酸是构成动物机体细胞线粒体和细胞膜的重要组成成分,参与磷脂的合成及胆固醇代谢^[17]。在草原戈壁短尾羊3个部位中,C_{18:2 n-6c}含量无显著差异,股二头肌C_{18:3 n-3}含量显著低于肱三头肌和背最长肌($P<0.05$)。C_{18:2 n-6c}和C_{18:3 n-3}是动物体内许多活性物质合成所必需的,是人体重要的必需脂肪酸^[18]。C_{12:0}、C_{13:0}、C_{14:0}在背最长肌中的含量最高,显著高于肱三头肌($P<0.05$),与股二头肌无显著差异。在C₁₂~C₁₈的饱和脂肪酸中,特别是C_{12:0}和C_{14:0}会减少血液中的低密度脂蛋白,增加血液中的高密度脂蛋白,这些物质会增强心血管疾病的患病风险^[19]。股二头肌C_{15:1}含量显著低于背最长肌($P<0.05$);股二头肌和背最长肌C_{16:0}含量显著高于肱三头肌($P<0.05$),C_{16:0}和C_{16:1}是与月桂酸和肉豆蔻酸类似的一类脂肪酸,可促进胆固醇水平的升高,对人体健康产生不利影响^[20]。背最长肌C_{17:0}和C_{18:0}含量显著高于其他2个部位($P<0.05$)。C_{18:0}作为特殊的饱和脂肪酸,有提高血液中胆固醇水平的生理作用,也是造成羊肉膻味的主要因素^[21]。背最长肌C_{20:0}含量显著高于其他2个部位($P<0.05$)。不同品种的羊因多方面的原因会导致脂肪酸组成及含量有所不同^[22],不同品种羊不同部位的脂肪酸组成及含量也存在差异^[23]。草原戈壁短尾羊骨骼肌中单不饱和脂肪酸C_{16:1}含量高于苏尼特羊和乌珠穆沁羊^[24],饱和脂肪酸C_{6:0}、C_{10:0}和不饱和脂肪酸C_{18:1 n-9c}、C_{18:2 n-6c}含量低于苏尼特羊和乌珠穆沁羊,其他脂肪酸的种类接近^[25]。与这2个品种对比,草原戈壁短尾羊的脂肪酸种类介于二者之间,所含脂肪酸种类和含量较为丰富,脂肪酸的营养价值较高^[26]。

2.3 草原戈壁短尾羊肉氨基酸组成

由表3可知,草原戈壁短尾羊3个部位中共检出17种氨基酸,苏尼特羊和乌珠穆沁羊肉中均检出17种氨基酸^[25-26]。从单一氨基酸来看,3个部位以谷氨酸含量最高,均在14%以上。谷氨酸是一种鲜味氨基酸,也是脑组织生化代谢中的重要氨基酸,参与多种生理活性物质合成^[27]。其次含量较高的是天冬氨酸、亮氨酸、赖氨酸、精氨酸等。人体所需的8种必需氨基酸无法在体内合成,必须从食物中摄取^[28]。3个部位的必需氨基酸总含量无显著差异,其中背最长肌苏氨酸含量高于股二头肌($P<0.05$),肱三头肌中的含量介于二者之间,其余必需氨基酸含量在3个部位间不存在显著差异。背最

长肌非必需氨基酸总含量显著高于股二头肌和肱三头肌 ($P<0.05$)，其中背最长肌丝氨酸含量显著高于股二头肌和肱三头肌 ($P<0.05$)，肱三头肌谷氨酸含量显著高于背最长肌 ($P<0.05$)。股二头肌和肱三头肌甘氨酸含量显著高于背最长肌 ($P<0.05$)；组氨酸含量在3个部位间存在显著性差异 ($P<0.05$)，背最长肌中含量最高，股二头肌次之，肱三头肌中含量最低。精氨酸含量在3个部位间不存在显著差异，据报道，精氨酸是许多哺乳动物幼年生长发育的必需氨基酸，动物研究表明，精氨酸是创伤后的必需氨基酸^[29]。创伤后增加精氨酸的摄入可降低氮的损失，从而促进创伤的愈合^[30]。草原戈壁短尾羊骨骼肌中苏氨酸、天冬氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸的含量高于苏尼特羊和乌珠穆沁羊，胱氨酸、组氨酸、脯氨酸的含量低于苏尼特羊和乌珠穆沁羊，其他氨基酸含量接近；草原戈壁短尾羊的氨基酸种类与苏尼特羊和乌珠穆沁羊相同，所含氨基酸种类和含量较为丰富，氨基酸营养价值较高^[25-26]。

表3 草原戈壁短尾羊肉氨基酸组成及含量
Table 3 Amino acid composition of different skeletal muscles from Gobi short-tailed sheep

氨基酸	股二头肌	肱三头肌	背最长肌
天冬氨酸 (Asp)	8.31±0.06 ^A	8.27±0.04 ^A	8.30±0.02 ^A
苏氨酸 (Thr) *	4.08±0.03 ^{AB}	4.00±0.02 ^A	4.36±0.01 ^B
丝氨酸 (Ser)	3.42±0.01 ^A	3.42±0.01 ^A	3.66±0.01 ^B
谷氨酸 (Glu)	14.56±0.11 ^{AB}	14.74±0.06 ^B	14.51±0.04 ^A
甘氨酸 (Gly)	3.93±0.01 ^B	3.86±0.02 ^B	3.75±0.01 ^A
丙氨酸 (Ala)	5.05±0.03 ^A	5.02±0.03 ^A	5.00±0.02 ^A
胱氨酸 (Cys)	1.08±0.08 ^A	1.06±0.09 ^A	1.04±0.08 ^A
缬氨酸 (Val) *	4.02±0.11 ^A	4.03±0.18 ^A	4.00±0.13 ^A
蛋氨酸 (Met)	1.66±0.16 ^A	1.51±0.16 ^A	1.53±0.14 ^A
异亮氨酸 (Ile) *	3.71±0.04 ^A	3.66±0.02 ^A	3.72±0.02 ^A
亮氨酸 (Leu) *	7.05±0.05 ^A	6.96±0.01 ^A	7.02±0.05 ^A
酪氨酸 (Tyr)	3.19±0.02 ^A	3.23±0.18 ^A	3.15±0.01 ^A
苯丙氨酸 (Phe) *	3.50±0.03 ^A	3.45±0.01 ^A	3.53±0.02 ^A
赖氨酸 (Lys) *	7.39±0.04 ^A	7.41±0.03 ^A	7.39±0.02 ^A
组氨酸 (His)	2.44±0.02 ^B	2.37±0.01 ^A	2.59±0.01 ^C
精氨酸 (Arg)	6.04±0.03 ^A	6.03±0.01 ^A	6.00±0.02 ^A
脯氨酸 (Pro)	3.08±0.05 ^A	3.00±0.03 ^A	2.93±0.05 ^A
必需氨基酸	31.34±0.21 ^A	31.02±0.39 ^A	31.25±0.18 ^A
非必需氨基酸	51.10±0.27 ^A	51.00±0.17 ^A	50.93±0.11 ^B

注：*，必需氨基酸。

2.4 草原戈壁短尾羊肉矿物质元素含量

矿物质元素对人体非常重要但不能在体内合成，需通过食物或饮水补充。矿物质在体内分布不均匀，且各矿物质元素间存在拮抗或协同作用，人体的生理需要剂量和中毒剂量都比较窄，摄入不足会导致各种症状，如精神萎靡、面色苍白、心悸气短等，摄入过量会产生中毒现象^[7]。人体所需的微量元素包括必需和非必需微量元素，其中铜、铁、锌是最重要的必需微量元素，

不但参与机体的构成，同时参与机体各种酶及活性物质的代谢，维持机体内环境的平衡^[31]。

表4 草原戈壁短尾羊肉矿物质元素含量
Table 4 Mineral composition of different skeletal muscles from Gobi short-tailed sheep

矿物质	股二头肌	肱三头肌	背最长肌
钾	2 245.70±69.15 ^A	2 210.30±34.21 ^A	2 166.30±56.96 ^A
钙	29.40±5.23 ^A	49.34±10.34 ^B	40.92±4.60 ^B
钠	249.00±11.49 ^A	275.90±14.88 ^B	258.40±5.30 ^{AB}
镁	115.51±2.18 ^B	111.49±2.18 ^A	111.50±2.18 ^A
铜	0.64±0.05 ^C	0.55±0.02 ^B	0.50±0.02 ^A
锌	11.76±0.54 ^B	12.06±0.24 ^B	10.67±0.13 ^A
铁	6.71±0.18 ^B	6.26±0.16 ^A	6.66±0.12 ^B
锰	0.16±0.01 ^A	0.24±0.01 ^B	0.18±0.02 ^A

由表4可知，草原戈壁短尾羊3个部位中常量元素钾的含量无显著差异。钙元素是人体必需的矿物质元素^[32]，构成和维持骨骼的正常生理功能，对人体的生理生化反应具有调节作用^[33]。肱三头肌和背最长肌中钙元素含量显著高于股二头肌 ($P<0.05$)。常量元素钠在股二头肌中的含量显著低于肱三头肌 ($P<0.05$)。微量元素铜的含量在3个部位均存在显著差异 ($P<0.05$)，股二头肌含量最高，肱三头肌次之，背最长肌中最低。微量元素锌在股二头肌和肱三头肌中的含量显著高于背最长肌 ($P<0.05$)，锌是机体中200多种酶的组成部分，也可作为多种酶的功能成分或激活剂，在蛋白质、脂肪、糖和核酸代谢以及组织呼吸中发挥重要作用^[34]。微量元素铁在股二头肌和背最长肌中的含量显著高于肱三头肌 ($P<0.05$)，铁参与细胞色素酶、过氧化物酶等的合成，是细胞代谢不可缺少的物质。同时铁还参与能量代谢，机体内能量释放的多少与细胞线粒体铁的聚集数量也有关^[35]。必需元素镁在肱三头肌和背最长肌中的含量显著低于股二头肌 ($P<0.05$)，镁元素对人体糖代谢的稳定有积极作用^[36]。必需元素锰在肱三头肌中的含量显著高于股二头肌和背最长肌 ($P<0.05$)，锰是多种酶的激活剂，参与体内各种氧化还原过程^[29]。在草原戈壁短尾羊肉中主要检测了钾、钙、钠、镁、铜、锌、铁、锰8种矿物质元素，其中钙、锌、铜、铁、锰含量高于苏尼特羊和乌珠穆沁羊，其他矿物质元素含量接近^[24-25]，草原戈壁短尾羊具有较为全面及含量丰富的矿物质，可有效提供人体所需微量元素。

3 结论

草原戈壁短尾羊肉pH_{24h}为5.66左右，水分含量达70.47%，粗脂肪含量为7.37%，粗蛋白含量达21.43%，矿物质含量为3.00%。草原戈壁短尾羊骨骼肌中检出20种



脂肪酸,特别是含有必需脂肪酸 $C_{18:2\ n-6}$ 和 $C_{18:3\ n-3}$,同时含有较为全面的脂肪酸种类。从蛋白质中共检出17种氨基酸,包括6种人体所需的必需氨基酸,3个骨骼肌部位均为谷氨酸含量最高,氨基酸种类丰富且含有多种人体所需的必需氨基酸。在草原戈壁短尾羊肉中主要检测了钾、钙、钠、镁、铜、锌、铁、锰8种矿物质元素,其中含有多种人体所需的矿物质元素。综上所述,从草原戈壁短尾羊肉的营养物质组成及含量看,可以认为该品种羊具有良好的营养价值,有生产高端羊肉产品的发展前景,该品种羊应得到大力宣扬、繁育和发展利用。

参考文献:

- [1] 何小龙,金海,刘永斌,等.草原戈壁短尾羊的起源及选育进展[J].畜牧与饲料科学,2018,39(7):49-52. DOI:10.16003/j.cnki.issn1672-5190.2018.07.011.
- [2] 魏立明,杨杜录,郎侠,等.澳洲白羊、杜泊羊、萨福克羊与青海高原型藏羊杂交一代羔羊肉用性能与胴体品质测定[J].中国草食动物科学,2020,40(3):86-88;92. DOI:10.3969/j.issn.2095-3887.2020.03.019.
- [3] 高志英,张金山,王军红.萨福克羊、杜泊羊与多浪羊杂交羔羊早期生长发育对比分析[J].中国草食动物科学,2015,35(5):19-22. DOI:10.3969/j.issn.2095-3887.2015.05.006.
- [4] 张志红,张国华,何力,等.湖羊杜泊羊杂交后代育肥性能和生化免疫指标的研究[J].中国草食动物科学,2020,40(5):23-27. DOI:10.3969/j.issn.2095-3887.2020.05.005.
- [5] 王柏辉,靳志敏,刘夏炜,等.影响羊肉中不饱和脂肪酸沉积因素的研究进展[J].食品工业,2014,35(12):226-229.
- [6] 张莹.自然放牧与放牧补饲育肥对呼伦贝尔羔羊与呼杜杂一代羔羊脂肪与蛋白质代谢的影响[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2016:27-39.
- [7] 刘美玲.内蒙古绵羊肉常量与微量矿物质元素指纹特征初探[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2017:15-31.
- [8] 刘莉敏,郭军,杨春雪,等.呼伦贝尔羊短尾品系不同部位肉营养成分的测定和评价[J].中国食物与营养,2016,22(8):63-67. DOI:10.3969/j.issn.1006-9577.2016.08.015.
- [9] 贾雪晖.宰后不同处理方式对羊肉品质的影响[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2013:5-7.
- [10] 杨远剑,张德权,饶伟丽,等.羊肉食用品质评价指标筛选研究[J].食品科技,2010(12):140-144. DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2010.12.032.
- [11] 莎丽娜.自然放牧苏尼特羊肉品质特性的研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2009:34-67.
- [12] 张俊英,王德宝.自然放牧条件下不同肋骨数乌珠穆沁羊肉屠宰性能与肉质分析[J].黑龙江畜牧兽医,2019(8):52-55. DOI:10.13881/j.cnki.hljxmsy.2019.02.0063.
- [13] 罗玉龙.放牧与舍饲条件下苏尼特羊肉风味差异及形成机制研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2019:34-47.
- [14] 米璐,谢遇春,车天宇,等.乌珠穆沁羊不同部位肌肉脂肪含量比较研究[J].中国畜牧杂志,2018,54(12):62-66. DOI:10.19556/j.0258-7033.2018-12-062.
- [15] WATKINS P J, KEARNEY G, ROSE G, et al. Effect of branched chain fatty acids, 3-methylindole and 4-methylphenol on consumer sensory scores of grilled lamb meat[J]. Meat Science, 2014, 96(2): 1088-1094. DOI:10.1016/j.meatsci.2012.08.011.
- [16] 杨晶.不同月龄不同部位羊肉中共轭亚油酸的含量及脂肪酸成分的分析[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2014:12-31.
- [17] 王朕朕.限时放牧对羊肉风味物质沉积的影响及其机制初探[D].北京:中国农业大学,2015:45-50.
- [18] 沙玉柱,徐振飞,刘秀,等.陇东黑山羊肉质及脂肪酸特征研究[J].中国畜牧杂志,2019,55(10):67-70. DOI:10.19556/j.0258-7033.20190115-06.
- [19] 王倩.内蒙古牛羊肉脂肪酸测定及其特征研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2014:12-18.
- [20] CASEY N H, NIEKERK W A V. Fatty acid composition of subcutaneous and kidney fat depots of Boer goats and the response to varying levels of maize meal[J]. Environmental Research, 2016, 41(1): 327-338. DOI:10.1016/0020-708X(69)90013-1.
- [21] LIU Wangjing, DING He, ERDENE K, et al. Effects of flavonoids from *Alum mongolicum* Regel as a dietary additive on meat quality and composition of fatty acids related to flavor in lambs[J]. Canadian Journal of Animal Science, 2019, 9(1): 5-23. DOI:10.1139/cjas-2018-0008.
- [22] DOS SANTOS F M, DE ARAÚJO G G L, DE SOUZA L L, et al. Impact of water restriction periods on carcass traits and meat quality of feedlot lambs in the Brazilian semi-arid region[J]. Meat Science, 2019, 156: 196-204. DOI:10.1016/j.meatsci.2019.05.033.
- [23] 字品文,江炎庭,相德才,等.云南黑山羊肉品质的研究[J].中国草食动物学,2017,37(5):21-25. DOI:10.3969/j.issn.2095-3887.2017.05.006.
- [24] 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.
- [25] 冀祥,高爱琴,李卿,等.不同性别苏尼特羊屠宰性能与肉品质研究[J].中国畜牧兽医,2020,47(10):3224-3231. DOI:10.16431/j.cnki.1671-7236.2020.10.021.
- [26] 王莉梅,梁俊芳,王德宝,等.自然放牧条件下不同月龄乌珠穆沁羊的肉品质分析[J].食品科技,2018,43(12):118-124;130. DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2018.12.023.
- [27] 热孜瓦古丽·米吉提.绵羊肉氨基酸成分的比较研究[J].中国畜牧兽医文摘,2013,49(7):52. DOI:10.6048/j.issn.1001-4330.2012.08.028.
- [28] 王小生.必需氨基酸对人体健康的影响[J].中国食物与营养,2005(7):48-49. DOI:10.3969/j.issn.1006-9577.2005.07.016.
- [29] KIM S C, KIM J H, KIM C H, et al. Effects of whole crop corn ensiled with cage layer manure on nutritional quality and microbial protein synthesis in sheep[J]. Asian Australasian Journal of Animal Sciences, 2000, 13(11): 1548-1553. DOI:10.5713/ajas.2000.1548.
- [30] 赵国芬,敖长金,赵志恭,等.沙葱和油料籽实对羊肉中氨基酸组成的影响[J].畜牧与兽医,2007(7):24-25. DOI:10.3969/j.issn.0529-5130.2007.07.008.
- [31] 柴琳,张俊,杨海燕,等.微量元素铜、铁、锌与中医血虚证和气虚证的相关性研究[J].检验医学与临床,2020,17(3):381-383. DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2020.03.027.
- [32] VILLALBA J J, PROVENZA F D. Effects of food structure and nutritional quality and animal nutritional state on intake behaviour and food preferences of sheep[J]. Applied Animal Behaviour Science, 1999, 63(2): 145-163. DOI:10.1016/S0168-1591(98)00238-X.
- [33] 马雪清,闫忠心,胡蓉,等.茶卡羊肉营养成分及微量元素分析[J].青海畜牧兽医杂志,2018,48(5):16-19. DOI:10.3969/j.issn.1003-7950.2018.05.004.
- [34] 王学智,杨志强,李建喜,等.铜锌元素代谢病的生物学研究进展[J].中兽医医药杂志,2002,21(4):19-21. DOI:10.3969/j.issn.1000-6354.2002.04.009.
- [35] 鲍羽.微量元素与人体健康[J].邵阳师范高等专科学校学报,2015,35(6):16-19. DOI:10.3969/j.issn.1008-6072.2015.06.006.
- [36] 牛芸民,杨天林.若干重要微量元素生物化学功能及其与人体健康的关系[J].微量元素与健康研究,2014,31(2):78-80. DOI:1005-5320(2014)02-0078-03.