

不同品种脂臀羊尾脂品质的比较分析

刘丹, 何鑫, 李涛, 李瑾瑜, 杜婷婷, 程杨阳, 陈卫林, 王子荣

(新疆农业大学食品科学与药学学院, 新疆乌鲁木齐 830052)

摘要: 为了比较不同品种脂臀羊尾脂的品质差异, 本文以阿勒泰羊、巴音布鲁克羊、哈萨克羊尾脂为原料, 采用真空热压抽提羊尾油, 对 3 个品种的羊尾油进行理化指标测定, 并利用气相色谱/质谱联用技术分析各品种脂臀羊尾脂的脂肪酸组成。结果表明: 不同品种脂臀羊尾脂的理化性质存在差异, 其中阿勒泰羊尾脂的皂化值、酸价、熔点最高, 分别为 196.87 mg/g、0.80 mg/g、39.2 °C; 巴音布鲁克羊尾脂的碘值和水分含量最高, 分别为 50.29 g/100 g、9.36%; 不同品种脂臀羊尾脂的脂肪酸具有差异, 其中 3 个品种羊尾脂的饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸以及 n-6/n-3 的比值均存在显著性差异, 十五烷酸 (C15:0)、十七烷酸 (C17:0)、硬脂酸 (C18:0)、棕榈酸 (C16:0) 和棕榈油酸 (cis-9 C16:1) 之比、油酸 (cis-9 C18:1) 和硬脂酸 (C18:0) 之比与品种具有较强相关性。结论: 无论是从饱和脂肪酸与人的健康关系出发, 还是考虑多不饱和脂肪酸对人体的有益之处, 以及 n-6/n-3 的理想比值, 三个品种的羊尾脂都符合人类的食用健康性。

关键词: 不同品种; 羊尾脂; 品质; 脂肪酸

文章编号: 1673-9078(2019)04-244-249

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2019.4.033

Comparative Analysis of the Quality of Different Varieties of Fat Buttocks

LIU Dan, HE Xin, LI Tao, LI Jin-yu, DU Ting-ting, CHENG Yang-yang, CHEN Wei-lin, WANG Zi-rong

(College of Food Science and Pharmacy Xin Jiang Agricultural University, Urumqi 830052, China)

Abstract: In order to evaluate the qualities of different varieties of fat-hip sheep fat, the sheep tail fat from Altay sheep, Bayinbulak and Kazakh sheep were selected as raw materials. The vacuum-heat extraction was used to prepare the sheep tail fat. Physicochemical indicators were determined. The fatty acid composition of various varieties of fat-hip sheep tail fat was analyzed by gas chromatography/mass spectrometry. The results showed that the physicochemical properties of different varieties of fat-hip sheep tail fat were different. The saponification value, acid value and melting point of Altay sheep tail fat were the highest, which were 196.87 mg/g, 0.80 mg/g, 39.2 °C, respectively. For Bayinbulak sheep, the iodine value and water content of tail fat were 50.29 g/100 g and 9.36%, respectively. The fatty acids of different varieties of fat-hip sheep tail fat were different. There were significant differences in the ratios of the saturated fatty acid, monounsaturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids and n-6/n-3. Pentadecanoic acid (C15:0), heptadecanoic acid (C17:0), stearic acid (C18:0), the ratio of palmitic acid (C16:0) to palmitic acid (cis-9 C16:1), the ratio of oleic acid (cis-9 C18:1) and stearic acid (C18:0) is strongly correlated with the variety. In conclusion, from the review of the relationship between saturated fatty acids and human health, the beneficial effects of polyunsaturated fatty acids on the human body and the ideal ratio of n-6/n-3, the three varieties of sheep fat are benefit to health.

Key words: different varieties; sheep fat; quality; fatty acid

我国是羊肉消费大国, 截止 2016 年底我国羊存栏数为 30112 万只, 羊肉产量为 459.4 万 t, 其中新疆养殖羊 3915.7 万只(绵羊 3406.6 万只, 占比 87%), 产肉 58.3 万 t。无论是养殖量还是产肉量, 新疆都位居全国第二, 仅次于内蒙古^[1]。新疆独具特色的脂臀羊更是在新疆羊产业中占据一定的地位, 脂臀羊的尾脂占胴体重的 8%~10%左右, 部分甚至高达 17%以上^[2]。

收稿日期: 2018-12-13

基金项目: 新疆农业大学校前期资助课题 (XJAU201610)

作者简介: 刘丹 (1994-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 食品营养与安全

通讯作者: 王子荣 (1963-), 男, 博士, 教授, 研究方向: 食品营养与安全

目前新疆乃至全国羊脂加工主要集中应用于洗涤用品、加工复合润滑剂、表面活性剂等轻工业方面^[3], 也有人在向肉类香精的方向展开研究^[4], 在食品行业的应用也屈指可数。不仅如此, 随着人们生活水平以及认识水平的提高, 使得人们对动物油脂的食用越来越少, 从而羊脂的生产利润较低, 造成更多资源的浪费^[5]。

羊脂中含有丰富的脂肪酸, 脂肪酸组成受多种因素的影响, 诸如解剖部位、体重、年龄、性别、品种和饲养管理以及饲料脂肪含量及其脂肪酸组成^[6]。阿勒泰羊, 又称作福海大尾羊, 其主要分布在阿勒泰地区^[7], 在绵羊分类生物学上属于脂臀羊品种, 为肉脂

兼用型^[8],具有耐粗饲、善跋涉、抗严寒、体质坚实、适宜放牧等特点,且其体格高大健壮、肉脂生产性能高、生长速度快、长膘能力强、肉脂鲜嫩味美、无膻味,缺点是油脂较多,特别是臀部脂肪含量非常高,每只羊臀部脂肪少则3~4 kg,多则7~8 kg^[9-11];巴音布鲁克羊也是新疆的优良地方品种,同时也是新疆三个大尾绵羊品种之一,主要分布于巴音郭楞蒙古自治州的和静、和硕、焉耆、轮台等县,具有早熟、耐粗饲、适应性强、抗逆性强等优点,以产肉量高而著名,其中尾脂占胴体重9.5%^[12];哈萨克羊作为新疆原始羊系之一,主要分布在新疆北疆的哈萨克族聚居区,具有体大、肉脂生产性能优良的特点,脂臀占胴体比为6%~9%^[13]。而关于不同脂臀羊品种的理化性质、脂肪酸组成等研究鲜见报道。本研究通过对阿勒泰羊、巴音布鲁克羊、哈萨克羊3个品种羊尾脂的理化性质及脂肪酸分析,探究不同品种脂臀羊脂肪酸种类及其含量的特色,丰富脂臀羊尾脂的基础研究数据,为其在食品工业中的开发利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

阿勒泰羊尾脂,购于新疆乌鲁木齐市苏来曼众意屠宰业;巴音布鲁克羊尾脂,购于新疆库尔勒市;哈萨克羊尾脂,购于新疆乌鲁木齐市华凌牛羊屠宰场,将采集的脂肪放在-70℃的冰箱保存,备用。

脂肪酸甲酯化混合标准品, Sigma 公司。

1.2 仪器与设备

AI204-IC 型电子分析天平,梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司;Agilent7890A-5975C 型气相色谱/质谱联用仪,美国安捷伦公司;DZKW-S-8 型恒温水浴锅,北京市永光明医疗仪器厂;FL-1 型封闭电炉,北京市永光明医疗仪器厂;DZF-6090 型真空干燥箱,上海恒科技有限公司;DHG-9123A 型恒温干燥箱,上海一恒科技有限公司;GL-20G-II 型冷冻高速离心机,上海安亭科学仪器厂。

1.3 方法

1.3.1 样品处理

将尾脂去除外部结缔组织,切成约1 cm×1 cm×1 cm的块,用绞肉机绞碎,称取10 g 绞碎的羊尾油置于烧杯中,放在真空干燥箱中,设定压力为0.08 MPa,温度为70℃,提取4~5 h 至羊尾油完全熔化,过滤,待测^[14]。

1.3.2 理化指标测定方法

熔点测定参照 GB/T 12766-2008《动物油脂:熔点测定》^[15];

皂化值测定参照 GB/T 5534-2008《动植物油脂:皂化值的测定》^[16];

碘值测定参照 GB/T 5532-2008《动植物油脂:碘值的测定》^[17];

酸价测定参照 GB 5009.229-2016《食品安全国家标准 食品中酸价的测定》^[18];

水分含量的测定:采用常压干燥法。

1.3.3 脂肪的甲酯化

准确称量0.5 g 样品于20 mL 具塞试管中,加入4 mL 氢氧化钾-甲醇溶液,在65℃水浴皂化30 min(期间需摇动数次),然后加入3~5 mL 三氟化硼-甲醇溶液,在回流冷凝管中,加热微沸,回流15 min 后移至烧杯中,用饱和氯化钠溶液清洗,加入10 mL 正己烷使其分层,3500 r/min 离心10 min,取上清液待测^[19,20]。

1.3.4 脂肪酸 GC-MS 色谱及质谱条件

色谱条件:PE-5MS 毛细管气相色谱柱(30 m×0.25 mm, 0.25 μm),载气为氮气,汽化室温度280℃;流速1.0 mL/min,起始温度50℃,保持3 min,以5℃/min 升到280℃,保持30 min;进样方式为分流,分流比为5:1。

质谱条件:电离方式:EI 源,电子能量70 eV,离子源温度230℃,接口温度250℃,传输线:200℃,扫描范围35~600 *m/z*。

1.3.5 数据处理

经气质检索出的脂肪酸与标准品进行匹配,判断脂肪酸种类。数据采用 Excel 2007 统计、整理,运用 spss19.0 软件进行分析,使用 sigmaplot 12.5 软件进行绘图分析。

2 结果与分析

2.1 尾脂的理化性质分析

由表1可知,三个品种羊尾脂之间的皂化值、水分含量均存在显著差异($p<0.05$),其中皂化值最高的是阿勒泰羊尾脂(196.87 mg/g),水分含量最高的是巴音布鲁克羊尾脂(9.36%);三个品种羊尾脂的碘值之间,哈萨克羊尾脂与其他品种羊尾脂存在显著差异($p<0.05$),而阿勒泰羊尾脂和巴音布鲁克羊尾脂之间不存在显著差异,其中碘值最高的是巴音布鲁克羊尾脂(50.29 g/100 g);三个品种羊尾脂的酸价之间,阿勒泰羊尾脂与其他品种羊尾脂存在显著差异($p<0.05$),而巴音布鲁克羊尾脂和哈萨克羊尾脂之间不存在显著

差异, 其中酸价最高的是阿勒泰羊尾脂的酸价(0.80 mg/g); 三个品种羊尾脂的熔点之间, 巴音布鲁克羊尾脂与其他品种羊尾脂存在显著差异($p<0.05$), 而阿勒泰羊尾脂和哈萨克羊尾脂之间不存在显著差异, 其中熔点最低的是巴音布鲁克羊尾脂(34.20 °C)。测定结果表明: 三个品种羊尾脂的皂化值均高于 190 mg/g, 说明三种羊尾脂的成皂性均较好^[21]; 阿勒泰羊尾脂的酸价高于巴音布鲁克羊尾脂和哈萨克羊尾脂, 说明其他两个品种羊尾脂的氧化程度略低于阿勒泰羊尾脂; 巴音布鲁克羊尾脂的碘值高于阿勒泰羊尾脂和哈萨克羊尾脂, 说明巴音布鲁克羊尾脂的不饱和程度高于其他两个品种, 而熔点则相反, 其他两个品种羊尾脂的熔点均高于巴音布鲁克羊尾脂^[22]。

2.2 尾脂的脂肪酸分析

2.2.1 尾脂的脂肪酸组成

由表 2 可知, 阿勒泰羊尾脂、巴音布鲁克羊尾脂、

哈萨克羊尾脂脂肪酸组成丰富, 脂肪酸种类分别为 18 种、17 种、19 种, 丰富程度哈萨克羊>阿勒泰羊>巴音布鲁克羊。其中阿勒泰羊尾脂由 10 种饱和脂肪酸以及 8 种不饱和脂肪组成; 巴音布鲁克羊尾脂由 9 种饱和脂肪酸和 7 种不饱和脂肪酸组成; 哈萨克羊尾脂由 10 种饱和脂肪酸和 9 种不饱和脂肪酸组成。不同品种羊尾脂中含量较高的脂肪酸显现一致性, 都为棕榈酸(C16:0)、硬脂酸(C18:0)、油酸(cis-9 C18:1)。三个品种羊尾脂之间顺-10-十一碳烯酸(cis-10 C11:1)、十五烷酸(C15:0)、棕榈酸(C16:0)、棕榈油酸(cis-9 C16:1)、十七烷酸(C17:0)、硬脂酸(C18:0)、油酸(cis-9 C18:1)、亚油酸(cis-9, 12 C18:2)、亚麻酸(cis-9, cis-12, cis-15 C18:3)、共轭亚油酸(cis-9, trans-11 C18:2)的含量在阿勒泰羊、巴音布鲁克羊、哈萨克羊之间互相都存在显著性差异($p<0.05$), 其中最突出的是硬脂酸和油酸。

表 1 不同品种羊尾脂理化性质

Table 1 Physical and chemical properties of different varieties of sheeptail

理化指标	阿勒泰羊尾脂	巴音布鲁克羊尾脂	哈萨克羊尾脂
皂化值/(mg/g)	196.87±0.22 ^c	193.94±0.13 ^a	195.25±0.16 ^b
碘值/(g/100 g)	47.75±0.15 ^a	50.29±0.12 ^a	48.36±0.19 ^b
酸价/(mg/g)	0.80±0.01 ^b	0.75±0.01 ^a	0.78±0.01 ^a
熔点/°C	39.20±0.10 ^b	34.20±0.46 ^a	38.96±0.21 ^b
水分含量/%	8.99±0.09 ^a	9.36±0.10 ^c	9.12±0.03 ^b

注: 同行数据不同小写字母表示差异显著($p<0.05$), 相同或未标字母表示差异不显著($p>0.05$)。下同。

表 2 不同品种羊尾脂脂肪酸组成及相对含量

Table 2 Fatty acid composition and relative content of different varieties of sheep tail fat

脂肪酸		阿勒泰羊尾脂/%	巴音布鲁克羊尾脂/%	哈萨克羊尾脂/%
顺-10-十一碳烯酸	cis-10 C11:1	0.43±0.02 ^a	0.60±0.03 ^c	0.49±0.02 ^b
月桂酸	C12:0	0.19±0.01 ^a	0.24±0.01 ^b	0.2±0.01 ^a
12-甲基十三烷酸	isoC13:0	0.21±0.01 ^a	-	0.26±0.01 ^b
肉豆蔻酸	C14:0	4.57±0.02 ^a	4.63±0.02 ^b	4.6±0.01 ^{ab}
肉豆蔻脑酸	C14:1cis-9	-	0.29±0.03 ^b	0.17±0.01 ^a
12-甲基十四烷酸	Canteiso-14:0	-	0.23±0.02	-
十五烷酸	C15:0	1.57±0.02 ^c	0.61±0.01 ^a	1.23±0.02 ^b
棕榈酸	C16:0	20.39±0.33 ^a	21.09±0.20 ^c	20.76±0.30 ^b
棕榈油酸	cis-9 C16:1	1.80±0.03 ^a	4.26±0.01 ^c	2.44±0.02 ^b
14-甲基十六烷酸	anteisoC16:0	0.77±0.05 ^a	0.75±0.02 ^a	0.76±0.01 ^a
十七烷酸	C17:0	2.82±0.02 ^c	1.86±0.02 ^a	2.34±0.01 ^b
硬脂酸	C18:0	19.73±0.36 ^c	12.23±0.22 ^a	17.63±0.31 ^b
油酸	cis-9 C18:1	37.40±0.27 ^a	42.69±0.26 ^c	38.86±0.13 ^b
反油酸	trans-9 C18:1	4.80±0.02 ^b	4.64±0.02 ^a	4.78±0.01 ^b
亚油酸	cis-9,12 C18:2	2.23±0.03 ^c	1.69±0.02 ^a	2.01±0.01 ^b

转下页

接上页

亚麻酸	cis-9,cis-12,cis-15 C18:3	0.91±0.01 ^a	1.30±0.01 ^c	1.07±0.02 ^b
共轭亚油酸	cis-9,trans-11 C18:2	1.56±0.05 ^a	2.69±0.01 ^c	1.71±0.01 ^b
十九烷酸	C19:0	0.18±0.01 ^a	-	0.21±0.01 ^b
花生酸	C20:0	0.27±0.03 ^a	0.21±0.01 ^a	0.24±0.04 ^a
顺-11-二十碳烯酸	cis-11 C20:1	0.18±0.02 ^a	-	0.23±0.03 ^b

注：“-”表示未检测出物质。

表3 不同品种羊尾脂脂肪酸类别及相对含量

Table 3 Classification and relative content of different types of sheep fat fatty acids

脂肪酸		阿勒泰羊尾脂/%	巴音布鲁克羊尾脂/%	哈萨克羊尾脂/%
饱和脂肪酸	SFA	50.70±1.20 ^c	41.85±1.30 ^a	48.40±1.32 ^b
不饱和脂肪酸	UFA	49.30±0.97 ^a	58.15±0.86 ^c	51.59±0.78 ^b
单不饱和脂肪酸	MUFA	46.00±0.55 ^a	52.47±0.25 ^c	46.80±0.11 ^b
多不饱和脂肪酸	PUFA	4.70±0.32 ^a	5.68±0.30 ^c	4.79±0.11 ^b
n-3 多不饱和脂肪酸	n-3PUFA	0.91±0.01 ^a	1.30±0.01 ^c	1.07±0.02 ^b
n-6 多不饱和脂肪酸	n-6PUFA	2.23±0.03 ^c	1.69±0.02 ^a	2.01±0.01 ^b
n-6/n-3	n-6/n-3	2.43±0.02 ^c	1.29±0.02 ^a	1.88±0.02 ^b

2.2.2 尾脂的各类脂肪酸含量分析

由表3可知,阿勒泰羊尾脂、巴音布鲁克羊尾脂、哈萨克羊尾脂尾脂的饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸以及 n-6/n-3 的比值均存在显著性差异 ($p<0.05$)。其中不饱和脂肪酸含量大小依次为:巴音布鲁克羊>哈萨克羊>阿勒泰羊;单不饱和脂肪酸与多不饱和脂肪酸的含量大小顺序与不饱和脂肪酸一致;饱和脂肪酸则相反;n-6/n-3 的比值与饱和脂肪酸一致,为阿勒泰羊>哈萨克羊>巴音布鲁克羊。

结合表2可知,在饱和脂肪酸中:棕榈酸(C16:0)含量最多,其中巴音布鲁克羊的含量显著高于阿勒泰羊和哈萨克羊;其次是硬脂酸(C18:0)、十七烷酸(C17:0)和十五烷酸(C15:0),它们的大小顺序一致,依次为阿勒泰羊>哈萨克羊>巴音布鲁克羊;剩余饱和脂肪酸含量较少,各品种间差异不大。在单不饱和脂肪酸中:油酸(cis-9 C18:1)含量最多,其中巴音布鲁克羊的含量显著高于其他两个品种;其次是反油酸(trans-9 C18:1)、棕榈油酸(cis-9 C16:1),在反油酸中,巴音布鲁克羊含量最低,与阿勒泰羊和哈萨克羊存在显著差异 ($p<0.05$),在棕榈油酸中,三个品种羊尾脂间均差异性显著 ($p<0.05$),从大到小为巴音布鲁克羊>哈萨克羊>阿勒泰羊。在多不饱和脂肪酸中:亚油酸(cis-9, 12 C18:2)含量最高,其中阿勒泰羊的含量显著高于其他两个品种 ($p<0.05$);其次是共轭亚油酸(cis-9, trans-11 C18:2)、亚麻酸(cis-9, cis-12, cis-15 C18:3),这两种多不饱和脂肪酸在三个品种之间的差异性均显著,且大小均为巴音布鲁克羊>哈萨

克羊>阿勒泰羊。

3 结论

3.1 阿勒泰羊、巴音布鲁克羊、哈萨克羊三个品种的羊尾脂脂肪酸组成差异主要在于十五烷酸、十七烷酸、硬脂酸三个脂肪酸的含量不同,它们的大小顺序一致,依次为阿勒泰羊>哈萨克羊>巴音布鲁克羊;其次3个品种羊尾脂中的棕榈酸和棕榈油酸之比、油酸和硬脂酸之比也存在差异,其中棕榈酸和棕榈油酸之比大小依次为阿勒泰羊(11.33)>哈萨克羊(8.51)>巴音布鲁克羊(4.95),油酸和硬脂酸之比大小依次为巴音布鲁克羊(3.49)>哈萨克羊(2.20)>阿勒泰羊(1.90),这与W.J.Boylan等人的研究相似^[23]。刘幸君研究发现,棕榈油酸、油酸、反油酸、亚麻酸的含量以及 n-6/n-3 的比值在绵羊引进品种与地方品种间均存在显著性差异^[24],其脂肪酸在品种间的差异与本研究基本一致。吴建平指出脂肪酸在品种间或不同基因型之间所表现出的遗传变异,表明脂肪酸具有鲜明的品种特征,并且亚油酸含量在品种间的变化具有显著性差异^[25],本研究中三个品种的羊尾脂中的亚油酸含量也存在显著性差异,这与吴建平的研究结果相同。本研究还表明地域对脂肪酸有一定影响,巴音布鲁克羊尾脂中的棕榈油酸、油酸、共轭亚油酸明显低于其他两个品种,这与闫忠心对茶卡藏羊肉、祁连藏羊肉和青海湖藏羊肉的研究结果相似,共轭亚油酸具有促生长、抗肿瘤、抗氧化、抗肥胖、改善骨组织代谢、降低胆固醇和抗血栓作用等作用^[26,27]。

3.2 脂肪酸如同蛋白质、氨基酸、维生素和矿物质一

样,是人的必需营养素。随着脂肪营养研究的深入,脂肪酸的营养作用、需要量以及疾病预防作用日益受到人们广泛的关注^[28]。三个品种中的饱和脂肪酸较多的是肉豆蔻酸、棕榈酸、硬脂酸,而肉豆蔻酸和棕榈酸可能会引起血清总胆固醇升高,血清总胆固醇水平越高,心血管疾病的发病率就越高^[28-30],硬脂酸不具有提高体内胆固醇水平的作用,反而会在体内转化为油酸^[31,32],三个品种中肉豆蔻酸和棕榈酸的变化虽显著,但含量差别不大,硬脂酸的变化差异较大且具有显著性,其中巴音布鲁克羊硬脂酸含量最低,剩余两个脂肪酸略高于其他品种。研究表明:单不饱和脂肪酸(MUFA)具有降低血糖、调节血脂、降胆固醇和保护心脏的作用;同时能防止血栓形成,防止随年龄增长所带来记忆和认知功能下降;多不饱和脂肪酸(PUPA)可以降低血压、血脂,降低心血管疾病的危险性;对脑、神经组织、视网膜发育有重要的影响,同时具有抗癌和增强胰岛素作用^[33],本研究结果表明,三个品种的 MUFA、PUPA 含量均较高,但巴音布鲁克羊品质最好。从表 3 可知,三个品种羊尾脂的脂肪酸中含有一定量的 n-3 多不饱和脂肪酸和 n-6 多不饱和脂肪酸, n-3 多不饱和脂肪酸的营养特性具有净化血液,防止动脉硬化,降低血压,活化大脑细胞,防止老年痴呆病的发生等优点; n-6 多不饱和脂肪酸能导致血小板凝集和血栓形成,其膳食特性主要对机体免疫产生一定的促进作用,并加强炎症反应等作用^[34-36]。在当今的饮食条件下, n-3 和 n-6 多不饱和脂肪酸在体内的平衡非常重要,营养学家提出小于 4:1 的理想比值是有益于保障人体健康的脂肪酸平衡模式^[37,38],而本研究中 3 个品种的羊尾脂 n-6/n-3 比值均小于 4。无论是从饱和脂肪酸与人的健康关系出发,还是考虑多不饱和脂肪酸对人的有益之处、以及 n-6/n-3 的理想比值,三个品种的羊尾脂都符合人类的食用健康性。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家统计局.中国统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2017
National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. China Statistical Yearbook [M]. Beijing: China Statistics Press, 2017
- [2] 王金泉,王肖燕,叶青,等.阿勒泰大尾羊与小尾寒羊不同组织 FTO 基因的检测[J].动物医学进展,2013,12:84-88
WANG Jin-quan, WANG Xiao-yan, YE Qing, et al. Detection of FTO gene in different tissues of Altay Big Tail Sheep and Small Tail Han Sheep[J]. Progress in Animal
- Medicine, 2013, 12: 84-88
- [3] 李涛,陈卫林,卢岩,等.哈萨克羊不同部位脂肪特性的研究[J].中国油脂,2018,43(7):32-35,40
LI Tao, CHEN Wei-lin, LU Yan, et al. Study on fat characteristics of different parts of Kazakh sheep [J]. China Oil, 2018, 43(7): 32-35, 40
- [4] 詹萍.羊肉特征香气成分的鉴定及其肉味香精的制备[D].无锡:江南大学,2013
ZHAN Ping. Identification of aroma components of mutton and preparation of meat flavor [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2013
- [5] 刘成江,吴宏,郭安民,等.我国羊脂综合利用的研究现状[J].肉类工业,2010,8:51-52
LIU Cheng-jiang, WU Hong, GUO An-min, et al. Research status of comprehensive utilization of sheep fat in China [J]. Meat Industry, 2010, 8: 51-52
- [6] 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
SHUANG Jin, AO Ligerima, AO Chang-jin. Study on the fatty acid composition of Sonitt sheep [J]. Journal of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 2015, 46(8): 1363-1374
- [7] 毛怀志,岳文斌,冯旭芳.绵、山羊品种资源及利用大全[M].北京:中国农业出版社,2006
MAO Huai-zhi, YUE Wen-bin, FENG Xu-fang. Mian and goat breed resources and utilization da quan [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2006
- [8] 张英杰.羊生产学[M].北京:中国农业大学出版社,2015
ZHANG Ying-jie. Sheep Production Science [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2015
- [9] 刘成江,王俊钢,李宇辉,等.阿勒泰脂臀羊脂肪酸组成及挥发性风味物质构成初探[J].肉类工业,2012,4:16-17,20
LIU Cheng-jiang, WANG Jun-gang, LI Yu-hui, et al. Preliminary study on fatty acid composition and volatile flavor composition of Altay fat goat [J]. Meat Industry, 2012, 4: 16-17, 20
- [10] 赵有璋.中国养羊学[M].北京:中国农业出版社,2013
ZHAO You-zhang. Sheep breeding in China [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2013
- [11] 王大星,徐冬.阿勒泰羊品种遗传资源调查报告[J].草食家畜,2009,(02):38-40
WANG Da-xing, XU Dong. Investigation report on genetic resources of altay sheep varieties [J]. Grass-feeding Livestock, 2009, 2: 38-40
- [12] 耿岩.巴音布鲁克羊的起源和系统地位的研究[D].扬州:扬州大学,2008

- GENG Yan. Study on the origin and system status of Bayinbulak sheep [D]. Yangzhou: Yangzhou University, 2008
- [13] 阿德力,阿依古丽,陈卫国.哈萨克羊品种资源及利用建议[J].新疆畜牧业,2009,1:48-49
A De-li, A Yi-guli, CHEN Wei-guo. Suggestions for kazakh sheep breeding resources and utilization [J]. Xinjiang Animal Husbandry, 2009, 1: 48-49
- [14] 侯成立,周渝迪,高远,等.羊尾油精炼工艺优化研究[J].食品科技,2017,42(5):111-115
HOU Cheng-li, ZHOU Yu-di, GAO Yuan, et al. Optimization of sheep tail oil refining process [J]. Food Science and Technology, 2017, 42(5): 111-115
- [15] GB/T 12766-2008,动物油脂 熔点测定[S]
GB/T 12766-2008, Determination of Melting Point of Animal Oils [S]
- [16] GB/T 5534-2008,动植物油脂 皂化值的测定[S]
GB/T 5534-2008, Determination of saponification value of animal and vegetable oils [S]
- [17] GB/T 5532-2008,动植物油脂 碘值的测定[S]
GB/T 5532-2008, Determination of iodine value of animal and vegetable oils [S]
- [18] GB 5009.229-2016, 食品安全国家标准 食品中酸价的测定[S]
GB 5009.229-2016, National Food Safety Standard Determination of acid value in food [S]
- [19] 李涛,卢岩,陈卫林,等.哈萨克羊不同部位脂肪溶剂法分提产物的性质分析[J].现代食品科技,2018,34(4):81-87
LI Tao, LU Yan, CHEN Wei-lin, et al. Analysis of the properties of different products from different parts of Kazakh sheep by fat solvent method [J]. Modern Food Science and Technology, 2018, 34(4): 81-87
- [20] 余珠花.气相色谱法中油脂脂肪酸衍生化方法及其选择[J].粮食加工,2004,29(6):64-66
SHE Zhu-hua. Method for derivatization of fatty acids in oil and gas by gas chromatography and its selection [J]. Grain Processing, 2004, 29(6): 64-66
- [21] 刘成江,吴洪斌,王俊钢,等.新疆肥尾羊脂肪特性研究[J].食品科学,2012,33(6):159-161
LIU CHENG-jiang, WU Hong-bin, WANG Jun-gang, et al. Study on fat characteristics of Xinjiang tail-tail sheep [J]. Food Science, 2012, 33(6): 159-161
- [22] 陈双莉,张清清,江元汝.食用油的碘值、酸值、皂化值的测定及健康评价[J].辽宁化工,2011,40(5):529-531,537
CHEN Shuang-li, ZHANG Qing-qing, JIANG Yuan-ru. Determination of iodine value, acid value and saponification value of edible oil and its health evaluation [J]. Liaoning Chemical Industry, 2011, 40(5): 529-531, 537
- [23] Boylan W J, Berger Y M, Allen C E. Fatty acid composition of Finnsheep crossbred lamb carcasses [J]. Journal of Animalence, 1976, 42(6): 1421-1426
- [24] 刘幸君.不同羊品种血液细胞计数、生化指标和脂肪酸含量的比较研究[D].泰安:山东农业大学,2012
LIU Xing-jun. Comparative study on blood cell count, biochemical index and fatty acid content of different sheep breeds [D]. Taian: Shandong Agricultural University, 2012
- [25] 吴建平.不同肉羊品种体脂脂肪酸遗传变异性及其特性的研究[D].兰州:甘肃农业大学,2000
WU Jian-ping. Genetic variability and characteristics of body fat fatty acids in different mutton sheep breeds [D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2000
- [26] 李春,刘丽波,张兰威.共轭亚油酸生理功能及其应用[J].粮食与油脂,2004,7:15-17
LI Chun, LIU Li-bo, ZHANG Lan-wei. Physiological function of conjugated linoleic acid and its application [J]. Cereals & Oils, 2004, 7: 15-17
- [27] Onakpoya I J, Posadzki P P, Watson L K, et al. The efficacy of long-term conjugated linoleic acid (CLA) supplementation on body composition in overweight and obese individuals: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials [J]. European Journal of Nutrition, 2012, 51(2): 127-134
- [28] 黄凤洪,黄庆德,刘昌盛.脂肪酸的营养与平衡[J].食品科学,2004,S1:264-267
HUANG Feng-hong, HUANG Qing-de, LIU Chang-sheng. Nutrition and balance of fatty acids [J]. Food Science, 2004, S1: 264-267
- [29] Pégrier, Jean-Paul. Regulation of Gene Transcription by Fatty Acids [M].Nutrigenomics and Proteomics in Health and Disease: Food Factors and Gene Interactions, 2007
- [30] Kris-Etherton P M, Yu S. Individual fatty acid effects on plasma lipids and lipoproteins: human studies [J]. American Journal of Clinical Nutrition, 1997, 65(5 Suppl):1628S
- [31] 金霞,余纲哲.食用油脂与人体健康[J].生物学通报,2000,2: 13-15
JIN Xia, SHE Gang-zhe. Edible oils and human health [J]. Bulletin of Biology, 2000, 2: 13-15
- [32] Sañudo, C, Enser M E, Campo M M, et al. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain [J]. Meat Science, 2000, 54(4): 339-346

现代食品科技