

哈萨克羊不同部位脂肪溶剂法分提产物的性质分析

李涛, 卢岩, 陈卫林, 李瑾瑜, 马欣, 刘丹, 卡尔赛江, 王子荣

(新疆农业大学食品与药学院, 新疆乌鲁木齐 830000)

摘要: 本文旨在研究新疆哈萨克羊不同部位脂肪经溶剂法分提改性后的变化, 通过 GC/MS 法对其脂肪酸组成进行分析研究, 为后续脂肪食用健康性的研究提供依据。结果表明: 分提脂顺序为 37 °C 固脂、17 °C 固脂、2 °C 固脂和 2 °C 液脂, 其熔点降低 ($p < 0.05$), 碘值则升高 ($p < 0.05$); 尾脂、肾周脂和网膜脂脂肪分提组分的脂肪酸含量变化趋势相同, 其中分提组饱和脂肪酸 (SFA) 的含量比原脂的 SFA 含量呈先下降后上升的趋势; 不饱和脂肪酸 (UFA) 的变化趋势则和 SFA 相反。SFA 中变化较明显的脂肪酸为棕榈酸 (C16:0) 和硬脂酸 (C18:0); 而 UFA 中变化较为明显的脂肪酸为油酸 (C18:1n-9c)。结论: 无论是从不饱和脂肪酸的含量, 还是 n-6/n-3 的值来考虑, 哈萨克羊尾脂处理组 2 °C 液脂的食用健康性更加优秀, 其 16.67 °C~17.07 °C 的低熔点、高不饱和脂肪酸 (58.13%~59.65%) 的特性, 可作为商业色拉油的潜在替代品。

关键词: 不同部位脂肪; 溶剂法分提; 脂肪酸组成; 性质分析

文章编号: 1673-9078(2018)04-81-87

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2018.04.014

Fractionated Extractive Property Analysis of Different Parts of Fat from Hazake Sheep by Solvent Extraction

LI Tao, LU Yan, CHEN Wei-lin, LI Jin-yu, MA Xin, LIU Dan, KAER Sai-jiang, WANG Zi-rong

(College of Food and Pharmacy, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830000, China)

Abstract: This paper aimed to investigate the fat changes in different parts of Hazake sheep from Xingjiang by solvent extraction, and analyze the fatty acid composition by GC/MS. The results showed that the sequence of fat extraction was 37 °C (solid fat), 17 °C (solid fat), 2 °C (solid fat) and 2 °C (liquid fat). The melting point decreased ($p < 0.05$) and the iodine value increased ($p < 0.05$). Similar changes of fatty acid content in tail fat, perirenal fat and omentum fat were found. Compared to raw fat, the content of saturated fatty acid (SFA) in the extracted fraction decreased first and then increased. The change trend of unsaturated fatty acid (UFA) was opposite to that of SFA. The fatty acids that changed more obviously in SFA were palmitic acid (C16:0) and stearic acid (C18:0), while in UFA, the fatty acid was oleic acid (C18:1n-9c). In conclusion, whether the content of unsaturated fatty acids or the value of n-6/n-3, the edible value of liquid fat of Kazak sheep tail (using the solvent extraction, 2 °C) was better than others. It could be used as a potential substitute for commercial salad oil due to its characteristics of low melting point (16.67 °C~17.07 °C) and high unsaturated fatty acids (58.13%~59.65%).

Key words: different parts of fat; solvent extraction; fatty acid composition; property analysis

我国是养羊大国, 羊存栏量、出栏量及羊肉产量均居世界首位^[1], 其中, 2014 年我国羊肉总产量已达 428.2 万 t。新疆作为我国五大牧区之一, 是重要的肉羊生产省区, 2015 年底肉羊存栏量已经达到了 3995.65 万只, 仅次于内蒙古居全国第二位^[2]。新疆肉羊品种以脂臀羊居多, 该品种耐寒、耐旱、肉质较好, 缺点是油脂较多, 特别是臀部脂肪含量非常高, 有些品种的尾脂甚至占体重的 17% 以上^[3]; 据报道^[4], 伊绵绵

收稿日期: 2017-11-02

基金项目: 新疆农业大学校前期资助课题 (XJAU201610)

作者简介: 李涛 (1992-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 食品营养与安全;

卢岩 (1990-), 女, 助教, 研究方向: 食品科学 (共同第一作者)

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

羊有些个体的尾脂可占胴体重的 20%。哈萨克羊是肉脂兼用型粗毛羊品种, 属肥臀尾, 为我国三大粗毛绵羊品种之一, 具有较高的肉脂生产性能^[5]。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, 但其产生的利润较低, 这就造成了羊脂的大量堆积及浪费, 但同时也使之价格低廉、易于收购^[6]。

由于羊油脂饱和脂肪酸的含量较高, 造成其作为食用脂肪的应用受到限制。由于饱和脂肪酸含量高, 使得其熔点较高, 在常温下呈固态, 为提高脂肪中对人体有益的不饱和脂肪酸的含量, 可采用溶剂分提法^[7]。分提法是利用甘三油脂熔点的差异, 将熔点较低的甘三油脂组分向分提液脂中分配, 分提中常温呈液

态的羊油脂其不饱和脂肪酸含量较高,对人体较为有益。据报道^[8],通过分馏提取牛油脂(油脂油精)的液相,将其长链饱和脂肪酸含量降低到可食用的可接受水平。通过现代技术,分馏牛脂的产品可以用作食品和糖果行业中可可脂,棕榈油和其他用油的替代品和补充剂。朱魏^[9]做了通过干法分提技术降低猪油油脂的熔点,并在此基础上利用胆固醇氧化酶脱除猪油油脂中的胆固醇,得到液化低胆固醇猪油油脂。常振刚等^[10]综述了三种分提棕榈油方法的原理及加工条件。但国内油脂分提研究主要集中于棕榈油等植物油脂;而动物脂肪研究较少,且大多集中于猪精油的分提改性,于羊脂的分提改性鲜有研究报道。基于此,本文开展就哈萨克羊不同部位脂肪通过溶剂法分体改性的研究,为羊脂的综合利用提供理论依据和数据支撑。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

品种:哈萨克羊;部位:尾脂、网膜脂、肾周脂;由新疆乌鲁木齐华凌牛羊屠宰场提供(n=8)。

Al204-IC型电子分析天平,梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司;Agilent 7890A-5975C型气相色谱/质谱联用仪,美国安捷伦公司;DLSB-5/20型低温冷却液循环泵,郑州长城科工贸有限公司;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;GL-20G-II型冷冻高速离心机,上海安亭科学仪器厂。

1.2 方法

1.2.1 溶剂法分提羊脂

将哈萨克羊脂肪在60℃的条件熔化后与丙酮按1:10^[11]混合,置于循环泵中,通过配有温度设置程序的循环泵设置温度;起始温度37℃,保持16h,使其充分结晶,结晶结束后真空抽滤分离得到固脂,然后迅速降温至17℃,维持16h,过滤后降温至2℃;17℃和2℃的过滤操作同37℃;最后2℃过滤后得到的滤液在减压条件下蒸发出丙酮得到2℃液脂^[11]。固得到的样品有37℃固脂、17℃固脂、2℃固脂和2℃液脂。由于尾部脂肪在37℃分提时,实验过程中分离出的固脂不足以测其各项指标,所以尾脂的37℃固脂无理化指标和脂肪酸成分数据。

肾周脂得率:37℃(21.83%)、17℃(38.82%)、2℃固脂、(22.27%)、2℃液脂(17.08%)。

网膜脂得率:37℃(22.09%)、17℃(40.43%)、

2℃固脂、(21.83%)、2℃液脂(15.65%)。

尾脂得率:17℃(49.03%)、2℃固脂、(29.61%)、2℃液脂(21.36%)。

1.2.2 理化指标测定方法

试样的制备:GB/T 15687-2008《动植物油脂:试样的制备》;碘值的测定:GB/T 5532-2008《动植物油脂:碘值的测定》熔点测定:GB/T 12766-2008《动物油脂:熔点测定》。

1.2.3 脂肪的甲脂化^[12]

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

1.2.4 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(30m×0.25mm,0.25μm),载气为氮气,汽化室温度280℃;流速1.0mL/min,起始温度50℃,保持3min,以5℃/min升到280℃,保持30min;进样口和检测器温度均为250℃;进样方式:分流,分流比为5:1。

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

1.2.5 数据分析

所得数据采用Microsoft Excel 2007和SPSS 19.0软件进行均值方差分析,利用皮尔森线性相关系数法进行相关性分析,使用Sigma plot 12.0软件进行绘图分析。

2 结果与分析

2.1 碘值与熔点

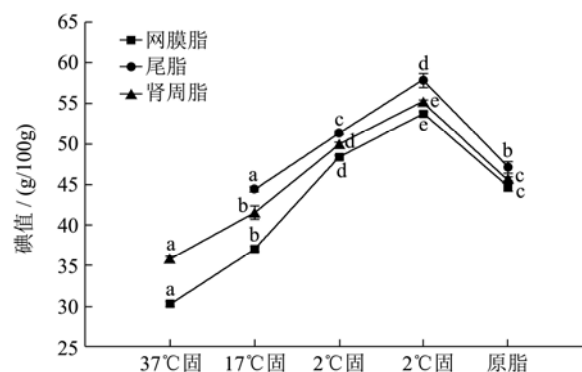


图1 不同部位脂肪分提产物的碘值

Fig.1 Iodine value of different parts of fat extractive by solvent extraction

注: 同部位脂肪分提产物之间小写不同字母表示差异显著 ($p < 0.05$)。同图二。

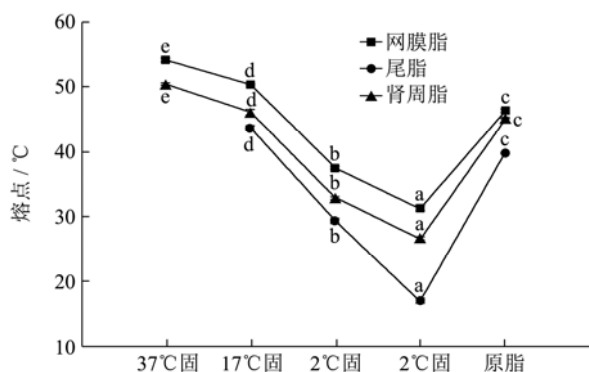


图 2 不同部位脂肪分提产物的熔点

Fig.2 Melting point of different parts of fat extractive by solvent extraction

碘值是衡量油脂不饱和程度的指标, 油脂的不饱和程度越高, 碘值越大。而熔点恰和碘值表示相反, 熔点越高, 其饱和程度越高^[3]。

由图 1 和图 2, 可以看出哈萨克羊脂肪经溶剂法分提后的碘值和熔点发生了明显改变。碘值的变化: 由图 1 可以看出, 各不同部位脂肪的碘值都是先升高后降低的趋势; 不同部位脂肪各处理之间均存在差异显著性 ($p < 0.05$);

图 2 中, 每组处理之间的碘值均为: 尾脂>肾周脂>网膜脂, 且各部位处理组内均为 2 °C 液脂的碘值

最高。熔点的变化: 熔点的变化各部位脂肪都是先下降后上升的趋势; 各部位脂肪处理组之间均存在差异显著性 ($p < 0.05$), 且均为 2 °C 液脂的熔点最低。

2.2 脂肪酸

由表 1 可以看出, 溶剂法不同温度的处理对尾脂的脂肪酸组成的影响还是较为明显的, 分提脂肪中变化较大的脂肪酸有棕榈酸 (C16:0)、硬脂酸 (C18:0)、油酸 (C18:1n-9c)、饱和脂肪酸 (SFA)、不饱和脂肪酸 (UFA)、单不饱和脂肪酸 (MUFA)。其中 C16:0、C18:0、SFA 的含量呈先上升后下降的趋势; C16:0 含量的变化: 除原脂与 2 °C 固脂无差异显著性, 其余处理均存在差异显著性 ($p < 0.05$); SFA、C18:0 含量的变化: 均为各处理组之间存在差异显著性 ($p < 0.05$), C16:0、C18:0 含量最高的组分均为 17 °C 固脂 (23.76%~24.92、18.32%~19.62%), SFA 含量最高的组分亦为 17 °C 固脂 (53.49%~55.27%)。C18:1n-9c、UFA、MUFA 含量的变化趋势呈先下降后上升的趋势, 其中 C18:1n-9c 是尾脂中含量最高的脂肪酸, 而 C18:1n-9c 含量最高的组分为 2 °C 液脂 (43.99%~44.89%); 尾脂各组分之间的 C18:1n-9c、UFA、MUFA 含量均存在差异显著性 ($p < 0.05$), 其中 UFA、MUFA 含量最高的组分均为 2 °C 液脂 (58.13%~59.65%、53.38%~54.72%)。

表 1 尾脂及其分提产物的脂肪酸组成 (%)

Table 1 Fatty acid composition of tail fat and its extractive by solvent extraction (%)

脂肪酸	尾脂原脂	溶剂处理组		
		17 °C 固脂	2 °C 固脂	2 °C 液脂
C12:0	0.26±0.04 ^a	0.49±0.03 ^b	0.50±0.08 ^b	0.42±0.04 ^b
C14:0	5.46±0.02 ^a	7.82±0.16 ^c	5.84±0.25 ^b	5.44±0.14 ^a
C14:1	0.22±0.02 ^b	0.22±0.02 ^b	0.14±0.03 ^a	0.23±0.05 ^b
C14:1n-12c	0.23±0.01 ^a	0.19±0.02 ^a	0.57±0.04 ^b	0.62±0.03 ^c
C15:0	0.75±0.02 ^b	0.79±0.05 ^b	0.56±0.06 ^a	0.53±0.04 ^a
C14:1n-14c	0.27±0.01 ^b	0.22±0.03 ^{ab}	0.19±0.07 ^a	0.25±0.02 ^{ab}
C16:0	22.38±0.47 ^b	24.34±0.58 ^c	21.67±0.42 ^b	19.26±0.25 ^a
C16:1	2.63±0.34 ^c	2.08±0.26 ^a	2.46±0.18 ^b	2.99±0.19 ^d
C16:1n-14c	0.56±0.03 ^b	0.44±0.07 ^a	0.38±0.02 ^a	0.46±0.06 ^{ab}
C16:1n-15c	0.83±0.06 ^b	0.57±0.09 ^a	0.52±0.05 ^a	0.53±0.05 ^a
C17:0	2.10±0.08 ^c	1.56±0.24 ^b	1.25±0.10 ^a	1.09±0.08 ^a
C18:0	17.65±0.63 ^c	18.97±0.65 ^d	15.00±0.10 ^b	11.65±0.29 ^a
C18:1n-9t	4.98±0.17 ^b	4.78±0.22 ^{ab}	4.66±0.12 ^{ab}	4.53±0.18 ^a
C18:1n-9c	35.21±0.17 ^b	31.32±0.36 ^a	39.23±0.80 ^c	44.44±0.45 ^d
C18:2n-6t	1.42±0.13 ^a	1.51±0.44 ^a	1.48±0.04 ^a	1.73±0.06 ^a
C18:2n-6c	2.52±0.28 ^c	1.30±0.08 ^a	1.95±0.29 ^b	2.05±0.09 ^{bc}

转下页

接上页

C18:3n-3c	1.45±0.01 ^c	0.77±0.05 ^a	0.86±0.08 ^a	1.05±0.14 ^b
C19:0	0.19±0.01 ^a	0.18±0.03 ^a	0.21±0.02 ^a	0.22±0.03 ^a
C20:0	0.30±0.04 ^a	0.24±0.03 ^a	0.27±0.04 ^a	0.24±0.05 ^a
C20:5n-3	0.16±0.01	-	-	-
SFA	49.09±1.09 ^c	54.38±0.89 ^d	45.31±0.63 ^b	38.85±0.76 ^a
UFA	50.48±0.54 ^b	43.40±0.54 ^a	52.42±0.98 ^c	58.89±0.76 ^d
MUFA	44.93±0.17 ^b	39.82±0.25 ^a	48.14±0.95 ^c	54.05±0.67 ^d
PUFA	5.55±0.41 ^c	3.58±0.39 ^a	4.29±0.37 ^{ab}	4.84±0.15 ^{bc}
n-3PUFA	1.61±0.01 ^c	0.77±0.05 ^a	0.86±0.08 ^a	1.05±0.08 ^b
n-6PUFA	3.94±0.40 ^b	2.81±0.36 ^a	3.43±0.28 ^{ab}	3.78±0.49 ^b
n-6/n-3	2.45±0.24 ^a	3.64±0.30 ^b	4.01±0.10 ^c	3.61±0.32 ^b

注：同行之间小写不同字母表示差异显著 ($p < 0.05$)。同表 2 和 3。

表 2 肾周脂及其分提产物的脂肪酸组成 (%)

Table 2 Fatty acid composition of perirenal fat and its extractive by solvent extraction (%)

脂肪酸	肾周脂原脂	溶剂处理组			
		37 °C 固脂	17 °C 固脂	2 °C 固脂	2 °C 液脂
C14:0	2.46±0.15 ^b	2.21±0.16 ^a	2.63±0.18 ^c	2.75±0.78 ^d	2.44±0.16 ^b
C14:1n-12c	0.16±0.01 ^a	0.23±0.04 ^b	0.25±0.02 ^b	0.29±0.06 ^{bc}	0.33±0.08 ^c
C15:0	0.49±0.02 ^b	0.56±0.06 ^c	0.55±0.13 ^{bc}	0.53±0.05 ^{bc}	0.42±0.04 ^a
C14:1n-14c	0.13±0.01 ^a	0.45±0.15 ^d	0.39±0.03 ^c	0.46±0.04 ^d	0.30±0.02 ^b
C16:0	20.07±0.09 ^c	24.03±0.57 ^d	20.44±0.79 ^c	19.52±0.69 ^b	18.17±0.63 ^a
C16:1	0.84±0.03 ^b	0.72±0.03 ^a	0.77±0.08 ^a	1.22±0.09 ^c	1.16±0.08 ^c
C16:1n-14c	0.56±0.01 ^d	0.30±0.05 ^a	0.32±0.10 ^a	0.43±0.11 ^b	0.48±0.06 ^c
C16:1n-15c	0.24±0.02 ^a	0.26±0.03 ^a	0.33±0.22 ^b	0.46±0.16 ^c	0.43±0.06 ^c
C17:0	2.00±0.18 ^c	2.40±0.07 ^d	2.17±0.21 ^c	1.47±0.12 ^a	1.69±0.15 ^b
C18:0	33.68±0.21 ^c	39.67±0.23 ^e	34.15±1.22 ^d	27.62±0.37 ^b	26.55±0.51 ^a
C18:1n-9t	4.46±0.16 ^b	4.71±0.23 ^c	4.26±0.39 ^a	4.57±0.18 ^{bc}	4.95±0.18 ^d
C18:1n-9c	28.99±1.17 ^c	19.88±0.38 ^a	26.62±0.86 ^b	33.84±0.70 ^d	36.63±0.48 ^e
C18:2n-6t	0.64±0.04 ^a	0.60±0.07 ^a	0.61±0.05 ^a	0.78±0.05 ^b	0.62±0.08 ^a
C18:2n-6c	2.54±0.20 ^c	1.69±0.07 ^a	2.20±0.38 ^b	2.78±0.12 ^d	3.70±0.18 ^e
C18:3n-3c	0.39±0.02 ^b	0.28±0.04 ^a	0.35±0.04 ^b	0.49±0.02 ^c	0.68±0.04 ^d
C19:0	0.34±0.01 ^a	0.44±0.03 ^b	0.35±0.04 ^a	0.34±0.03 ^a	0.33±0.04 ^a
C20:0	0.40±0.01 ^d	0.42±0.04 ^d	0.36±0.04 ^c	0.22±0.06 ^a	0.31±0.04 ^b
SFA	59.44±0.22 ^c	69.73±0.56 ^e	60.67±1.72 ^d	52.43±0.76 ^b	49.90±1.22 ^a
UFA	38.95±0.75 ^c	29.03±0.77 ^a	35.44±1.13 ^b	45.32±0.69 ^d	48.40±0.74 ^e
MUFA	35.38±0.98 ^c	27.08±0.74 ^a	31.24±0.75 ^b	41.27±0.78 ^d	43.26±0.74 ^e
PUFA	3.57±0.26 ^c	2.57±0.07 ^a	3.15±0.46 ^b	4.05±0.11 ^d	5.04±0.14 ^e
n-3PUFA	0.39±0.15 ^b	0.28±0.05 ^a	0.35±0.04 ^b	0.49±0.02 ^c	0.68±0.04 ^d
n-6PUFA	3.18±0.24 ^c	2.29±0.05 ^a	2.81±0.43 ^b	3.56±0.12 ^d	4.35±0.10 ^e
n-6/n-3	8.14±0.57 ^d	8.16±0.68 ^d	8.04±0.60 ^c	7.32±0.48 ^b	6.41±0.16 ^a

由表 2 可以看出，溶剂法分提对肾周脂脂肪酸的影响：对含量较多的脂肪酸影响较大。其中影响较大的有 C16:0、C18:0、C18:1n-9c、SFA、UFA、MUFA。其中 C16:0、C18:0、SFA 的变化趋势相同，都为先上

升后下降的趋势，C16:0 的含量除了肾周脂原脂和 17 °C 固脂无显著差异性之外，其余脂肪组之间均存在差异显著性 ($p < 0.05$)；C18:0 和 SFA 含量的变化相似，均为各组分之间存在差异显著性 ($p < 0.05$)，C16:0、

C18:0、SFA 含量最高的组分均为 37 °C 固脂 (23.46%~24.60%、39.44%~39.90%、69.17%~70.29%)。C18:1n-9c、UFA、MUFA 的变化趋势相同,均为先下降后上升,且同为 2 °C 液脂的组分含量最高 (36.14%~37.11%、47.66%~49.14%、42.52%~44.00%);含量变化:均为各脂肪组分之间存在差异显著性 ($p<0.05$)。

由表 3 可以看出,溶剂法分提对网膜脂脂肪酸的影响:对含量较多的脂肪酸影响较大。其中影响较大的有 C16:0、C18:0、C18:1n-9c、SFA、UFA、MUFA。其中 C16:0、C18:0 为饱和脂肪酸,而不饱和脂肪酸变化较为明显的只有 C18:1n-9c。C16:0、C18:0 和 SFA 的变化趋势相同,均为先上升后下降的趋势,其中各组分 C16:0 含量之间的关系:网膜脂原脂和 2 °C 固脂

无显著差异性,其它组分之间均存在差异显著性 ($p<0.05$)。

C18:0 和 SFA 组分之间的关系相同,均为除网膜脂原脂和 17 °C 固脂之间无显著差异性之外,其它各组分之间均存在差异显著性 ($p<0.05$), C16:0、C18:0 和 SFA 含量最高的组分均为 37 °C 固脂 (23.85%~24.37、45.36%~46.96%、76.70%~78.98%); C18:1n-9c、UFA、MUFA 的变化趋势相同,均为先下降后上升的趋势,且同为 2 °C 液脂组分的含量最高 (34.30%~35.22%、45.90%~47.36%、41.92%~42.60%),其中 C18:1n-9c 含量的关系:除网膜脂原脂和 17 °C 固脂无显著性差异外,其余各脂肪组分之间均存在差异显著性 ($p<0.05$);而 UFA、MUFA 含量的关系相同:均是各组分之间均存在差异显著性 ($p<0.05$)。

表 3 网膜脂及其分提产物的脂肪酸组成 (%)

Table 3 Fatty acid composition of omentum fat and its extractive by solvent extraction (%)

脂肪酸	网膜脂原脂	溶剂处理组			
		37 °C 固脂	17 °C 固脂	2 °C 固脂	2 °C 液脂
C14:0	2.55±0.02 ^b	2.24±0.23 ^a	2.86±0.30 ^c	2.64±0.28 ^b	2.28±0.15 ^a
C14:1n-12c	0.21±0.03 ^a	0.22±0.03 ^a	0.26±0.06 ^b	0.28±0.05 ^b	0.37±0.04 ^c
C15:0	0.63±0.03 ^b	1.04±0.08 ^c	0.58±0.04 ^a	0.50±0.05 ^a	0.53±0.06 ^a
C14:1n-14c	0.33±0.02 ^a	0.40±0.03 ^b	0.44±0.09 ^b	0.41±0.05 ^b	0.34±0.06 ^a
C16:0	21.07±0.37 ^b	24.11±0.26 ^d	21.56±0.50 ^c	21.03±1.03 ^b	19.06±0.31 ^a
C16:1	0.71±0.04 ^b	0.37±0.05 ^a	0.73±0.06 ^b	0.95±0.07 ^c	1.31±0.24 ^d
C16:1n-14c	0.70±0.03 ^b	0.72±0.07 ^b	0.42±0.08 ^a	0.44±0.14 ^a	0.42±0.05 ^a
C16:1n-15c	0.39±0.03 ^a	0.44±0.04 ^b	0.45±0.13 ^b	0.41±0.11 ^a	0.79±0.03 ^c
C17:0	2.14±0.06 ^b	3.13±0.04 ^c	2.00±0.09 ^b	1.60±0.04 ^a	1.76±0.12 ^a
C18:0	36.86±0.31 ^c	46.16±0.80 ^d	36.24±0.88 ^c	29.31±1.13 ^b	27.06±0.77 ^a
C18:1n-9t	5.56±0.43 ^d	4.58±0.22 ^b	4.34±0.27 ^a	4.39±0.35 ^a	5.26±0.26 ^c
C18:1n-9c	24.09±0.33 ^b	12.23±0.30 ^a	23.90±0.55 ^b	31.99±0.53 ^c	34.76±0.46 ^d
C18:2n-6t	0.69±0.07 ^c	0.57±0.04 ^a	0.61±0.05 ^{ab}	0.67±0.05 ^{bc}	0.73±0.06 ^c
C18:2n-6c	2.11±0.18 ^c	1.39±0.02 ^a	1.66±0.05 ^b	2.40±0.42 ^d	3.02±0.20 ^e
C18:3n-3c	0.36±0.01 ^b	0.26±0.06 ^a	0.31±0.03 ^{ab}	0.42±0.05 ^c	0.62±0.02 ^d
C19:0	0.42±0.02 ^b	0.47±0.03 ^b	0.28±0.04 ^a	0.30±0.04 ^a	0.30±0.03 ^a
C20:0	0.33±0.09 ^b	0.69±0.02 ^c	0.23±0.05 ^a	0.29±0.05 ^b	0.28±0.04 ^b
SFA	63.99±0.14 ^c	77.84±1.14 ^d	63.75±0.88 ^c	55.67±1.21 ^b	51.28±1.18 ^a
UFA	35.15±0.90 ^c	21.17±0.67 ^a	33.12±0.53 ^b	40.38±1.30 ^d	46.63±0.73 ^e
MUFA	31.99±0.66 ^c	18.96±0.64 ^a	30.55±0.63 ^b	36.92±0.81 ^d	42.26±0.34 ^e
PUFA	3.16±0.24 ^c	2.21±0.05 ^a	2.57±0.11 ^b	3.50±0.50 ^d	4.37±0.25 ^e
n-3PUFA	0.36±0.01 ^c	0.26±0.06 ^a	0.31±0.03 ^b	0.42±0.05 ^d	0.62±0.02 ^e
n-6PUFA	2.80±0.25 ^c	1.96±0.04 ^a	2.26±0.09 ^b	3.08±0.47 ^d	3.75±0.24 ^e
n-6/n-3	7.74±0.36 ^d	7.55±0.49 ^c	7.40±0.34 ^b	7.34±0.48 ^b	6.08±0.24 ^a

3 结论

3.1 哈萨克羊尾脂占胴体重的 14%,而网膜脂和肾周

脂的占比较少,分别为 3.6%和 1.5%。根据占比来看,无疑是尾脂的利用更为有研究意义。

3.2 溶剂法分提哈萨克羊羊脂后,其分提产物的理化

性质发生了变化,这跟 Bussey^[13]等人的研究相似,其研究为熔点 35 °C 的牛油分馏后具有 40 °C 的熔点;据报道^[11]:土耳其羊尾脂的熔点为 43.2 °C、碘值为 42.16 g/100 g,经溶剂法分提后,其分提油脂中有 54.5 °C 的熔点和 28.06 g/100 g 的碘值这种变化较大的组分,其溶剂处理组理化性质变化趋势同本试验结果。本研究表明:高熔点的组分其不饱和脂肪酸也较高,而高碘值的组分则饱和脂肪酸较高,这和 Yilmaz^[8]等人的研究结果相同。

3.3 溶剂法分提对哈萨克羊不同部位羊脂的影响较大,三个部位脂肪的变化趋势相同,均是饱和脂肪酸先上升,再下降的趋势,不饱和脂肪酸则相反;溶剂组分中 2 °C 液脂的饱和脂肪酸含量最低,其不饱和脂肪酸含量最高。近年来,人们过多的关注多不饱和脂肪酸生理功能的研究,而有关饱和脂肪酸生理功能的研究却很滞后。罗建学^[14]的报道中提到,饱和脂肪酸中的豆蔻酸和棕榈酸可显著提高血液中胆固醇水平,而单不饱和脂肪酸油酸则可减少胆固醇含量;据报道^[15,16]: n-3 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 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^[17];有专家指出, n-6/n-3 的比值对人体健康的影响更重要, Raes K 等^[18]人的研究表明, n-6/n-3 的值应小于 5;又有报道称,营养学家提出对于多不饱和脂肪酸中 n-6 脂肪酸和 n-3 脂肪酸的比例,小于 4 的理想比值是有益于保障人体健康的脂肪酸平衡模式^[19];哈萨克羊不同部位脂肪中以尾脂中的 UFA 含量最高,而溶剂处理组之间均以 2 °C 液脂中的 UFA 含量最高,而 n-6/n-3 的值以尾脂最为符合营养学家的健康比例。哈萨克羊的尾脂在食用健康性方面比肾周脂和网膜脂更加优秀;溶剂分级脂肪的组分中: 2 °C 液脂更加适合食用。综上所述,哈萨克羊尾部脂肪的 2 °C 液脂组分,其低熔点、高不饱和脂肪酸的特性,更适合食用方面的开发和利用。

3.4 分提组分中, 37 °C 固脂组分,其较高的熔点本就是油脂所缺少的特点,据报道^[11]:这种特性的油脂,可用作起酥油和人造黄油制剂中的硬脂肪,对于工业用途,可用作涂层脂肪,如果追求脂肪的高熔点,肾周脂和网膜脂的 37 °C 组分更适合于此方面的应用。而尾脂 2 °C 液脂的 16.67 °C~17.07 °C 低熔点、高不饱和脂肪酸的特性,可作为商业色拉油的潜在替代品。

参考文献

[1] 荣威恒.中国肉羊种业发展研究[J].中国草食动物科学,

2014, s1:415-419

RONG Wei-heng. Studies on the development of Chinese sheep seed industry [J]. Chinese Journal of Herbivory Science, 2014, s1: 415-419

[2] 新疆维吾尔自治区统计局编.新疆统计年鉴 2016[M].北京:中国统计出版社,2016

Compiled by Statistics Bureau of Xinjiang Uygur Autonomous Region. Xinjiang Statistical Yearbook 2016 [M]. Beijing: China Statistics Press, 2016

[3] 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 altai-tailed and small tailed han sheep [J]. Progress in Veterinary Medicine, 2013, 12: 84-88

[4] Yousefi A R, Kohram H, Zare S A, et al. Comparison of the meat quality and fatty acid composition of traditional fat-tailed (Chall) and tailed (Zel) Iranian sheep breeds [J]. Meat Science, 2012, 92(4): 417-22

[5] 郭小萍,刘宜勇,艾比拜木,等.哈萨克羊体重体尺的相关性试验[J].中国畜禽种业,2016,12(1):73-74

GUO Xiao-ping, LIU Yi-yong, Abby Wa-men, et al. Correlation test of body weight of Kazak sheep [J]. Chinese Livestock and Poultry Seed Industry, 2016, 12(1): 73-74

[6] 李响.乌珠穆沁羊羊尾的理化分析及羊油皂的研发[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2014

LI Xiang. The physical and chemical analysis of ujimqin sheep tail and the development of suet soap [D]. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2014

[7] 张晓鹏,孟宗,李进伟,等.猪油溶剂法分提产物性质分析[J].中国油脂,2014,39(2):37-40

ZHANG Xiao-peng, MENG Zong, LI Jin-wei, et al. Property analysis of solvent fractionation products of lard [J]. China Oils and Fats, 2014, 39(2): 37-40

[8] Yilmaz M T, Karakaya M, Aktaş N. Composition and thermal properties of cattle fats [J]. European Journal of Lipid Science & Technology, 2010, 112(3): 410-416

[9] 朱巍.猪油液化及降胆固醇加工技术研究[D].长沙:湖南农业大学,2016

ZHU Wei. Study on technology of liquid state and low cholesterol lard [D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2016

[10] 常振刚,潘丽.棕榈油的分提方法[J].粮油食品科技,2007, 15(4):50-51

CHANG Zhen-gang, PAN Li. The fractionation method of

- palm oil [J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2007, 15(4): 50-51
- [11] Unsal M, Aktaş N. Fractionation and characterization of edible sheep tail fat [J]. Meat Science, 2003, 63(2): 235-239
- [12] 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. Determination of fatty acids derived from fatty acids by gas chromatography and its selection [J]. Food Processing, 2004, 29(6): 64-66
- [13] Bussey D M, Ryan T C, Gray J I, et al. Fractionation and characterization of edible tallow [J]. Journal of Food Science, 2010, 46(2): 526-530
- [14] 罗建学. 羊肉脂肪酸的研究概况[J]. 肉类研究, 2010, 1: 12-15
- LUO Jian-xue. Research overview of mutton fatty acids [J]. Meat Research, 2010, 1: 12-15
- [15] Hu F B, Cho E, Rexrode K M, et al. Fish and long-chain omega-3 fatty acid intake and risk of coronary heart disease and total mortality in diabetic women [J]. Circulation, 2003, 107(14): 1852-7
- [16] Bandarra N M, Rema P, Batista I, et al. Effects of dietary n-3/n-6 ratio on lipid metabolism of gilthead seabream (*Sparus aurata*) [J]. European Journal of Lipid Science & Technology, 2011, 113(11): 1332-1341
- [17] 张洪涛, 单雷, 毕玉平. 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
- ZHANG Hong-tao, SHAN Lei, BI Yu-ping. Functional Relationship of n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids in human and animal [J]. Shandong Agricultural Sciences, 2006, 2: 115-120
- [18] Raes K, Smet S D, Demeyer D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review [J]. Animal Feed Science & Technology, 2004, 113(4): 199-221
- [19] 魏永生, 郑敏燕, 耿薇, 等. 常用动、植物食用油中脂肪酸组成的分析[J]. 食品科学, 2012, 33(16): 188-193
- WEI Yong-sheng, ZHENG Min-yan, GENG Wei, et al. Fatty acid composition analysis of common animal fats and vegetable oils [J]. Food Science, 2012, 33(16): 188-193