

哈萨克羊不同部位脂肪特性的研究

李 涛, 陈卫林, 卢 岩, 李瑾瑜, 刘 丹, 马 欣, 于晨晨, 王子荣

(新疆农业大学 食品科学与药学院, 乌鲁木齐 830000)

摘要:研究了新疆哈萨克羊不同部位脂肪的组成成分差异。采用气相色谱-质谱法对新疆哈萨克羊的肾周脂、网膜脂以及尾脂的脂肪酸组成及挥发性成分进行了分析。结果表明:在尾脂中共检测出 20 种脂肪酸,而在肾周脂和网膜脂中均检出 17 种脂肪酸;其中尾脂的饱和脂肪酸(SFA)含量为 49.09%,以棕榈酸(C16:0)的含量最高;肾周脂中 SFA 的含量为 59.44%;网膜脂中 SFA 的含量为 64.00%;肾周脂和网膜脂中 SFA 均以硬脂酸(C18:0)的含量最高。在尾脂中不饱和脂肪酸(UFA)的含量为 50.48%,在肾周脂中 UFA 的含量为 38.95%,在网膜脂中 UFA 的含量为 35.15%;不同部位脂肪中 UFA 均以油酸(C18:1n-9c)的含量最高。羊脂中的挥发性物质主要由醛类、酯类、醇类和酮类组成。

关键词:哈萨克羊;理化性质;脂肪酸;挥发性成分

中图分类号:TS201;S826

文献标识码:A

文章编号:1003-7969(2018)07-0032-05

Fat characteristics in different parts of Kazak sheep

LI Tao, CHEN Weilin, LU Yan, LI Jinyu, LIU Dan,

MA Xin, YU Chenchen, WANG Zirong

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

Abstract: The component difference of fat in different parts of Xinjiang Kazak sheep was studied. The fatty acid composition and volatile component in Xinjiang Kazak sheep's perirenal fat, omentum fat and tail fat were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry. The results showed that 20 kinds of fatty acids were detected in tail fat, and perirenal fat and omentum fat contained 17 kinds of fatty acids respectively. The content of SFA in the tail fat was 49.09%, and the content of palmitic acid was the highest. The contents of SFA in perirenal fat and omentum fat were 64.00% and 59.44%, respectively. The content of stearic acid (C18:0) was the highest in SFA in perirenal fat and omentum fat. The contents of UFA in tail fat, perirenal fat and omentum fat were 50.48%, 38.95% and 35.15%, respectively. The content of oleic acid was the highest in UFA in different parts of fat. The volatile substances in mutton fat mainly included aldehydes, esters, alcohols and ketone.

Key words: Kazak sheep; physicochemical property; fatty acid; volatile component

我国是世界上羊饲养量、出栏量最多和羊肉产量最大的国家,其中 2014 年羊肉总产量已达 428.2 万 t,占世界总产量的 30% 左右。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 3 995.65 万只,仅次于内蒙古居全国第二位^[1]。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^[2]。Yousefi 等^[3]研究表明,伊朗绵羊有些个体的尾脂可占胴体重的 20%。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

收稿日期:2017-09-18;修回日期:2018-03-21

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,研究方向为食品营养与安全(E-mail)530055013@qq.com。

通信作者:王子荣,教授,博士生导师(E-mail)wangzirong212@126.com。

较低,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^[4]。由于对哈萨克羊不同部位脂肪的对比研究鲜有报道,为了更好地利用羊脂,本文拟分析新疆哈萨克羊不同部位脂肪脂肪酸的组成及羊脂中的挥发性物质,为羊脂的综合利用提供数据支撑。

1 材料与方法

1.1 实验材料

哈萨克羊不同部位脂肪样(尾脂、肾周脂、网膜脂),由新疆乌鲁木齐华凌牛羊屠宰场提供($n=8$)。将采集的哈萨克羊不同部位的脂肪分开并放在 $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的冰箱冻藏。

37种脂肪酸甲酯化混合标准品、甲醇(色谱纯)、正己烷(色谱纯),Sigma公司;三氟化硼甲醇溶液(15%),天津市富宇精细化工;无水乙醇、氢氧化钾、氯化钠,天津市致远化学试剂有限公司;其他试剂均为分析纯。

Al204-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;FL-1型封闭电炉;DZF-6090型真空干燥箱;DHG-9123A型恒温干燥箱;GL-20G-II型冷冻高速离心机。

1.2 实验方法

1.2.1 理化指标测定

试样的制备:GB/T 15687—2008《动植物油脂试样的制备》;皂化值的测定:GB/T 5534—2008《动植物油脂皂化值的测定》;碘值的测定:GB/T 5532—2008《动植物油脂碘值的测定》;酸值的测定:GB/T 5530—2005《动植物油脂酸值和酸度测定》;熔点测定:GB/T 12766—2008《动植物油脂熔点测定》;水分含量的测定:采用常压干燥法。

1.2.2 脂肪酸组成分析

甲酯化处理: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 $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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,3 500 r/min离心10 min,取上清液待测。采用GC-MS进行脂肪酸组成分析。

色谱条件:PE-5MS毛细管气相色谱柱(30 m \times 0.25 mm,0.25 μm),载气为氮气,汽化室温度 $280\text{ }^{\circ}\text{C}$;流速1.0 mL/min;采用程序升温,起始温度 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$,保持3 min,以 $5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升到 $280\text{ }^{\circ}\text{C}$,保持30 min;进样方式为分流,分流比5:1。

质谱条件:电离方式EI源,电子能量70 eV,离子源温度 $230\text{ }^{\circ}\text{C}$,接口温度 $250\text{ }^{\circ}\text{C}$,传输线温度 $200\text{ }^{\circ}\text{C}$,扫描范围(m/z)30~550。

1.2.3 挥发性成分分析

萃取头在初次使用时需老化2 h,后续每次检测时需老化30 min。准确称取5 g样品置于顶空样品瓶中,于恒温器中 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 水温条件下恒温15 min,将萃取头(75 μm CAR/PDMS)插入样品瓶中,推出纤维头,于 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 恒温吸附30 min,之后将萃取头插入气相色谱仪, $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 解吸10 min,拔出萃取头。采用GC-MS进行挥发性成分分析。

色谱条件:HP-5MS毛细管气相色谱柱(30 m \times 0.25 mm,0.25 μm);不分流进样;采用程序升温, $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 保持3 min,以 $6\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率升到 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$,保持3 min,再以 $2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率升到 $120\text{ }^{\circ}\text{C}$,保持2 min,再以 $8\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率升到 $240\text{ }^{\circ}\text{C}$,保持15 min;进样口温度 $250\text{ }^{\circ}\text{C}$,辅助加热器温度 $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

质谱条件:电离方式EI源,电子能量70 eV,离子源温度 $230\text{ }^{\circ}\text{C}$,接口温度 $250\text{ }^{\circ}\text{C}$,扫描范围(m/z)35~600。

1.2.4 数据处理

经气相色谱-质谱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。

2 结果与分析

2.1 羊脂的理化性质(见表1)

表1 羊脂的理化性质

样品	皂化值(KOH)/(mg/g)	碘值(I)/(g/100 g)	酸值(KOH)/(mg/g)	熔点/ $^{\circ}\text{C}$	水分含量/%
尾脂	194.17 ± 0.45^b	47.07 ± 0.69^a	0.85 ± 0.02^b	39.70 ± 0.10^a	9.20 ± 0.07^b
肾周脂	196.14 ± 0.80^b	45.05 ± 0.16^b	1.07 ± 0.07^c	44.23 ± 0.06^b	11.10 ± 0.02^b
网膜脂	190.64 ± 0.78^a	44.77 ± 0.67^b	0.72 ± 0.02^a	46.23 ± 0.25^c	5.20 ± 0.04^a

注:同列间上标为不同字母表示样品组间有显著性差异($P < 0.05$);相同字母表示差异不显著($P > 0.05$)。

由表1可知,不同部位脂肪的皂化值之间网膜脂和其他部位脂肪都存在显著性差异($P < 0.05$),而尾脂和肾周脂之间不存在差异显著,其中皂化值

(KOH)最高的是肾周脂(196.14 mg/g);不同部位脂肪的碘值之间,尾脂和其他部位脂肪之间存在显著性差异($P < 0.05$),而肾周脂和网膜脂之间不存

在显著性差异, 碘值(I)最高的为尾脂(47.07 g/100 g);不同部位脂肪的酸值之间互相都存在显著性差异($P < 0.05$), 酸值(KOH)最高的为肾周脂(1.07 mg/g);不同部位脂肪熔点之间都存在显著性差异($P < 0.05$), 熔点最高的为网膜脂(46.23 °C);不同部位脂肪水分含量之间尾脂和肾周脂之间差异性不显著, 而网膜脂和肾周脂、尾脂之间都存在显著性差异($P < 0.05$), 水分含量最高的为肾周脂(11.10%)。

2.2 羊脂的脂肪酸组成(见表2)

表2 羊脂的脂肪酸组成及含量

脂肪酸	不同部位羊脂的脂肪酸含量/%		
	尾脂	肾周脂	网膜脂
C12:0	0.26 ± 0.04	-	-
C14:0	5.46 ± 0.02 ^b	2.46 ± 0.15 ^a	2.55 ± 0.01 ^a
C14:1n-9c	0.22 ± 0.02	-	-
C14:1n-12c	0.23 ± 0.01 ^b	0.16 ± 0.01 ^a	0.21 ± 0.03 ^{ab}
C15:0	0.75 ± 0.02 ^c	0.49 ± 0.02 ^a	0.63 ± 0.02 ^b
C14:1n-14c	0.27 ± 0.01 ^b	0.13 ± 0.01 ^a	0.33 ± 0.01 ^c
C16:0	22.38 ± 0.47 ^b	20.07 ± 0.09 ^a	21.07 ± 0.39 ^a
C16:1n-9c	2.63 ± 0.34 ^b	0.84 ± 0.03 ^a	0.71 ± 0.04 ^a
C16:1n-14c	0.56 ± 0.03 ^a	0.56 ± 0.01 ^a	0.70 ± 0.03 ^b
C16:1n-15c	0.83 ± 0.06 ^c	0.24 ± 0.02 ^a	0.39 ± 0.03 ^b
C17:0	2.10 ± 0.08 ^a	2.00 ± 0.18 ^a	2.14 ± 0.06 ^a
C18:0	17.65 ± 1.63 ^a	33.68 ± 0.21 ^b	36.86 ± 0.31 ^b
C18:1n-9t	4.98 ± 0.17 ^{ab}	4.46 ± 0.16 ^a	5.56 ± 0.43 ^b
C18:1n-9c	35.21 ± 0.17 ^c	28.99 ± 1.17 ^b	24.09 ± 0.33 ^a
C18:2n-6t	1.42 ± 0.13 ^b	0.64 ± 0.04 ^a	0.69 ± 0.07 ^a
C18:2n-6c	2.52 ± 0.28 ^a	2.54 ± 0.20 ^a	2.11 ± 0.18 ^a
C18:3n-3c	1.45 ± 0.01 ^a	0.39 ± 0.02 ^b	0.36 ± 0.01 ^b
C19:0	0.19 ± 0.01 ^a	0.34 ± 0.01 ^b	0.42 ± 0.02 ^c
C20:0	0.30 ± 0.04 ^a	0.40 ± 0.01 ^b	0.33 ± 0.09 ^{ab}
C20:5n-3c	0.16 ± 0.01	-	-
SFA	49.09 ± 1.09 ^a	59.44 ± 0.22 ^b	64.00 ± 0.14 ^c
UFA	50.48 ± 0.54 ^c	38.95 ± 0.75 ^b	35.15 ± 0.90 ^a
MUFA	44.93 ± 0.17 ^c	35.38 ± 0.98 ^b	31.99 ± 0.66 ^a
PUFA	5.55 ± 0.41 ^b	3.57 ± 0.26 ^a	3.16 ± 0.24 ^a
n-3PUFA	1.61 ± 0.01 ^b	0.39 ± 0.02 ^a	0.36 ± 0.01 ^a
n-6PUFA	3.94 ± 0.40 ^b	3.18 ± 0.24 ^{ab}	2.80 ± 0.25 ^b

注:同行间上标为不同字母表示样品组间有显著性差异($P < 0.05$);“-”表示未检出。下同。

由表2可知,在尾脂中共检测出20种脂肪酸,而在肾周脂和网膜脂中均检测出17种脂肪酸。

MUFA、SFA、UFA、C19:0、C18:1n-9c、C16:1n-15c、C14:1n-14c、C15:0的含量在尾脂、肾周脂、网膜脂之间互相都存在显著性差异($P < 0.05$)。尾脂中C14:0、C16:0、C16:1n-9c、C18:0、C18:2n-6t、C18:3n-3c、PUFA、n-3PUFA的含量与肾周脂、网膜脂中的含量均存在显著性差异($P < 0.05$),而肾周脂和网膜脂之间差异不显著。C18:1n-9c(油酸)在尾脂中的含量最高(35.21%),在肾周脂中的含量为28.99%,在网膜脂中的含量为24.09%。而肾周脂和网膜脂中含量最高的是C18:0(硬脂酸),分别为33.68%和36.86%,其在尾脂中的含量为17.65%。C16:0的含量也较高,其不同部位的含量均在20%左右。饱和脂肪酸(SFA)在尾脂中的含量最低,为49.09%;在网膜脂中含量最高,为64.00%;其次为肾周脂中,含量为59.44%。不饱和脂肪酸(UFA)在尾脂中含量最高(50.48%);其次为肾周脂中,含量为38.95%;在网膜脂中的含量最低,为35.15%。尾脂、肾周脂和网膜脂中n-6/n-3的比值分别为2.45 ± 0.24、8.14 ± 0.33和7.74 ± 0.86,且尾脂n-6/n-3的比值与其他部位脂肪的比值存在显著性差异($P < 0.05$)。

2.3 羊脂的挥发性成分(见表3)

由表3可知,羊脂的挥发性成分测出物质最多的为尾脂,共有33种物质;其次为网膜脂,共有26种物质;测出最少物质的为肾周脂,共有24种物质。按照挥发性物质的种类来分,醛类是羊脂中重要的挥发性物质,尾脂中含有醛类8种(含量为25.60%);网膜脂中含有醛类7种(含量为21.37%);肾周脂中醛类亦含有7种(含量为27.98%);在醛类的含量上网膜脂和其他两个部位之间存在显著性差异($P < 0.05$)。尾脂中含有7种酯类(含量为13.17%);网膜脂和肾周脂中均含有5种酯类(含量分别为7.18%和7.86%);尾脂和其他部位脂肪在酯类的含量上存在显著性差异($P < 0.05$)。在网膜脂中含量较高的化合物有5-(1-甲基亚乙基)-1,3-环戊二烯(17.89%)、环己烷(12.58%)、正戊醛(10.40%)、(E)-2-癸烯醛(5.12%);肾周脂中己醛(11.84%)、5-(1-甲基亚乙基)-1,3-环戊二烯(11.21%)、环己烷(6.24%)、4-甲基-2-苯基-1,3-二氧戊环(6.08%)、正戊醛(5.17%)的含量较高;尾脂中含量较高的化合物有5-(1-甲基亚乙基)-1,3-环戊二烯(11.33%)、(E)-2-癸烯醛(6.99%)、环己丙酸乙酯(6.45%)、甲苯(5.42%)。

表3 羊脂的挥发性成分及含量

挥发性物质	不同部位羊脂的挥发性成分含量/%		
	网膜脂	肾周脂	尾脂
醛类			
3-甲基-丁醛	0.74 ± 0.06 ^a	4.50 ± 0.27 ^c	2.36 ± 0.14 ^b
正戊醛	10.40 ± 0.58 ^c	5.17 ± 0.11 ^b	3.18 ± 0.03 ^a
己醛	2.78 ± 0.09 ^a	11.84 ± 0.36 ^c	4.55 ± 0.11 ^b
庚醛	0.69 ± 0.09 ^b	0.31 ± 0.02 ^a	0.57 ± 0.03 ^b
<i>E</i> -2-辛烯醛	0.74 ± 0.07 ^a	0.90 ± 0.02 ^a	3.30 ± 0.13 ^b
壬醛	0.90 ± 0.04 ^a	0.83 ± 0.04 ^a	3.47 ± 0.03 ^b
(<i>E</i>)-2-癸烯醛	5.12 ± 0.27 ^a	4.43 ± 0.07 ^a	6.99 ± 0.43 ^b
(<i>E</i>)-2-十一烯醛	-	-	1.18 ± 0.03
合计	21.37 ± 1.17 ^a	27.98 ± 0.81 ^b	25.60 ± 0.49 ^b
酯类			
辛酸乙酯	1.13 ± 0.08 ^b	0.21 ± 0.01 ^a	2.96 ± 0.05 ^c
乙氧基乙酸乙酯	0.78 ± 0.03 ^a	3.40 ± 0.10 ^b	0.87 ± 0.03 ^a
乙酸乙酯	1.03 ± 0.04 ^b	0.36 ± 0.04 ^a	1.79 ± 0.09 ^c
2-甲基丁基己酸酯	0.73 ± 0.04 ^c	0.46 ± 0.02 ^b	0.19 ± 0.01 ^a
2,6-二甲基十一酸甲酯	-	-	0.62 ± 0.03
9-癸烯酸乙酯	-	-	0.28 ± 0.02
环己丙酸乙酯	3.51 ± 0.13 ^a	3.43 ± 0.02 ^a	6.45 ± 0.15 ^b
合计	7.18 ± 0.26 ^a	7.86 ± 0.26 ^a	13.17 ± 0.19 ^b
醇类			
(<i>E</i>)-3-戊烯-1-醇	1.32 ± 0.28 ^a	2.31 ± 0.03 ^b	1.65 ± 0.06 ^a
1-庚醇	3.88 ± 0.11 ^b	4.57 ± 0.19 ^c	2.50 ± 0.17 ^a
2-壬烯-1-醇	2.23 ± 0.04 ^b	4.26 ± 0.48 ^c	1.30 ± 0.11 ^a
1-辛醇	-	-	0.60 ± 0.06
合计	7.43 ± 0.23 ^b	11.14 ± 0.47 ^a	6.05 ± 0.12 ^c
酮类			
2,4,6-环庚三烯-1-酮	2.36 ± 0.10 ^b	1.28 ± 0.03 ^a	1.31 ± 0.03 ^a
2-癸酮	0.24 ± 0.04 ^a	0.62 ± 0.02 ^c	0.39 ± 0.01 ^b
2-壬酮	-	-	0.16 ± 0.02
合计	2.60 ± 0.09 ^b	1.90 ± 0.04 ^a	1.86 ± 0.01 ^a
芳香烃类			
甲苯	3.49 ± 0.09 ^a	4.11 ± 0.02 ^b	5.42 ± 0.21 ^c
1-(3-甲基丁基)-2,3,4-三甲基苯	0.17 ± 0.02 ^a	1.19 ± 0.03 ^c	1.01 ± 0.02 ^b
叔丁基苯	1.36 ± 0.06 ^c	0.82 ± 0.03 ^a	1.17 ± 0.02 ^b
合计	5.02 ± 0.08 ^a	6.12 ± 0.07 ^b	7.60 ± 0.23 ^c
其他			
十一烷酸	0.36 ± 0.02 ^b	-	0.14 ± 0.01 ^a
环己烷	12.58 ± 0.50 ^c	6.24 ± 0.27 ^b	4.18 ± 0.07 ^a
5-(1-甲基亚乙基)-1,3-环戊二烯	17.89 ± 0.54 ^b	11.21 ± 0.13 ^a	11.33 ± 0.10 ^a
柠檬烯	2.65 ± 0.10 ^b	5.08 ± 0.08 ^c	0.43 ± 0.03 ^a
二甲基砷	0.14 ± 0.03 ^a	-	0.63 ± 0.03 ^b
4-甲基-2-苯基-1,3-二氧戊环	1.92 ± 0.10 ^a	6.08 ± 0.08 ^c	3.12 ± 0.09 ^b
丁香酚	-	-	0.34 ± 0.02
二苯并呋喃	-	-	0.16 ± 0.01

2.4 讨论

本实验结果显示:尾脂中含量较高的脂肪酸为油酸(C18:1*n*-9*c*)、棕榈酸(C16:0)和硬脂酸(C18:0);3种脂肪酸占总脂肪酸的72.97%~77.51%。Eneser等^[5]对羊脂肪研究的结果是:这3种主要脂肪酸的含量为72.8%~80.8%,此报道与本实验对新疆哈萨克羊尾脂的分析一致。罗建学^[6]的报道中提到,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,而油酸可减少胆固醇含量。而哈萨克羊的尾脂中的油酸远高于肾周脂和网膜脂,说明尾脂更有益于健康,而尾脂油酸的含量与陈华丽等^[7]的研究相似。哈萨克羊脂肪SFA的组成在不同部位的差异为网膜脂>肾周脂>尾脂,而UFA组成的差异为尾脂>肾周脂>网膜脂。Raes等^[8]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*n*-6/*n*-3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^[9];哈萨克羊尾脂的*n*-6/*n*-3的比值(2.45)小于4,而肾周脂和网膜脂的*n*-6/*n*-3的比值(8.14, 7.74)则大于4;这说明新疆哈萨克羊的尾脂具有*n*-3多不饱和脂肪酸的营养特性;而肾周脂和网膜脂则具有*n*-6多不饱和脂肪酸的营养特性。*n*-3多不饱和脂肪酸的营养特性具有净化血液、防止动脉粥样硬化、降低血压、活化大脑细胞、防止老年痴呆病的发生等优点^[10-12]; *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^[13]。

3 结论

本实验结果显示,哈萨克羊尾脂有*n*-3多不饱和脂肪酸的营养特性,而肾周脂和网膜脂则具有*n*-6多不饱和脂肪酸营养特性;3个部位中尾脂的脂肪酸种类和挥发性成分都是最为丰富的;而肾周脂和网膜脂的脂肪酸组成和挥发性成分的种类都有较为相似之处。哈萨克羊脂肪的挥发性成分主要由醛类、酯类、醇类和酮类组成。结合各指标结果的显示,尾脂在食用健康性上优于肾周脂和网膜脂。

参考文献:

- [1] 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.
- [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.

(下转第40页)

参考文献:

- [1] 宋孝周,吴清林,傅峰,等. 农作物与其剩余物制备纳米纤维素研究进展[J]. 农业机械学报, 2011, 42(11): 106-112.
- [2] 邓斌,王存嫦,徐安武. 微波辅助提取花生壳黄酮类化合物及其抗氧化性研究[J]. 中国油脂, 2009, 34(3): 54-57.
- [3] 胡明明. 花生壳多酚的提取、纯化及其抗氧化、抑菌活性研究[D]. 南昌:南昌大学, 2012.
- [4] 林姣. 花生壳木犀草素的提取分离及抗菌作用的研究[D]. 南京:南京财经大学, 2013.
- [5] 范金波,周素珍,郑立红,等. 微波辅助提取花生壳总黄酮工艺参数的优化[J]. 中国食品学报, 2013, 13(11): 55-60.
- [6] 张云丰,汪立平. 大孔树脂纯化茶皂素工艺研究[J]. 中国油脂, 2014, 39(11): 69-73.
- [7] 朱洁,王红宝,孔佳君,等. 梨幼果多酚的纯化及其抗氧化性[J]. 食品科学, 2017, 38(5): 14-20.
- [8] 张斌,孙兰萍,马龙,等. 大孔树脂分离纯化花生壳总黄酮的研究[J]. 中国粮油学报, 2010, 25(2): 126-130.
- [9] 张斌,孙兰萍,伍亚华,等. 花生壳总黄酮的大孔树脂吸附动力学研究[J]. 中国油脂, 2017, 42(3): 122-126.
- [10] 欧阳玉祝,吕程丽,郑胜丰,等. 大孔树脂吸附法分离过路黄中的总多酚[J]. 食品科学, 2009, 30(22): 213-215.
- [11] 袁亚宏,蔡露阳,岳田利,等. 磁性壳聚糖微球吸附苹果渣多酚的动力学及热力学分析[J]. 农业工程学报, 2012, 28(16): 264-269.
- [12] 陈一良,潘丙才,孟凡伟,等. 苯酚及对硝基酚在大孔树脂上吸附等温线的研究[J]. 离子交换与吸附, 2004, 20(3): 205-213.
- [13] BULGARIU L, CEICA A, LAZAR L, et al. Equilibrium and kinetics study of nitrate removal from water by purolite A100 resin[J]. Revista De Chim, 2010, 61(11): 1136-1141.
- [14] QIU N X, GUO S G, CHANG Y H. Study upon kinetic process of apple juice adsorption de-coloration by using adsorbent resin[J]. J Food Eng, 2007, 81(1): 243-249.
- [15] 高振鹏. 猕猴桃中多酚的提取条件优化及其动力学模型构建[D]. 南京:南京农业大学, 2014.
- [16] 李兵,薛建明,许月阳,等. SO₂ 在活性炭上的吸附平衡、动力学及热力学研究[J]. 煤炭学报, 2014, 39(10): 2100-2106.
- [17] VASILIU S, BUNIA I, RACOVITA S, et al. Adsorption of cefotaxime sodium salt on polymer coated ion exchange resin microparticles: kinetics, equilibrium and thermodynamic studies[J]. Carbohydr Polym, 2011, 85(2): 376-387.
- [18] 李人伟,陈登宇,朱锡锋. 稻壳炭基高比表面多孔氧化硅的表征及 Cu(II) 吸附特性[J]. 化工学报, 2011, 62(12): 3434-3439.
- [19] ANIRUDHAN T S, RADHAKRISHNAN P G. Kinetics, thermodynamics and surface heterogeneity assessment of uranium(VI) adsorption onto cation exchange resin derived from a lignocellulosic residue[J]. Appl Surface Sci, 2009, 255(9): 4983-4991.
- [20] 舒月红,贾晓珊. CTMAB/膨润土从水中吸附氯苯类化合物的机理——吸附动力学与热力学[J]. 环境科学学报, 2005, 25(11): 1530-1536.
- [21] 王玥,杜守颖,徐冰. 大孔树脂吸附芍药苷的吸附热力学研究[J]. 北京中医药大学学报, 2011(8): 556-559.
- [22] 黄贱苟,徐满才,李海涛,等. D301 树脂对酚类的吸附热力学研究[J]. 离子交换与吸附, 2003, 19(1): 37-42.
- [23] 姚超,秦泽勇,吴凤芹. 直接耐酸性枣红在脱硅稻壳活性炭上的吸附热力学与动力学特性[J]. 化工学报, 2011, 62(4): 977-985.
- (上接第 35 页)
- [3] 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 Sci, 2012, 92(4): 417-422.
- [4] 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.
- [5] ENESER M, HILLETT K, HEWITT B, et al. Fatty acid content and composition of english beef, lamb and pork at retail[J]. Meat Sci, 1996, 42(4): 443-456.
- [6] 罗建学. 羊肉脂肪酸的研究概况[J]. 肉类研究, 2010(1): 12-15.
- [7] 陈华丽,吴登俊,施阳阳,等. 布拖黑绵羊及凉山半细毛羊改良羊脂肪酸组成及挥发性风味物质的研究[J]. 中国畜牧兽医, 2013, 40(10): 123-127.
- [8] 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]. Anim Feed Sci Tech, 2004, 113(4): 199-221.
- [9] 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.
- [10] 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): 1852-1857.
- [11] 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]. Eur J Lipid Sci Tech, 2011, 113(11): 1332-1341.
- [12] DALBY J T. Differential effect of total fat and n3/n6 fat ratios on eicosanoid production [J]. Prostag Leukotr Ess, 1992, 57(1): 45-49.
- [13] 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.