

检测分析

DOI: 10.12166/j.zgyz.1003-7969/2020.07.028

驴脂组成成分及其油脂的品质指标分析

史传超^{1,2},解晓^{1,2},樊雨梅^{1,2},周广运^{1,2},张筱桢^{1,2},
苏宁³,廖峰^{1,2}

(1. 国家胶类中药工程技术研究中心,山东东阿 252201; 2. 东阿阿胶股份有限公司,
山东东阿 252200; 3. 中国检验检疫科学研究院,北京 100176)

摘要:研究了驴脂的元素谱库、营养成分组成,测定了驴脂提取分离产物驴油的品质指标。以电感耦合等离子体质谱技术(ICP-MS)对驴脂中37种金属元素进行扫描分析,形成样本的元素谱库,结果表明驴脂中各金属元素均未达到检出限。以多质量分析器组合式质谱仪对驴脂进行MSⁿ级扫描,最终获得驴脂中主要成分信息,发现驴脂主要成分中包含16种氨基酸及其衍生物类、11种有机酸、46种脂质以及糖类、维生素类等多种成分。采用超声辅助溶剂提取法得到的驴油相对密度为0.908,水分含量为0.68%,酸价(KOH)为0.58 mg/g,过氧化值为0.018 g/100 g,碘值(I)为85 g/100 g。研究储存温度对驴油过氧化值的影响,结果表明驴油常温下即可储存。驴脂可作为食品、化妆品的研发原料,具有广阔的应用前景。

关键词:驴脂;元素组成;营养成分;驴油;品质指标

中图分类号:TS225.2;TS201.2 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2020)07-0130-07

Components of donkey fat and quality index of donkey oil

SHI Chuanchao^{1,2}, XIE Xiao^{1,2}, FAN Yumei^{1,2}, ZHOU Guangyun^{1,2},
ZHANG Xiaohan^{1,2}, SU Ning³, LIAO Feng^{1,2}

(1. National Engineering Technology Research Center of Glue of Traditional Medicine, Dong'e
252201, Shandong, China; 2. Dong-e-E-Jiao Co., Ltd., Dong'e 252200,
Shandong, China; 3. Chinese Academy of Inspection and Quarantine, Beijing 100176, China)

Abstract: The elemental library and nutrient composition of donkey fat were studied. The quality indexes of donkey oil extracted and separated from donkey fat were determined. The 37 metal elements in donkey fat were scanned and analyzed by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). The results showed that all the metal elements in donkey fat were not detected. The main components of donkey fat samples were scanned by multi-mass analyzer combined with mass spectrometer at MSⁿ level. It was found that there were 16 kinds of amino acids and their derivatives, 11 kinds of organic acids and 46 kinds of lipids. In addition, there were many ingredients such as carbohydrates and vitamins. The physicochemical properties of donkey oil extracted by ultrasound-assisted solvent were determined as follows: relative density 0.908, moisture content 0.68%, acid value 0.58 mgKOH/g, peroxide value 0.018 g/100 g, iodine value 85 gI/100 g. The effect of storage temperature on peroxide value of donkey oil were studied. The results showed that donkey oil could be stored at room temperature. Donkey oil could be used as research and

development materials for food and cosmetics, and had broad application prospects.

Key words: donkey fat; elemental composition; nutrient; donkey oil; quality index

收稿日期:2019-09-26;修回日期:2019-11-01

基金项目:山东省泰山产业领军人才传统产业创新类项目
(TSCY20170233)

作者简介:史传超(1992),男,助理工程师,硕士,主要从事功能性食品、天然产物及日化相关研究(E-mail)shiccc@dongejiao.com。

通信作者:廖峰,高级工程师,博士(E-mail)liaofengcd@163.com。

驴油是华北地区长期用的一种食用油脂,具有

饱和脂肪酸含量低,不饱和脂肪酸和必需脂肪酸含量高等优点^[1]。Xu 等^[2]通过比较驴油、牛油、羊油及猪油的理化性质发现,驴油更适合于人类食用。油脂也是化妆品配方中必不可少的成分之一,是膏霜、乳蜜等乳化型体系及油蜡型体系化妆品的基础性原料,主要起到滋润、柔滑、护肤、护发等作用^[3]。20世纪90年代以来,随着人们生活水平的提高和对健康的日益重视,高科技、自然与绿色的产品日益受到人们推崇^[4]。因此,采用天然的动物性油脂替代传统石油化工精炼油脂制备的化妆品受到人们的青睐。目前,广泛应用于化妆品配方中的动物油原料主要包括牛油^[5]、猪油^[6]、羊油^[7]、貂油^[8]和马油^[9]等。基于此,将驴油应用到食品和化妆品的研制中将具有潜在的市场效益与经济价值。

动物油提取常用的方法有熬制法、蒸煮法、溶剂法、酶解法等。溶剂法以乙醚、石油醚等为溶剂进行提取,工艺条件温和、提取时间短、提取效率高。超声辅助提取因具有溶剂用量少、提取时间短、提取率高等优势而得到较广泛应用^[10-11]。驴脂是提炼驴油的原料,作为驴产业主要副产物之一,其年产量巨大且很少被有效利用,经济价值较低。目前,对驴脂的研究主要集中在脂肪酸组成与理化性质分析等方面,存在一定的应用瓶颈。本文对驴脂元素种类、营养成分、驴油的品质指标进行分析,以期为驴脂系列食品、化妆品的开发提供科学参考与应用依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

驴脂:东阿阿胶股份有限公司。

乙腈为色谱纯;2-氯苯丙氨酸、过氧化氢为优级纯;甲醇、甲酸、硝酸、乙醇、石油醚、三氯甲烷、冰乙酸均为分析纯。元素标准储备液:100 g/mL 钇、镥、镱、铥、铒、钬、铽、镝、钆、钐、镨、铈、镧、镥混合标准溶液 GSB 04-1789—2004,国家有色金属及电子材料分析测试中心。100 g/mL 铝、砷、硼、钡、铍、铋、镉、钴、铬、铜、铁、镓、锂、镁、锰、镍、铅、锑、锡、锶、钛、铊、钒、锌混合标准溶液 NCS 141018,国家钢铁材料测试中心;1 000 g/mL 的钪标准品 GSB G 62013-90(2101)、汞标准品 GSB G 62069-90(8001)、铷标准品 GSB G 62030-90(3701)、铯标准品 GSB G 62045-90(5501)、银标准品 GSB G 62039-90(4701)、铟标准品 GSB G 62041-90(4901),国家钢铁材料测试中心;1 000 g/mL 钨标准品 GBW(E) 080518,核工业北京化工冶金研究院。

7500cx 电感耦合等离子体质谱(ICP-MS),安

捷伦科技有限公司;Ultimate 3000LC 液相色谱仪、Orbitrap Elite 组合式质谱仪,赛默飞世尔科技公司;自动电位滴定仪,德国 Metrohm 公司;EXF32086V 超低温冰箱, Thermo; T10BS025 组织匀浆机, IKA;ML303 分析天平,梅特勒托利多;MS-H280-Pro 磁力搅拌器, Scilogex。

1.2 试验方法

1.2.1 ICP-MS 定量检测驴脂元素含量

驴脂样品处理:取新鲜的驴脂,剔除血管、肌肉、淋巴等组织,清水冲洗干净后,用吸水纸吸净表面水分,切成 1 cm × 1 cm × 1 cm 的小块,放入绞肉机中绞制后置于 -20℃ 备用。

称取 0.3~0.5 g(精确到 0.000 1 g) 样品,参照 2015 版《化妆品安全技术规范》,采用 ICP-MS 法定量检测驴脂中锂(Li)、铍(Be)、钪(Sc)、钒(V)、铬(Cr)、锰(Mn)、钴(Co)、镍(Ni)、铜(Cu)、砷(As)、铷(Rb)、锶(Sr)、银(Ag)、镉(Cd)、铟(In)、铯(Cs)、钡(Ba)、汞(Hg)、铊(Tl)、铅(Pb)、铋(Bi)、钍(Th)、镧(La)、铈(Ce)、镨(Pr)、钕(Nd)、镝(Dy)、铒(Er)、铕(Eu)、钆(Gd)、钬(Ho)、镥(Lu)、钐(Sm)、铽(Tb)、铥(Tm)、钇(Y) 和镱(Yb) 37 种金属元素含量,其中样品采用湿法消解。以外标法定量。

1.2.2 驴脂主要营养成分分析

将 50 mg 驴脂加入到 800 μL 甲醇中,同时加入 10 μL 内标(3.0 mg/mL 2-氯苯丙氨酸),将其置于组织匀浆机中以 65 Hz 匀浆 120 s。水浴超声 30 min 后于 4℃ 12 000 r/min 下离心 15 min。吸取 200 μL 上清于进样小瓶中进行 LC-MS 检测分析。

LC 条件:色谱柱为 Waters ACQUITY UPLC HSS T3 柱(2.1 mm × 100 mm, 1.8 μm);柱温 40℃;流速恒定 0.3 mL/min;流动相 A 为水-0.1% 甲酸,流动相 B 为乙腈-0.1% 甲酸;进样量 4 μL;自动进样器温度 4℃。流动相梯度洗脱程序见表 1。

表 1 流动相梯度洗脱程序

时间/min	流速/(mL/min)	A 相/%	B 相/%
0	0.3	95	5
1	0.3	95	5
2	0.3	60	40
7	0.3	20	80
11	0.3	5	95
15.01	0.3	5	95
15.5	0.3	95	5
19.5	0.3	95	5

MS 条件:正离子模式为加热器温度 300℃, 鞘

气流速 45 arb, 辅助气流速 15 arb, 尾气流速 1 arb, 电喷雾电压 3.0 kV, 毛细管温度 350 ℃; 负离子模式为加热器温度 300 ℃, 鞘气流速 45 arb, 辅助气流速 15 arb, 尾气流速 1 arb, 电喷雾电压 3.2 kV, 毛细管温度 350 ℃; 扫描模式为一级全扫描 (Full Scan, m/z 50 ~ 1 000) 与数据依赖性二级质谱扫描 (dd-MS₂, TopN = 10); 一级质谱分辨率为 60 000, 二级质谱分辨率为 17 500; 碰撞模式为高能量碰撞解离 (HCD)。

1.2.3 驴油的制备

称取 3.000 0 g (M_1) 按 1.2.1 处理的驴脂样品于 50 mL 烧杯中, 加入石油醚(料液比 1:5), 在超声功率 500 W 下连续超声 20 min 后, 于 5 000 r/min 下离心 10 min。取上层溶剂并通过减压旋蒸后称重 (M_2)。根据下式计算驴油提取率。

$$\text{驴油提取率} = \frac{M_2}{M_1} \times 100\%$$

1.2.4 驴油品质指标的测定

1.2.4.1 驴油感官特征

取 2.0 g 驴油试样置于白瓷盘中, 于自然光下观察其色泽和状态; 将驴油置于 -20 ℃, 待其凝固后观察凝固态的性状及色泽; 将驴油置于 50 mL 烧杯中, 50 ℃ 水浴加热, 用玻璃棒搅拌, 嗅其气味。

1.2.4.2 驴油理化指标的测定

相对密度按照 GB 5009. 2—2016《食品安全国家标准 食品相对密度的测定》执行; 酸价按照 GB

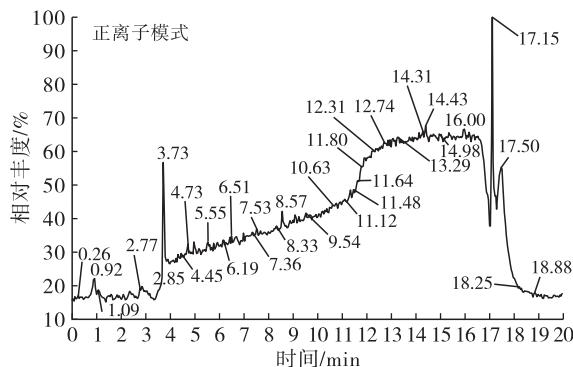


图 1 驴脂样本总离子流图

表 2 驴脂样本 LC-MS 全谱鉴定结果

5009. 229—2016《食品安全国家标准 食品中酸价的测定》执行; 过氧化值按照 GB 5009. 227—2016《食品安全国家标准 食品中过氧化值的测定》执行; 碘值按照 GB/T 5532—2008《动植物油脂 碘值的测定》执行; 水分含量按照 GB 5009. 3—2010《食品安全国家标准 食品中水分的测定》执行。

1.2.4.3 储存温度对驴油过氧化值的影响

将提取的驴油分别储存于 4、20、45 ℃ 及 55 ℃ 环境中 5 d 后, 则定其过氧化值, 对不同温度储存的驴油进行过氧化值指标评价。

2 结果与分析

2.1 驴脂样品元素谱库

采用 ICP-MS 技术对驴脂进行元素分析, 结果表明, 锂、铍、钪、钒、铬、锰、钴、镍、铜、砷、铷、银、镉、铟、铯、钡、汞、铊、铅、铋、钍、钍、镧、铈、铕、铒、铕、钆、钬、镥、钐、铽、铥、钇和镱共 37 种元素浓度均不在响应值之内, 表明驴脂原料各元素含量均未达到检出限, 符合《化妆品安全技术规范》相关规定。因此, 驴脂具有作为脂质类化妆品原料的可行性。

2.2 驴脂营养成分谱库

应用多质量分析器组合式质谱仪对驴脂样本进行 MSⁿ 级扫描, 获得驴脂样本中的主要成分信息, 形成驴脂营养成分谱库。图 1 为驴脂样本的总离子流图, 根据软件处理得到 Mass 数据, 基于网络数据库 Metlin 进行全谱鉴定, 结果见表 2。

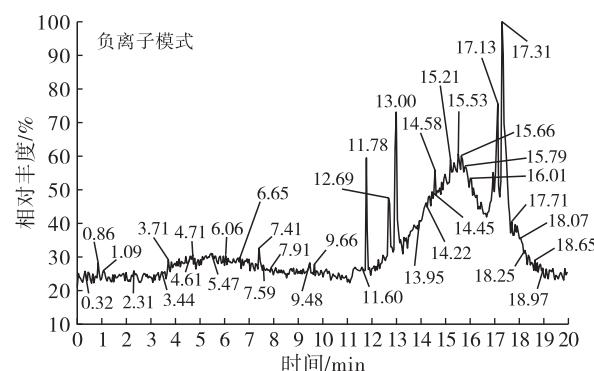


图 1 驴脂样本总离子流图

序号	成分	CAS 号	理论相对分子质量	偏离度	分类	保留时间/min	定量峰面积
1	γ -氨基丁酸	56-12-2	103.063 3	2	氨基酸及其衍生物类	0.902	8.95E-03
2	L-(-)-丝氨酸	56-45-1	105.042 6	1	氨基酸及其衍生物类	0.876	4.42E-03
3	L-(-)-苏氨酸	72-19-5	119.058 2	2	氨基酸及其衍生物类	0.882	7.51E-03
4	牛磺酸	107-35-7	125.014 7	1	氨基酸及其衍生物类	0.895	9.41E-02
5	L-焦谷氨酸	98-79-3	129.042 6	1	氨基酸及其衍生物类	1.425	1.09E-02
6	L-(+)-亮氨酸	61-90-5	131.094 6	2	氨基酸及其衍生物类	1.738	1.42E-02

续表 2

序号	成分	CAS号	理论相对分子质量	偏离度	分类	保留时间/min	定量峰面积
7	L-(+)-天冬氨酸	56-84-8	133.0375	2	氨基酸及其衍生物类	0.893	1.20E-01
8	DL-谷氨酰胺	56-85-9	146.0691	2	氨基酸及其衍生物类	0.883	1.82E-02
9	DL-赖氨酸	56-87-1	146.1055	2	氨基酸及其衍生物类	0.816	7.69E-03
10	DL-谷氨酸	56-86-0	147.0532	1	氨基酸及其衍生物类	0.902	4.31E-02
11	DL-组氨酸	71-00-1	155.0695	0	氨基酸及其衍生物类	0.839	2.04E-02
12	DL-苯丙氨酸	63-91-2	165.079	0	氨基酸及其衍生物类	2.956	2.08E-02
13	脱氨基酪氨酸	501-97-3	166.063	0	氨基酸及其衍生物类	4.346	7.35E-03
14	DL-精氨酸	74-79-3	174.1117	0	氨基酸及其衍生物类	0.841	9.38E-03
15	DL-酪氨酸	60-18-4	181.0739	1	氨基酸及其衍生物类	1.534	1.04E-02
16	DL-色氨酸	73-22-3	204.0899	1	氨基酸及其衍生物类	3.712	8.09E-03
17	2-氯苯丙氨酸	7424-00-2	199.04	1	内标	3.725	6.00E-01
18	黄嘌呤	69-89-6	152.0334	1	嘌呤类	1.409	5.59E-03
19	丙二醛	542-78-9	72.0211	2	其他	0.884	1.01E-02
20	磷酸	7664-38-2	97.9769	1	其他	0.930	4.37E-01
21	尿囊素	97-59-6	158.044	1	其他	0.953	1.32E-02
22	反式香叶酸	459-80-3	168.115	0	其他	8.864	9.39E-03
23	肌肽	305-84-0	226.107	2	其他	0.794	9.31E-02
24	雄甾烯醇	1153-51-1	274.23	1	其他	5.589	9.09E-03
25	D-木糖酸	-	166.048	1	糖类	0.922	8.01E-03
26	己糖	-	180.0634	0	糖类	0.975	1.91E-02
27	己糖醇	608-66-2	182.079	1	糖类	0.882	7.07E-03
28	D-葡萄糖酸	526-95-4	196.0583	0	糖类	0.914	6.58E-02
29	N-乙酰- α -氨基葡萄糖-1-磷酸酯	6866-69-9	301.0563	1	糖类	0.917	1.89E-02
30	海藻糖	99-20-7	342.1162	3	糖类	0.912	2.83E-02
31	维生素B ₅	79-83-4	219.111	2	维生素类	3.511	1.69E-02
32	DL-乳酸	50-21-5	90.0317	0	有机酸类	1.112	3.00E-02
33	苹果酸	6915-15-7	134.0215	2	有机酸类	0.983	7.21E-03
34	水杨酸	69-72-7	138.0317	0	有机酸类	3.967	6.12E-03
35	环己基乙酸	5292-21-7	142.099	1	有机酸类	5.275	8.33E-03
36	丁酰乙酸乙酯	3249-68-1	158.094	0	有机酸类	5.342	9.56E-03
37	焦碳酸二乙酯	1609-47-8	162.053	1	有机酸类	0.884	1.72E-02
38	尿酸	69-93-2	168.0283	1	有机酸类	0.986	1.48E-02
39	乙酰丙酸丁酯	2052-15-5	172.11	0	有机酸类	5.474	7.06E-03
40	马尿酸	495-69-2	179.0582	0	有机酸类	4.026	1.41E-02
41	柠檬酸	77-92-9	192.027	0	有机酸类	0.998	7.83E-03
42	银杏酸	22910-60-7	346.251	3	有机酸类	9.063	9.58E-03
43	月桂酸	143-07-7	200.1776	1	脂质类	9.457	9.48E-03
44	癸酸	334-48-5	172.146	1	脂质类	8.054	9.98E-03
45	杜鹃花酸	123-99-9	188.105	1	脂质类	4.803	1.62E-02
46	5-羟基癸酸	-	188.141	1	脂质类	6.078	8.53E-03
47	癸二酸	111-20-6	202.121	2	脂质类	7.416	7.62E-03
48	乙酰肉碱	5080-50-2	203.1158	1	脂质类	4.169	8.16E-03
49	12-羟基月桂酸	505-95-3	216.173	2	脂质类	7.406	9.26E-03
50	甘油磷酸	61468-73-3	246.0505	1	脂质类	0.910	1.30E-02
51	肉豆蔻酸乙酯	124-06-1	256.2402	4	脂质类	8.339	3.95E-02
52	棕榈酸	57-10-3	256.2402	2	脂质类	12.737	1.76E-02

续表 2

序号	成分	CAS号	理论相对分子质量	偏离度	分类	保留时间/min	定量峰面积
53	3 - 氧代棕榈酸	-	270.2195	2	脂质类	9.208	8.84E - 03
54	亚油酸	60-33-3	280.2402	2	脂质类	11.814	3.51E - 01
55	油酸	112-80-1	282.2559	2	脂质类	8.654	1.52E - 02
56	硬脂酸	57-11-4	284.2715	3	脂质类	9.711	1.64E - 02
57	十六烷二酸	-	286.2144	2	脂质类	6.508	9.14E - 03
58	肉豆蔻酯硫酸盐	-	294.1865	3	脂质类	15.020	1.84E + 00
59	13-KODE	-	294.2195	3	脂质类	8.965	7.94E - 02
60	蓖麻油酸	-	298.2508	3	脂质类	11.768	1.08E - 02
61	12-羟基硬脂酸	-	300.2664	2	脂质类	9.809	6.71E - 01
62	花生四烯酸	506-32-1	304.2402	4	脂质类	9.112	1.94E - 02
63	二高-γ-亚麻酸	1783-84-2	306.2559	2	脂质类	12.294	8.44E - 03
64	(+/-)12(13)-DiHOME	-	314.2457	3	脂质类	7.382	6.19E - 02
65	9,10-羟基硬脂酸	-	316.2614	3	脂质类	7.987	3.99E - 02
66	15S-羟基二十碳三烯酸	-	322.2508	2	脂质类	9.160	1.03E - 02
67	(15Z)-9,12,13-三羟基-15-十八碳烯酸	-	330.2406	2	脂质类	5.345	1.09E - 01
68	(10E)-9,12,13-三羟基-10-十八碳烯酸	-	330.2406	2	脂质类	5.880	5.25E - 02
69	二十碳五烯酸乙酯	-	330.2559	2	脂质类	11.815	7.53E - 03
70	13,14-二氢-15-酮前列腺素A2	74872-89-2	334.2144	2	脂质类	5.536	2.28E - 02
71	前列腺素A1	14152-28-4	336.2301	2	脂质类	6.682	3.43E - 02
72	白三烯B4	71160-24-2	336.2301	2	脂质类	6.743	9.50E - 03
73	N-油酰甘氨酸	2601-90-3	339.2773	2	脂质类	10.968	1.22E - 02
74	十二烷酰肉碱	25518-54-1	343.2723	2	脂质类	9.873	1.10E - 02
75	前列腺素E2	363-24-6	352.225	2	脂质类	5.535	9.80E - 03
76	6β-前列腺素II	-	354.2406	3	脂质类	5.807	1.61E - 02
77	前列腺素E1	745-65-3	354.2406	3	脂质类	5.594	3.16E - 02
78	前列腺素F1α	745-62-0	356.2563	3	脂质类	5.938	1.91E - 02
79	13,14-二氢前列腺素E1	19313-28-1	356.2563	3	脂质类	5.689	1.81E - 03
80	甘膦酸-N-棕榈酰乙醇胺	100575-09-5	453.2855	3	脂质类	8.299	1.06E - 01
81	1-十六烷酰基-sn-甘油-3-磷酸乙醇胺	-	453.2855	2	脂质类	8.067	2.32E - 02
82	2-亚油酰-sn-甘油-3-磷酸乙醇胺	-	477.2855	2	脂质类	7.866	4.27E - 02
83	1-油酰-sn-甘油-3-磷酸乙醇胺	201738-24-1	479.3012	3	脂质类	8.654	5.50E - 02
84	1-硬脂酰-sn-甘油-3-磷酸乙醇胺	-	481.3168	3	脂质类	9.42	4.09E - 02
85	1-十六烷酰-sn-甘油-3-磷酸胆碱	-	495.3325	4	脂质类	9.123	2.89E - 02
86	1-花生四烯酰-sn-甘油-3-磷酸乙醇胺	201738-25-2	501.2855	3	脂质类	7.715	4.00E - 02
87	油酰溶血磷脂酰胆碱	-	521.3481	2	脂质类	10.836	1.60E - 02
88	1-(9Z-十六烷酰基)-2-(9Z,12Z-十八烷酰基)-sn-甘油	-	590.491	5	脂质类	13.84	7.18E - 02

由表2可知:鉴定出16种氨基酸及其衍生物类,包括 γ -氨基丁酸、L-($-$)-丝氨酸、L-($-$)-苏氨酸、牛磺酸、L-焦谷氨酸、L-($+$)-亮氨酸、L-($+$)-天冬氨酸、DL-谷氨酰胺、DL-赖氨酸、DL-谷氨酸、DL-组氨酸、DL-苯丙氨酸、脱氨基酪氨酸、DL-精氨酸、DL-酪氨酸、DL-色氨酸;鉴定出11种有机酸,包括DL-乳酸、苹果酸、水杨酸、环己基乙酸、丁酰乙酸乙酯、焦碳酸二乙酯、尿酸、乙酰丙酸丁酯、马尿酸、柠檬酸、银杏酸;鉴定出46种脂质类,包括月桂酸、杜鹃花酸、癸酸、癸二酸、5-羟基癸酸、乙酰肉碱、12-羟基月桂酸、甘油磷酸、肉豆蔻酸乙酯、棕榈酸、3-氧化棕榈酸、油酸、亚油酸、硬脂酸、十六烷二酸、肉豆蔻酸硫酸盐、13-KODE、蓖麻油酸、12-羟基硬脂酸、花生四烯酸、二高- γ -亚麻酸等。此外还鉴定出糖类、维生素类、嘌呤类及其他成分。同时驴脂中多糖及蛋白成分极少,不具研究价值,故不对蛋白及多糖成分深入分析。

2.3 驴油的感官特征及理化指标

以驴脂为原料,经超声辅助溶剂提取法提取驴油,提取率为82.03%。驴油的感官特征如表3所示。由表3可知驴油感官品质良好。

表3 驴油的感官特征描述

项目	状态	指标
色泽	固态	白色,有光泽,细腻,呈软膏状
	液体	淡黄色,澄清透明
气味	液体	具有其固有的气味,无外来的气味和味道
状态	液体	无外来异物

碘值、酸价、过氧化值、相对密度、水分含量是油脂的基本理化指标。碘值、酸价、过氧化值分别用来衡量油脂的不饱和程度、新鲜程度及油脂中过氧化物含量^[12-14]。驴油的理化指标见表4。

表4 驴油的理化指标

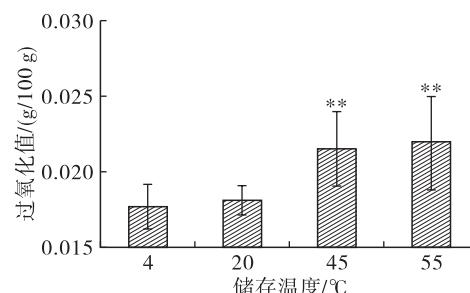
项目	测定值	GB 10146—2015
相对密度(20℃)	0.908	
酸价(KOH)/(mg/g)	0.58	≤ 2.5
过氧化值/(g/100 g)	0.018	≤ 0.2
碘值(I)/(g/100 g)	85	
水分含量/%	0.68	

由表4可知,驴油相对密度为0.908,水分含量为0.68%,水分含量较低,有利于长期稳定储存。驴油酸价(KOH)为0.58 mg/g,表明游离脂肪酸的含量少,油脂品质好,过氧化值为0.018 g/100 g,满足GB 10146—2015中对猪油、牛油、羊油酸价和过氧化值限值标准。碘值从一定程度上反映了油脂不饱和脂肪酸含量的高低,碘值高则不饱和脂肪酸含

量也高^[15]。驴油碘值(I)为85 g/100 g,属于非干性油,相对猪油^[16]、牛油^[17]、羊油^[18]的碘值高,表明驴油不饱和脂肪酸含量高,具有较高的经济价值。

2.4 储存温度对驴油过氧化值的影响

油脂氧化反应所生成的脂肪酸氢过氧化物是油脂氧化酸败的关键产物,油脂过氧化值最易受到环境的影响,是首要检测指标^[19]。图2为驴油分别储存于4、20、45℃及55℃下5 d后的过氧化值。



注: ** 表示与4℃下比较 $p < 0.05$ 。

图2 不同储存温度对驴油过氧化值的影响

由图2可知,在4℃和20℃下保存5 d后,驴油的过氧化值无显著性差异($p > 0.05$)。而当储存温度超过45℃后,驴油的过氧化值较4℃组显著提升($p < 0.05$)。由此可知驴油在常温下即可储存,不易氧化酸败。

3 结论

本研究以驴脂为原料,以ICP-MS技术对37种元素(锂、铍、钪、钒、铬、锰、钴、镍、铜、砷、铷、锶、银、镉、铟、铯、钡、汞、铊、铅、铋、钍、镧、铈、镨、钕、镝、铒、铕、钆、钬、镥、钐、铽、铥、钇和镱)进行定量分析,发现各元素浓度均不在响应值之内。以多质量分析器组合式质谱仪对驴脂样本进行MSⁿ级扫描,最终获得驴脂样本中的主要成分信息,驴脂中包含16种氨基酸及其衍生物类、11种有机酸、46种脂质类以及糖类、维生素类等多种成分。采用超声辅助溶剂提取法得到的驴油相对密度0.908,水分含量0.68%,酸价(KOH)0.58 mg/g,过氧化值0.018 g/100 g,碘值(I)85 g/100 g,说明驴油游离脂肪酸含量少,不饱和脂肪酸含量较猪油、牛油、羊油的高,具有较高的经济价值。以过氧化值为指标检测储存温度对驴油过氧化值的影响,表明驴油在室温条件下储存即可,不易氧化酸败。驴脂在食品、化妆品领域都具有广阔的开发前景,值得深入研究和大力开发。

参考文献:

- [1] 樊雨梅,汝文文,廖峰,等.驴油与3种常见动物油脂品

- 质比较研究[J]. 中国油脂, 2019, 44(2): 109–112, 126.
- [2] XU F P, ZHANG L W, YANG C, et al. Chemical and physical characterization of donkey abdominal fat in comparison with cow, pig and sheep fats[J]. J Am Oil Chem Soc, 2013, 90(9): 1371–1376.
- [3] (美)汤姆·克拉马齐克. 化妆品中的脂质体(英)[J]. 周静怡, 邢英站, 摘译. 日用化学品科学, 1998(1): 12–14.
- [4] 王利卿, 孟力凯. 化妆品用主要动物性特殊添加成分[J]. 当代化工, 2002(1): 28–31.
- [5] MORES L R, 张玮. 硬脂酸盐(酯)在化妆品膏霜乳液中的应用[J]. 日用化学品科学, 1982(3): 57–62.
- [6] NURRULHIDAVAH A F, ROHMAN A, SALLEH R A, et al. Authentication of butter from lard adulteration using high-resolution of NMR spectroscopy and high performance liquid chromatography [J]. Int J Food Prop, 2017, 20(9): 2147–2156.
- [7] 库丽夏西, 热依汗古丽. 羊尾油在哈萨克医药中的应用[J]. 中国民族医药杂志, 2011, 17(9): 87–88.
- [8] 杨勇军. 豆油非离子表面活性剂的合成及应用[J]. 精细石油化工, 1998(1): 15–18.
- [9] 周敬, 于天浩, 陈萍, 等. 马油的生物活性及在化妆品的开发利用[J]. 北京日化, 2013(4): 24–27.
- [10] 胡代花. 超声辅助提取大鲵肝脏油脂及其脂肪酸组成分析[J]. 中国油脂, 2017, 42(6): 12–15.
- [11] KHAN M K, CHEMAT F. Application of low and high power ultrasound in food analysis[J]. Anal Lett, 2011, 1(1): 103–114.
- [12] 赖宜萍, 张惠, 黄彬红, 等. 影响杏仁油中碘值测定因素分析[J]. 食品工程, 2009(4): 56–58.
- [13] 邹宇晓, 吴娱明, 廖森泰, 等. 不同萃取方法对缫丝蛹油脂肪酸组成及理化性质的影响[J]. 蚕业科学, 2007, 33(4): 620–624.
- [14] 孙桂华. 测定大豆磷脂酸价的指示剂选择[J]. 粮食与油脂, 2003(2): 39.
- [15] 陈少东, 陈福北, 杨帮乐, 等. 几种食用油中不饱和脂肪酸和皂化值的测定研究[J]. 化工技术与开发, 2011, 40(10): 53–55.
- [16] 朱庆英, 裴爱冰. 猪油脂产品特性及其氧化稳定性研究[J]. 粮食与油脂, 2008(11): 24–25.
- [17] 李桂华, 王成涛, 张玉杰, 等. 食用牛油理化特性及组成分析的研究[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2010, 31(1): 30–32.
- [18] 李响. 乌珠穆沁羊羊尾的理化分析及羊油皂的研发[M]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2014.
- [19] 周世龙, 许安君, 张榴萍. 不同储存方式对油脂样品过氧化值的影响研究[J]. 粮油加工(电子版), 2015(10): 29–32, 35.

(上接第 117 页)

参考文献:

- [1] 王瑞元. 认真做好浸出溶剂油的生产供应工作[J]. 中国油脂, 2007, 32(6): 7–8.
- [2] 胡淑珍, 王振, 李树君, 等. 浸出制油技术研究进展[J]. 中国粮油学报, 2009, 24(11): 153–157.
- [3] GANDHI A P, JOSHI K C, JHA K, et al. Studies on alternative solvents for the extraction of oil – I soybean [J]. Int J Food Sci Technol, 2003, 38(3): 369–375.
- [4] SETH S, AGRAWAL Y C, GHOSH P K, et al. Oil extraction rates of soya bean using isopropyl alcohol as solvent [J]. Biosyst Eng, 2007, 97(2): 209–217.
- [5] 赵国志, 刘喜亮, 刘智峰. 油脂工业技术的进步——前处理工艺与浸出溶剂的选择[J]. 粮油加工与食品机械, 2004(10): 35–38.
- [6] ONO Y, TAKEUCHI Y, HISANAGA N. A comparative study on the toxicity of *n* – hexane and its isomers on the peripheral nerve [J]. Int Arch Occup Environ Health, 1981, 48(3): 289–294.
- [7] JOHNSON L A, LUSAS E W. Comparison of alternative solvents for oils extraction [J]. J Am Oil Chem Soc, 1983, 60(2): 229–242.
- [8] OSMAN F, ZAHERF, ELNOCKRASHY A S. Cottonseed colour fixed pigments. Part II. Role of hexane isomers on oil quality[J]. Mol Nutr Food Res, 1976, 20(5): 475–482.
- [9] WAN P J, PAKARINEN D R, HRON R J S, et al. Alternative hydrocarbon solvents for cottonseed extraction[J]. J Am Oil Chem Soc, 1995, 72(6): 653–659.
- [10] WAN P J, HRON R J S, DOWD M K, et al. Alternative hydrocarbon solvents for cottonseed extraction: plant trials [J]. J Am Oil Chem Soc, 1995, 72(6): 661–664.
- [11] 严有兵, 胡建科, 梁丽, 等. 植物油低温抽提剂浸出膨化大豆料的工艺条件研究[J]. 粮油加工(电子版), 2015(6): 26–28, 33.
- [12] 胡新娟, 张正茂, 邢沁浍, 等. 微波处理降低小麦胚芽油中非水化磷脂含量的工艺优化[J]. 食品科学, 2016, 37(8): 8–12.