

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 g/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) shicc@dongeejiao.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

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	133.037 5	2	氨基酸及其衍生物类	0.893	1.20E-01
8	DL-谷氨酰胺	56-85-9	146.069 1	2	氨基酸及其衍生物类	0.883	1.82E-02
9	DL-赖氨酸	56-87-1	146.105 5	2	氨基酸及其衍生物类	0.816	7.69E-03
10	DL-谷氨酸	56-86-0	147.053 2	1	氨基酸及其衍生物类	0.902	4.31E-02
11	DL-组氨酸	71-00-1	155.069 5	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	174.111 7	0	氨基酸及其衍生物类	0.841	9.38E-03
15	DL-酪氨酸	60-18-4	181.073 9	1	氨基酸及其衍生物类	1.534	1.04E-02
16	DL-色氨酸	73-22-3	204.089 9	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	152.033 4	1	嘌呤类	1.409	5.59E-03
19	丙二醛	542-78-9	72.021 1	2	其他	0.884	1.01E-02
20	磷酸	7664-38-2	97.976 9	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	-	180.063 4	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	196.058 3	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	301.056 3	1	糖类	0.917	1.89E-02
30	海藻糖	99-20-7	342.116 2	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	134.021 5	2	有机酸类	0.983	7.21E-03
34	水杨酸	69-72-7	138.031 7	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	168.028 3	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	179.058 2	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	200.177 6	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	203.115 8	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	246.050 5	1	脂质类	0.910	1.30E-02
51	肉豆蔻酸乙酯	124-06-1	256.240 2	4	脂质类	8.339	3.95E-02
52	棕榈酸	57-10-3	256.240 2	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	-	270.219 5	2	脂质类	9.208	8.84E-03
54	亚油酸	60-33-3	280.240 2	2	脂质类	11.814	3.51E-01
55	油酸	112-80-1	282.255 9	2	脂质类	8.654	1.52E-02
56	硬脂酸	57-11-4	284.271 5	3	脂质类	9.711	1.64E-02
57	十六烷二酸	-	286.214 4	2	脂质类	6.508	9.14E-03
58	肉豆蔻酯硫酸盐	-	294.186 5	3	脂质类	15.020	1.84E+00
59	13-KODE	-	294.219 5	3	脂质类	8.965	7.94E-02
60	蓖麻油酸	-	298.250 8	3	脂质类	11.768	1.08E-02
61	12-羟基硬脂酸	-	300.266 4	2	脂质类	9.809	6.71E-01
62	花生四烯酸	506-32-1	304.240 2	4	脂质类	9.112	1.94E-02
63	二高- γ -亚麻酸	1783-84-2	306.255 9	2	脂质类	12.294	8.44E-03
64	(+/-)12(13)-DiHOME	-	314.245 7	3	脂质类	7.382	6.19E-02
65	9,10-羟基硬脂酸	-	316.261 4	3	脂质类	7.987	3.99E-02
66	15S-羟基二十碳三烯酸	-	322.250 8	2	脂质类	9.160	1.03E-02
67	(15Z)-9,12,13-三羟基- 15-十八碳烯酸	-	330.240 6	2	脂质类	5.345	1.09E-01
68	(10E)-9,12,13-三羟基- 10-十八碳烯酸	-	330.240 6	2	脂质类	5.880	5.25E-02
69	二十碳五烯酸乙酯	-	330.255 9	2	脂质类	11.815	7.53E-03
70	13,14-二氢-15- 酮前列腺素 A2	74872-89-2	334.214 4	2	脂质类	5.536	2.28E-02
71	前列腺素 A1	14152-28-4	336.230 1	2	脂质类	6.682	3.43E-02
72	白三烯 B4	71160-24-2	336.230 1	2	脂质类	6.743	9.50E-03
73	N-油酰甘氨酸	2601-90-3	339.277 3	2	脂质类	10.968	1.22E-02
74	十二烷酰肉碱	25518-54-1	343.272 3	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	6 β -前列腺素 I1	-	354.240 6	3	脂质类	5.807	1.61E-02
77	前列腺素 E1	745-65-3	354.240 6	3	脂质类	5.594	3.16E-02
78	前列腺素 F1 α	745-62-0	356.256 3	3	脂质类	5.938	1.91E-02
79	13,14-二氢前列素 E1	19313-28-1	356.256 3	3	脂质类	5.689	1.81E-03
80	甘氨酸-N-棕榈酰乙醇胺	100575-09-5	453.285 5	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	-	453.285 5	2	脂质类	8.067	2.32E-02
82	2-亚油酰-sn-甘油- 3-磷酸乙醇胺	-	477.285 5	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	479.301 2	3	脂质类	8.654	5.50E-02
84	1-硬脂酰-sn-甘油- 3-磷酸乙醇胺	-	481.316 8	3	脂质类	9.42	4.09E-02
85	1-十六烷酰-sn-甘油- 3-磷酸胆碱	-	495.332 5	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	501.285 5	3	脂质类	7.715	4.00E-02
87	油酰溶血磷脂酰胆碱	-	521.348 1	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-氧代棕榈酸、油酸、亚油酸、硬脂酸、十六烷二酸、肉豆蔻酯硫酸盐、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

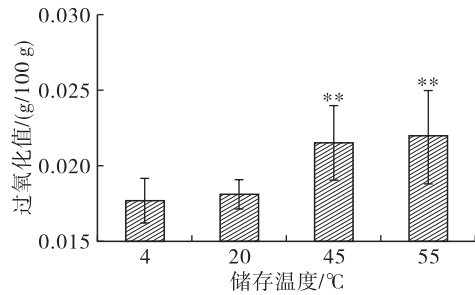
项目	测定值	GB 10146—2015
相对密度(20℃)	0.908	
酸价(KOH)/(mg/g)	0.58	≤ 2.5
过氧化值/(g/100g)	0.018	≤ 0.2
碘值(I)/(g/100g)	85	
水分含量/%	0.68	

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、铈、钒、铬、锰、钴、镍、铜、砷、铷、锶、银、镉、钨、铟、汞、铊、铅、铋、钨、钼、铈、镓、铟、铌、钽、钼、钨、铟、铈、镓、铟、铌、钽)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. 貂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. 不同萃取方法对缙丝蛹油脂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, 裘爱泳. 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, 刘智锋. 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 Occ Env Hea, 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, 邢沁浚, 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.