

# 沙棘果油与沙棘籽油脂肪酸成分对比研究

薄海波<sup>1</sup>, 秦榕<sup>2</sup>

(1. 青海出入境检验检疫局, 青海 西宁 810000; 2. 甘肃农业大学, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 采用气相色谱-质谱法分析了沙棘果油和沙棘籽油脂肪酸的化学组成及各成分的含量, 并对两种油脂的主要脂肪酸成分进行了对比研究。通过碱催化法甲酯化, 用 INNOWAX 毛细管气相色谱柱共分离出 54 个峰, 总离子流图峰面积归一化法测定各组分相对含量。质谱鉴定了主要的 35 种脂肪酸, 占油脂总量的 99.6%。沙棘果油和沙棘籽油中脂肪酸组成有明显差异。二者的饱和脂肪酸相差近 2.5 倍, 分别为 32.54% 和 13.10%, 不饱和脂肪酸之和分别高达 66.92% 和 86.52%, 其中单不饱和脂肪酸分别为 53.71% 和 26.05%, 多不饱和脂肪酸分别为 13.21% 和 60.47%。结果表明, 沙棘果油和沙棘籽油具有很高的营养价值, 值得进一步深度研究和开发利用。

**关键词:** 沙棘籽油; 沙棘果油; 脂肪酸; 气相色谱-质谱

## Comparative Study on Fatty Acid Compositions in Fructus Hippopha Pulp and Seed Oils

BO Hai-bo<sup>1</sup>, QIN Rong<sup>2</sup>

(1. Qinghai Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Xining 810000, China;  
2. Gansu Agricultural University, Lanzhou 730000, China)

**Abstract:** Fatty acid compositions of Fructus Hippophae pulp and seed oils respectively were identified and quantified by gas chromatography (GC)-mass spectrometry (MS). A comparative study of major fatty acids respectively extracted from pulp and seed was presented. A base-catalyzed transesterification method was used to convert fatty acids to methyl esters. Fifty-four peaks were eluted by an INNOWAX capillary column and 35 fatty acids (accounting for 99.6% of total oil) were identified by GC-MS. The components were determined by normalization method. Significant differences of the components were found between pulp and seed oils. The amount of saturated fatty acids in seed oil and pulp oil is respectively 32.54% and 13.10% approximately 2.5 times higher than that in seed oil, while the amount of unsaturated fatty acids is respectively 66.92% and 86.52%, the amount of monounsaturated fatty acids is respectively 53.71% and 26.05%, and the amount of polyunsaturated fatty acids is respectively 13.21% and 60.47%. It is thus an important dietary resource of functional fatty acids.

**Key words:** Fructus Hippophae pulp oil; Fructus Hippophae seed oil; fatty acids; GC-MS

中图分类号: TS221

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2008)05-0378-04

沙棘(*Hippophae rhamnoides* L.)具有极强的耐旱、耐寒、耐贫瘠、耐盐碱的特性,其生命力顽强,能起到防风、固沙、保持水土、增加土壤肥力等作用,在我国分布范围很广。其果实极具营养保健价值,含有多多种维生素、糖类、有机酸、蛋白质、氨基酸、微量元素等,是中药、蒙药、藏药中常用的药材<sup>[1-2]</sup>。沙棘油是通过沙棘果(*Fructus Hippophae*)的深加工<sup>[3]</sup>,从沙棘的果肉或种子中提取出的植物油,分别为沙棘果油和沙棘籽油。沙棘油是沙棘的精华部分,20吨沙棘果实提取1吨沙棘种子,可萃取50kg沙棘籽油,而1吨沙棘果肉中仅能提取出2kg沙棘果油。

近年来,研究报道<sup>[1-15]</sup>表明,沙棘油含有人体所必

需的多种营养活性物质,包括多种不饱和脂肪酸、胡萝卜素、类胡萝卜素及其衍生物、天然VE等多种脂溶性维生素以及36种黄酮类和多酚类物质,还有甾醇、花青素、槲皮素等近160多种生命活性物质,是一个完整生命活性因子宝库,是极佳的营养保健品。沙棘油具有抗菌、抗病毒、抗肿瘤、抗溃疡、抗衰老、抗辐射、增强免疫力等广泛的药理功效<sup>[2-4]</sup>。能抗炎生肌、养胃健脾、补益气血、活血化瘀、抑制血小板凝聚、降低血清胆固醇、抗心肌缺氧缺血、抗心律失常、清除活性氧自由基、修复人体组织细胞、增强人体防病抗病能力,对表皮膜炎、阴道炎、子宫内膜炎、宫颈糜烂、胃溃疡、十二指肠溃疡及慢性支气管炎均有

收稿日期: 2007-04-29

作者简介: 薄海波(1962-),女,高级工程师,博士,研究方向为分析化学。E-mail: bohob1212@163.com

显著疗效。沙棘油还能提高淀粉酶、脂肪酸、肠激酶和碱性磷酸酶的消化活性,激活肠和胰腺的分泌功能,对新陈代谢有良好的作用。

为了探讨沙棘油中脂肪酸的化学组成,本实验以沙棘果油和沙棘籽为研究对象,采用气相色谱-质谱法定性、定量分析鉴定了沙棘果油和沙棘籽油中的脂肪酸组成及各成分的含量,并对比研究了沙棘果油和沙棘籽中脂肪酸的特点。分析油脂中脂肪酸含量的文献很多<sup>[16-26]</sup>,本实验参照国际油脂中心网站发布的分析方法最新版本<sup>[16]</sup>,采用氢氧化钾-甲醇碱溶液催化法甲酯化,该衍生化方法简便快速,反应条件温和,避免了低分子量脂肪酸的挥发和多不饱和脂肪酸的氧化或异构化。研究发现,沙棘油脂含有丰富不饱和脂肪酸,是理想的膳食来源之一,此结果对青海沙棘资源的综合利用与深度开发有深远意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

沙棘果油和沙棘籽油 青海康普德生物科技有限公司;甲醇、正己烷、氢氧化钠等均为分析纯,有机溶剂使用前重蒸馏。

### 1.2 仪器

GC 6890N/5973N气相色谱-质谱联用仪 Agilent 公司;色谱柱 HP-INNOWAX(30m × 0.25mm × 0.10μm)毛细管柱;快速混匀器;旋转薄膜蒸发器;离心机。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 油脂的甲酯化

取沙棘果油或沙棘籽油样品 10 mg,置于 5ml 具塞离心管,加 2.0ml 正己烷溶解,加 2mol/L 氢氧化钾-甲醇溶液 0.2ml,快速混匀 1min,以 3000r/min 离心分层,吸出上部有机层供气相色谱-质谱分析。

#### 1.3.2 沙棘果油和沙棘籽油的气相色谱-质谱分析

##### 1.3.2.1 气相色谱条件

柱温:初温 80 ,5 /min 升至 180 保持 8 min,20 /min 至 260 保持 5 min;S/SL 进样口:温度 270 ,分流比 100:1,进样量 0.5 μ l;载气:高纯 He(99.999%),流量 0.8ml/min。

##### 1.3.2.2 质谱条件

传输线温度:230 ;离子源:电子轰击源(EI)温度 200 ;电子能量 70eV,发射电流 34.6 μ A,电子倍增电压 1638V,质量范围 45 ~ 450 amu,溶剂延迟 3min。

##### 1.3.3 定性定量分析

取酯化的样品溶液,用气相色谱-质谱进行全扫描

分析。用化学工作站数据处理系统检索 NIST02.L 谱图库进行谱图解析,并参考有关文献<sup>[16,22-26]</sup>,确认沙棘油中各脂肪酸的化学结构。用归一化面积百分比法定量计算沙棘果油沙棘籽油中各脂肪酸的相对百分含量。

## 2 结果与分析

### 2.1 分析鉴定结果

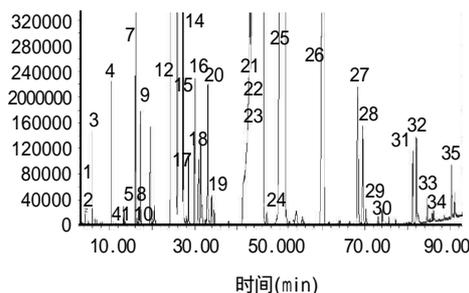
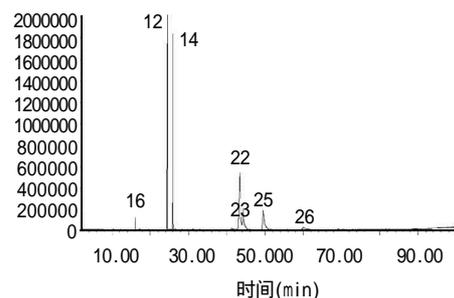


图1 沙棘果油脂肪酸甲酯的总离子流图及其放大的图谱

Fig.1 Total ion chromatogram of fatty acid esters from *Fructus Hippophae* pulp oil and its enlarged figure

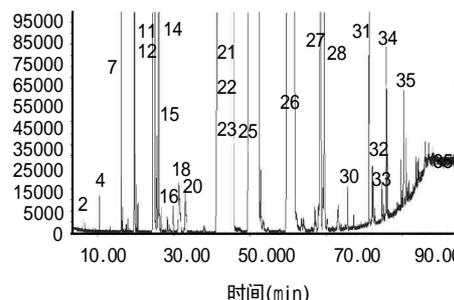
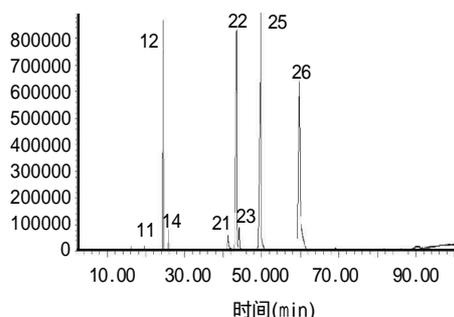


图2 沙棘籽油脂肪酸甲酯的总离子流图及其放大的图谱

Fig.2 Total ion chromatogram of fatty acid esters from *Fructus Hippophae* seed oil and its enlarged figure

沙棘果油和沙棘籽油甲酯化后经气相色谱-质谱分析,其脂肪酸甲酯的总离子流图分别如图1,2所示。图中总计分离出54余种组分,其中有35种的脂肪酸甲酯得到确认。所确认的脂肪酸占沙棘油中总质量的99.6%以上。其定性、定量结果在表1中列出。

## 2.2 沙棘果油与沙棘籽油成分对比分析

从表中数据可知,沙棘籽油与沙棘果油的脂肪酸总含量差别不明显,检出的脂肪酸种类也基本相似,均由C<sub>8</sub>~C<sub>24</sub>脂肪酸组成,包括饱和脂肪酸,单不饱和、多不饱和脂肪酸等,还发现了沙棘油中存在微量环丙烷酸和多种较为少见的奇数碳链脂肪酸。但对比研究发现,沙棘果油和沙棘籽油中各种脂肪酸组成比例及含量都有明显差异。沙棘果油中检出34种脂肪酸,而沙棘籽油中只检出23种;沙棘果油中饱和脂肪酸较籽油高,二者的饱和脂肪酸含量相差约2.5倍,分别为32.54%(果油)和13.10%(籽油);沙棘果油和沙棘籽油的不饱和脂肪酸含量都很高,分别为66.92%和86.52%,但多不饱和脂肪酸总量及具有保健功能的几种脂肪酸含量差异很大:沙棘果油以单不饱和脂肪酸为主,含量高达53.71%,约为籽油中单不饱和脂肪酸含量的两倍;二者多不饱和脂肪酸含量差异十分明显,沙棘籽油以多不饱和脂肪酸为主要成分,含量达60.47%。详细对比结果见表2~5。

另外,沙棘果油和沙棘籽油中主要脂肪酸的碳链长度也存在显著差异。沙棘果油中C<sub>16</sub>脂肪酸比例明显高于C<sub>18</sub>脂肪酸,其饱和脂肪酸以16:0为主(29.75%),单不饱和脂肪酸以16:1(26.70%)和18:1(26.18%)为主,而沙棘籽油中C<sub>16</sub>脂肪酸含量低很多,仅含有9.47%的16:0,单不饱和脂肪酸则以单一的18:1为主(25.03%);值得注意的是,沙棘籽油中多不饱和脂肪酸18:2(10.22%)和18:3(2.82%)之和高达60.47%。

表2 沙棘果油和沙棘籽油中饱和脂肪酸含量

Table 2 Comparison of saturated fatty acids contents of seed oil with those of pulp oil

序号	保留时间(min)	脂肪酸名称	含量(%)	
			果油	籽油
1	3.205	辛酸 C <sub>8:0</sub>	0.02	-
2	4.299	壬烷酸 C <sub>9:0</sub>	0.00	m <sup>a</sup>
3	5.89	癸酸 C <sub>10:0</sub>	0.03	-
4	10.43	十二烷酸 C <sub>12:0</sub>	0.05	0.01
7	16.15	十三烷酸 C <sub>13:0</sub>	0.70	0.11
11	19.58	十五(烷)酸 C <sub>15:0</sub>	0.11	0.14
12	24.46	十六烷酸 C <sub>16:0</sub>	29.75	9.47
18	31.44	十七烷酸 C <sub>17:0</sub>	0.12	0.06
21	41.34	硬脂酸 C <sub>18:0</sub>	1.35	2.83
27	68.35	花生酸 C <sub>20:0</sub>	0.29	0.34
31	81.294	山萘酸 C <sub>22:0</sub>	0.09	0.10
34	86.088	二十三烷酸, C <sub>23:0</sub>	0.02	0.02
35	90.359	二十四烷酸, C <sub>24:0</sub>	0.02	0.03
SFA <sup>1</sup>			32.54	13.10

注:SFA<sup>1</sup>:饱和脂肪酸(saturated fatty acid)。

表1 沙棘果油和籽油中得到确认的脂肪酸及相对百分含量  
Table 1 Composition of identified fatty acid methyl esters from *Fructus Hippophae* pulp oil and seed oil and their contents

序号	保留时间(min)	脂肪酸名称	含量(%)	
			果油	籽油
1	3.205	辛酸 C <sub>8:0</sub>	0.022	-
2	4.299	壬烷酸 C <sub>9:0</sub>	0.004	m <sup>a</sup>
3	5.89	癸酸 C <sub>10:0</sub>	0.030	-
4	10.43	十二烷酸 C <sub>12:0</sub>	0.049	0.005
5	13.18	十三烷酸 C <sub>13:0</sub>	m <sup>a</sup>	-
6	13.35	苯乙基乙醇	0.011	-
7	16.15	十四烷酸 C <sub>14:0</sub>	0.702	0.108
8	16.85	10-十一烯酸 C <sub>11:1(10)</sub>	0.007	-
9	17.22	Z-11-十四烯酸 C <sub>14:1(11)</sub>	0.058	-
10	17.46	9-癸基-壬烷酸	0.009	-
11	19.58	十五(烷)酸 C <sub>15:0</sub>	0.106	0.138
12	24.46	十六烷酸 C <sub>16:0</sub>	29.752	9.473
13	25.54	9-十六烯酸 C <sub>16:1(9)</sub>	-	0.030
14	25.83	Z-9-十六烯酸 C <sub>16:1(9)</sub>	26.702	0.918
15	27.388	E-11-十六烯酸 C <sub>16:1(11)</sub>	0.307	-
16	30.06	9,12-十六烯二酸 C <sub>16:2(9,12)</sub>	0.152	m <sup>a</sup>
17	30.94	二十三烷	0.090	-
18	31.44	十七烷酸 C <sub>17:0</sub>	0.116	0.055
19	31.73	9-二十三烯	0.027	-
20	33.11	2-正己基-环丙烷基辛酸	0.199	0.035
21	41.34	硬脂酸 C <sub>18:0</sub>	1.347	2.830
22	43.45	9-油酸 C <sub>18:1(9)</sub>	20.182	23.449
23	44.3	11-油酸 C <sub>18:1(11)</sub>	6.001	1.578
24	46.93	6-油酸 C <sub>18:1(6)</sub>	0.023	-
25	49.59	Z,Z-9,12-亚油酸 C <sub>18:2(8,11)</sub>	10.218	32.751
26	59.74	9,12,15-亚麻酸 C <sub>18:3(9,12,15)</sub>	2.840	27.721
27	68.35	花生酸 C <sub>20:0</sub>	0.286	0.338
28	69.18	E-11-花生烯酸 C <sub>20:1(11)</sub>	0.144	0.019
29	74.097	二十七烷	0.018	-
30	75.64	二十一烷酸 C <sub>21:0</sub>	m <sup>a</sup>	0.013
31	81.294	山萘酸 C <sub>22:0</sub>	0.085	0.099
32	82.088	13-山萘烯酸 C <sub>22:1(13)</sub>	0.088	0.021
33	84.67	T三十四烷	0.028	0.013
34	86.088	二十三烷酸 C <sub>23:0</sub>	0.020	0.024
35	90.359	二十四烷酸 C <sub>24:0</sub>	0.020	0.034
			99.64	99.65

注:1.标注m<sup>a</sup>的脂肪酸含量均低于0.01%;2.未发现该物质;3.峰编号与图1和图2相互对应。下同。

据文献报道,比长链脂肪酸(C<sub>18</sub>以上)更有益于健康,高含量的不饱和脂肪酸对心血管健康大有裨益。本研究结果表明,沙棘果油和沙棘籽油具有很高的营养价值,值得进一步深度研究和开发利用。

## 2.3 衍生化条件的优化

碱催化法在温和条件下反应,避免或减弱了短链及不稳定脂肪酸(如多不饱和酸、环丙烷基脂肪酸、共轭亚油酸等)的氧化、位移、异构化等副反应发生。该衍生化方法简便快速,但只能将脂肪酸甘油酯和磷脂类化合物甲酯化,而游离脂肪酸、甾醇酯和蜡等组分在此条件下不能被甲酯化<sup>[16]</sup>。

表3 沙棘果油和沙棘籽油单不饱和脂肪酸含量

Table 3 Comparison of monounsaturated fatty acids contents of seed oil with those of pulp oil

序号	保留时间(min)	脂肪酸名称	含量(%)	
			果油	籽油
8	16.85	10-+-烯酸 C <sub>16:1(7)</sub>	0.01	8
9	17.22	Z-11-十四烯酸 C <sub>14:1(11)</sub>	0.06	9
13	25.54	9-十六烯酸 C <sub>16:1(9)</sub>	-	13
14	25.83	Z-9-十六烯酸 C <sub>16:1(9)</sub>	26.70	14
15	27.388	E-11-十六烯酸 C <sub>16:1(11)</sub>	0.31	15
20	33.11	2-正己基-环丙烷基辛酸	0.20	20
22	43.45	9-油酸 C <sub>18:1(9)</sub>	20.18	22
23	44.3	11-油酸 C <sub>18:1(11)</sub>	6.00	23
24	46.93	6-油酸 C <sub>18:1(6)</sub>	0.02	24
28	69.18	E-11-花生烯酸 C <sub>20:1(11)</sub>	0.14	28
32	82.088	13-山萘烯酸 C <sub>22:1(13)</sub>	0.09	32
MUFA <sup>2</sup>			53.71	26.05

注:MUFA<sup>2</sup>: 单饱和脂肪酸(monounsaturated fatty acid)。

表4 沙棘果油和沙棘籽油多不饱和脂肪酸含量

Table 4 Comparison of polyunsaturated fatty acids contents of seed oil with those of pulp oil

序号	保留时间(min)	脂肪酸名称	含量(%)	
			果油	籽油
25	49.59	Z,Z-9,12-亚油酸 C <sub>18:2(9,11)</sub>	10.22	32.75
26	59.74	9,12,15-亚麻酸 C <sub>18:3(9,12,15)</sub>	2.84	27.72
PUFA <sup>3</sup>			13.06	60.47

注:PUFA<sup>3</sup>: 多不饱和脂肪酸(polyunsaturated fatty acid)。

表5 沙棘籽油与沙棘果油主要成分对比

Table 5 Comparison of major fatty acids compositions of seed oil with those of pulp oil

含量(%)	C <sub>16:0</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>16:1(9)</sub>	C <sub>18:1(11)</sub>	C <sub>18:2(9,11)</sub>	C <sub>18:3(9,12,15)</sub>
果油	29.75	1.35	26.70	26.18	10.22	2.84
籽油	9.47	2.83	0.918	25.03	32.75	27.72

## 参考文献:

- [1] 杨海荣. 青藏高原沙棘资源综合利用研究[C]//中国科学院西北高原生物研究所集刊, 1990:23-27.
- [2] 嘉曲顿珠. 沙棘在藏医药中的应用[J]. 沙棘, 1996, 9(1): 35-37.
- [3] 银建中. 超临界二氧化碳萃取沙棘油实验研究[J]. 化学工程, 2002, 30(4): 13-15, 38.
- [4] 李永海, 李敏. 沙棘油脂概论[M]. 西安: 西北大学出版社, 1997: 73-78.
- [5] 柴秋彦. 沙棘提取物心血管药理作用的初步研究[C]//西安国际沙棘

学术交流论文集, 1989: 288-291.

- [6] 潘捷戈娃 B A. 沙棘生物化学和药理研究新进展[M]. 邱德明, 等, 译. 武功农业科研中心, 1992: 132-134; 157-160.
- [7] 包文芳. 沙棘属植物化学成分研究进展[J]. 沙棘, 1999, 12(2): 39-41.
- [8] 仇士杰, 黄德才, 江贞仪, 等. 沙棘油的化学及降脂作用的研究[J]. 中草药, 1986, 17(5): 46-47.
- [9] 张文禄. 沙棘油治疗放射性皮炎的实验观察和临床应用的结果[J]. 沙棘, 1988, 1(1): 27-29.
- [10] 王乃文. 沙棘油的抗辐射作用的初步试验研究[J]. 沙棘, 1989, 2(4): 31-33.
- [11] 任立飒. 沙棘油抗突变、抗免疫抑制作用研究[J]. 沙棘, 1992, 5(4): 23-25.
- [12] 赵天德. 沙棘籽油对四氯化碳性肝损伤的保护作用[J]. 中草药, 1987, 18(11): 22-24.
- [13] 周远鹏. 沙棘籽油抗胃溃疡作用的研究[J]. 沙棘, 1994, 7(2): 33-34.
- [14] 车锡平. 沙棘油镇痛、抗炎作用的试验研究[J]. 沙棘, 1992, 5(2): 26-28.
- [15] 仲崇菊. 沙棘的活性成分及在化妆品中的应用[J]. 日用化学工业, 1988(1): 23-25.
- [16] CYBERLIPID C. Resource site for lipid studies. Technique of analysis [EB/OL]. <http://www.cyberlipid.org/cyberlip>.
- [17] 陈振宁, 梁志华. 南瓜子油的气相色谱-质谱分析[J]. 分析测试学报, 2003, 22(6): 77-79.
- [18] 何智勇, 夏文水. 两种不同橄榄核仁油中脂肪酸组成的GC-MS分析[J]. 食品科学, 2007, 27(3): 188-190.
- [19] ACKMAN RG, MCLEOD C, RAKSHIT S, et al. Lipids and fatty acids of five freshwater food fishes of India[J]. Journal of Food Lipids, 2002, 9(2): 127-145.
- [20] BODY D R. The nature and fatty acid composition of the oils from deep-sea fish species from New Zealand waters [J]. J Sci Food Agric, 1983, 34(4): 388-92.
- [21] WETHERBEE B M, NICHOLS P D. Lipid composition of the liver oil of deep-sea sharks from the Chatham Rise, New Zealand [J]. Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol, 2000, 125(4): 511-521.
- [22] 李娟, 周震. 超临界二氧化碳萃取沙棘籽油的化学成分分析[J]. 中国药学杂志, 1996, 3(1): 19-20.
- [23] 陈耀年, 李静. 沙棘油组分的GC/HPLC研究[J]. 中国油脂, 1995, 20(1): 40-43.
- [24] 姜紫荣. 沙棘油的成分分析[J]. 中国野生植物, 1987(3): 1-2.
- [25] 王军宪, 李星海, 朱同长, 等. 中国沙棘种子油成分分析[J]. 中国野生植物资源, 1994(3): 46-47.
- [26] 忻耀年. 沙棘油的气液色谱分析及制油工艺研究[J]. 沙棘, 1995, 8(1): 27-28.