

# 贵州地区牡丹籽油脂肪酸组成分析

周景瑞<sup>1</sup>, 王洪琳<sup>1</sup>, 张琴<sup>2</sup>, 马超<sup>3\*</sup>

(1. 贵州省农业科学院畜牧兽医研究所, 贵州贵阳 550005; 2. 贵州宏阳黔坤科技有限公司, 贵州贵阳 550005; 3. 贵州省农业科学院园艺研究所, 贵州贵阳 550006)

**摘要** 为探讨牡丹籽油的成分差异, 选取不同地区 10 个批次牡丹籽样品, 榨油后, 采用 GB 5009.168—2016 酯交换法及气质色谱对牡丹籽油中的脂肪酸成分进行测定。结果表明, 10 个批次样品中共检出脂肪酸 14 种, 主要为油酸、亚油酸、 $\alpha$ -亚麻酸、棕榈酸和硬脂酸, 其中饱和脂肪酸总量在 7.72%~14.80%, 不饱和脂肪酸总量在 85.20%~92.28%。不饱和脂肪酸含量丰富, 以油酸和亚油酸为主, 油酸含量最高的是毕节赫章(116.25±4.17 mg/g), 亚油酸含量最高的是铜仁思南(210.44±2.57 mg/g)。差异显著性分析表明, 不同地区牡丹籽油中脂肪酸含量及种类差异显著( $P<0.05$ )。

**关键词** 牡丹籽油; 脂肪酸; 气质色谱; 组分  
**中图分类号** TS255.1+9 **文献标识码** A  
**文章编号** 0517-6611(2021)19-0177-03  
**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.19.046



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Analysis of Fatty Acid Composition of Peony Seed Oil in Guizhou Regions

ZHOU Jing-ru<sup>1</sup>, WANG Hong-lin<sup>1</sup>, ZHANG Qin<sup>2</sup> et al (1. Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Guizhou Academy of Agricultural Sciences, Guiyang, Guizhou 550005; 2. Guizhou Hongyang Qiankun Technology Co., Ltd., Guiyang, Guizhou 550005)

**Abstract** In order to explore the compositional differences of peony seed oil, 10 peony seed samples from different regions were selected, and after oil extraction, the fatty acid composition in peony seed oil was determined by the GB 5009.168-2016 transesterification method and GC-MS. The results showed that 14 fatty acids were detected in the 10 samples, mainly oleic acid, linoleic acid,  $\alpha$ -linolenic acid, palmitic acid and stearic acid, of which saturated fatty acids accounted for 7.72%~14.80% of the total, and unsaturated fatty acids accounted for the total amount was 85.20%~92.28%. The content of unsaturated fatty acids was rich, mainly oleic acid and linoleic acid. The highest oleic acid content was Bijie Hezhang (116.25±4.17 mg/g), and the highest linoleic acid content was Tongren Sinan (210.44±2.57 mg/g). The analysis of the significance of the difference showed that the fatty acid content and types of peony seed oil in different regions were significantly different ( $P<0.05$ ).

**Key words** Peony seed oil; Fatty acid; GC-MS; Composition

牡丹 (*Paeonia suffruticosa* Andr.) 属芍药科牡丹组 (Sect. Moutan DC.) 多年生落叶小灌木植物, 在我国有着悠久的栽培历史, 主要具有观赏和药用价值<sup>[1-4]</sup>。目前, 我国食用植物油供需形势严峻, 自给率仅为 40% 左右, 全国食用植物油约 60% 依赖进口<sup>[5]</sup>。而油用牡丹作为草本油料作物, 有利于解决我国目前食用油紧缺的现状。且牡丹籽油脂肪酸含量丰富, 尤以不饱和脂肪酸含量最高<sup>[6-7]</sup>, 而不饱和脂肪酸具有抗氧化、保护肝脏、降低血脂血糖、预防糖尿病等作用<sup>[8]</sup>, 且富含人体必需脂肪酸亚麻酸和亚油酸, 亚麻酸具有抗氧化、防癌抗癌、保护肝脏、调节脂肪酸代谢等作用<sup>[9]</sup>。亚油酸还具有抑制人体内胆固醇合成、促进脂肪酸代谢等功效, 有研究表明人体每天需摄取 6 g 亚油酸, 以维持正常的生理代谢<sup>[10]</sup>。此外, 油用牡丹因具有高含油率(籽含油率 22%)、高品质(不饱和脂肪酸含量 92%) 等特点, 在 2011 年被国家卫生健康委员会列为新资源食品<sup>[11]</sup>, 作为新木本油料资源具有重要的开发利用价值<sup>[12]</sup>。但关于贵州牡丹籽油的研究才刚刚起步, 不同地区牡丹油中脂肪酸种类和含量尚不清楚。因此, 对不同地区牡丹籽油中脂肪酸的定性和定量研究显得尤为重要, 为后期牡丹籽油的进一步研究提供理论依据。

**基金项目** 2019 年度科技计划项目“贵州油用牡丹种质资源收集、评价及高效栽培技术研究”(黔科合支撑[2019]2316 号)。

**作者简介** 周景瑞(1989—), 男, 山东菏泽人, 研究实习员, 硕士, 从事中草药有效成分分析。\* 通信作者, 副研究员, 硕士, 从事园艺作物栽培等方面研究。

**收稿日期** 2021-05-10; **修回日期** 2021-06-16

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

**1.1.1 试验仪器。** 气质色谱联用仪(美国 PE 公司, GCMS-SQ8T); SH-Rt-2560 毛细管柱(100 m×0.25 mm×0.20  $\mu$ m, 日本岛津仪器设备有限公司); 电子天平(美国奥豪斯电子天平 AR1140); HH-s6 数显恒温水浴锅(科密仪器仪表有限公司); 超声萃取机(天津奥特赛恩斯, As3120); 纯水机(四川成都唐氏康宁科技发展有限公司, Advanced-IV-24); 榨油机(温州宏阔科技有限公司, ZY-22A01)。

**1.1.2 标准品与试剂。** 37 种混合脂肪酸甲酯标准品(美国 NU-CHEK); 正庚烷、异辛烷(色谱纯, 阿拉丁); 甲醇(色谱纯, 默克股份两合公司); 硫酸氢钠(分析纯, 天津市科密欧化学试剂有限公司); 氢氧化钾(分析纯, 天津市富宇精细化工有限公司)。

**1.1.3 试验样品。** 采集贵州不同地区 10 个批次的牡丹籽, 详见表 1。

表 1 牡丹样品编号及来源

Table 1 Number and source of peony samples

编号 No.	来源 Source	编号 No.	来源 Source
MDY1	铜仁思南	MDY6	黔南都匀
MDY2	毕节大方	MDY7	遵义湄潭
MDY3	毕节金沙	MDY8	黔南凯里
MDY4	毕节赫章	MDY9	六盘水盘州
MDY5	黔西普安	MDY10	遵义习水

## 1.2 试验方法

**1.2.1 牡丹油提取。**每个批次称取 1 000 g 牡丹籽,经榨油机压榨后过滤,得到牡丹籽油样品备用。

**1.2.2 标准品溶液制备。**精密量取混合脂肪酸甲酯标准品 100 mg,转移至 10 mL 容量瓶中,用正庚烷稀释定容,贮存于 -18 ℃ 冰箱备用。

**1.2.3 牡丹油甲酯化。**称取一定量的牡丹油于具塞试管中,精确至 0.1 mg,加入 4 mL 异辛烷溶解样品,放入 40 ℃ 水浴微热溶解,然后加入 200 μL 氢氧化钾甲醇溶液,盖上玻璃塞猛烈振摇 30 s 静置至澄清,加入过量的硫酸氢钠振摇,以中和氢氧化钾,待盐沉淀后,取上层溶液过 0.22 μm 有机膜后上机。

**1.2.4 气质色谱条件。**色谱柱为 SH-Rt-2560(100 m×0.25 mm×0.20 μm)聚二氰丙基硅氧烷强极性固定相柱,检测器为 FID;进样口温度 270 ℃;检测器温度 280 ℃;分流比

100:1;载气为高纯氮气;柱流速为 1.0 mL/min;升温程序:初温 100 ℃,保持 13 min,10 ℃/min 升温至 180 ℃,保持 6 min,1 ℃/min 升温至 230 ℃,保持 20 min,4 ℃/min 升温至 230 ℃,保持 11 min。

**1.3 数据分析** 对牡丹油中各脂肪酸采用标准品保留时间定性,外标法定量,应用 SIMCA 对数据进行分析处理,利用 SPSS 23.0 对不同地区牡丹籽油中脂肪酸含量进行差异分析。

## 2 结果与分析

**2.1 不同地区牡丹籽油脂肪酸含量** 按“1.2.3”方法处理样品,采用 GC-MS 对牡丹油中脂肪酸种类及含量进行分析,详见表 2。通过 GC-MS 对不同地区的牡丹籽油中主要脂肪酸成分分析,由色谱图的峰保留时间及标准品比对可知,牡丹籽油中主要的脂肪酸由油酸、亚油酸、α-亚麻酸、棕榈酸和硬脂酸等组成,这与崔永宁等<sup>[13]</sup>的研究一致。

表 2 不同地区牡丹籽油中脂肪酸含量

Table 2 Fatty acid content in peony seed oil in different regions

样品 Sample	丁酸 Butyric acid	肉豆蔻酸 Myristic acid	十五烷酸 Pentadeca- noic acid	棕榈酸 Palmitic acid	棕榈烯酸 Palmitoleic acid	十七碳酸 Heptadeca- oic acid	C17:1n7	mg/g
MDY1	0.032 3±0.001 1 c	0.327 1±0.016 2 c	0.122 8±0.002 1 a	42.506 6±0.945 4 c	0.778 2±0.022 8 a	0.449 3±1.880 0 a	0.431 6±0.025 8 a	
MDY2	0.035 8±0.005 2 a	0.581 7±0.017 7 a	0.071 7±0.010 3 c	38.335 8±1.090 4 d	0.306 0±0.021 9 c	0.195 7±0.920 0 c	—	
MDY3	—	0.167 7±0.009 4 j	0.061 6±0.002 6 d	44.831 6±2.600 5 b	0.449 7±0.007 0 b	0.213 3±2.280 0 c	0.277 9±0.017 2 b	
MDY4	0.034 2±0.001 0 b	0.347 4±0.005 2 b	0.091 1±0.000 3 b	60.709 6±3.112 7 a	0.730 9±0.025 7 a	0.271 7±0.000 7 b	0.446 2±0.007 7 a	
MDY5	0.034 1±0.000 1 b	0.084 5±0.001 0 e	0.027 4±0.001 1 e	19.156 2±0.855 2 f	0.249 1±0.007 4 cd	0.124 1±0.010 1 d	0.149 7±0.007 2 c	
MDY6	0.030 4±0.002 5 d	0.123 8±0.007 8 d	0.060 9±0.004 9 d	30.864 8±2.589 2 e	0.508 0±0.018 3 b	0.193 8±0.003 6 c	0.295 4±0.000 7 b	
MDY7	0.024 8±0.003 2 f	0.014 0±0.001 4 f	—	7.561 1±0.030 3 f	0.085 3±0.001 3 f	0.027 4±0.000 6 f	—	
MDY8	0.027 2±0.001 0 e	0.031 3±0.003 1 g	—	6.018 1±0.283 6 h	0.066 0±0.002 9 f	0.031 3±0.003 1 f	—	
MDY9	0.032 0±0.000 2 c	0.063 7±0.000 7 f	0.032 9±0.000 7 e	15.763 2±1.214 9 g	0.260 7±0.002 9 de	0.064 2±0.002 4 e	0.112 8±0.012 8 d	
MDY10	—	—	—	3.983 0±0.178 6 i	0.086 8±0.003 7 ef	—	—	
样品 Sample	硬脂酸 Stearic acid	油酸 Oleic acid	亚油酸 Linoleic acid	花生酸 Arachic acid	γ-亚麻酸 γ-linole- nic acid	花生一烯酸 Arachid- onic acid	α-亚麻酸 α-linole- nic acid	
MDY1	11.912 1±4.170 0 a	85.422 0±2.280 9 bc	210.441 4±2.573 6 a	0.508 8±0.021 8 a	1.115 4±0.054 2 a	369.613 1±5.487 0 a	—	
MDY2	4.994 1±0.251 8 c	66.326 8±1.296 0 cd	85.417 4±2.779 3 cd	0.263 7±0.023 2 c	—	—	104.008 5±6.278 4 b	
MDY3	4.997 6±0.199 0 c	102.502 9±3.459 0 ab	110.854 9±1.689 3 c	0.275 3±0.019 9 c	0.601 2±0.048 2 b	0.671 3±0.025 7 c	78.513 9±4.316 7 c	
MDY4	7.676 2±0.102 2 b	116.246 2±4.169 0 a	162.815 8±3.528 0 b	0.452 8±0.001 2 b	—	1.367 1±0.005 1 b	150.393 0±1.937 5 a	
MDY5	2.633 3±0.324 3 d	61.498 2±3.040 0 de	79.943 7±1.270 7 d	0.147 2±0.004 6 d	0.249 1±0.007 4 cd	0.498 3±0.014 8 d	70.280 8±1.982 6 c	
MDY6	4.809 7±0.157 4 c	74.412 1±4.502 4 cd	153.475 8±4.057 1 b	0.276 7±0.013 5 c	0.402 8±0.022 2 c	0.423 7±0.002 6 be	100.491 7±7.074 1 b	
MDY7	0.883 2±0.012 6 e	25.571 2±0.940 6 fg	34.281 7±2.196 5 ef	0.053 0±0.003 0 f	—	0.196 5±0.000 5 f	31.113 5±1.641 2 d	
MDY8	0.879 0±0.016 3 f	19.480 7±0.870 5 h	24.015 3±1.501 2 g	0.068 3±0.000 5 e	—	0.112 6±0.000 4 g	24.212 7±1.613 8 e	
MDY9	1.427 3±0.666 8 e	57.438 8±2.934 9 ef	79.163 1±2.280 2 de	0.129 4±0.000 6 d	0.225 8±0.000 2 de	0.443 0±0.008 0 e	18.722 1±1.602 3 f	
MDY10	0.530 5±0.012 3 g	16.796 0±0.363 2 fg	15.005 8±0.191 5 ef	—	—	—	19.169 7±0.764 0 ef	

注:“—”表示未检出。同列不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )

Note:“—” means not detected. Different lowercase letters in the same column indicate significant differences ( $P<0.05$ )

**2.2 不同地区牡丹籽油的差异分析** 利用 SPSS 分析牡丹籽油中脂肪酸含量的差异,结果表明,不同地区牡丹籽油样品中脂肪酸组分含量存在显著差异( $P<0.05$ )。由表 2 可知,不同样品中主要脂肪酸为棕榈酸、硬脂酸、油酸、α-亚麻酸和亚油酸,这与张姗姗等<sup>[14]</sup>的研究一致。其中不饱和脂肪酸含量丰富,总含量在 85.20%~92.28%,高于花生油中不饱和脂肪酸的含量(74.61%)<sup>[15]</sup>,牡丹籽油中不饱和脂肪酸主要以油酸和亚油酸为主,油酸含量最高的是 MDY4(116.246 2±4.169 0 mg/g),亚油酸含量最高的是 MDY1

(210.441 4±2.573 6 mg/g)。油酸和亚油酸在样品中的含量远高于样品中其余脂肪酸含量,其中亚油酸占脂肪酸总量的 27.00%~45.53%,远远高于世界卫生组织推荐的多不饱和脂肪酸(PUFA)高于 8.00%的保健型营养油脂标准,这一优点能弥补其他食用油类 PUFA 类含量低的缺点<sup>[16]</sup>,且亚油酸有抑制胆固醇合成、调节血压等功能<sup>[17]</sup>,被公认为人体必需的脂肪酸,在人体内可进一步衍化成具有不同功能的高度不饱和脂肪酸,如二十碳五烯酸(EPA)、二十二碳六烯酸(DHA)、花生四烯酸等。有大量研究表明,EPA 和 DHA 具

有很好的抗癌作用,而油酸具有调节血脂和降低胆固醇等功能<sup>[18]</sup>。饱和脂肪酸总含量较低,在 7.72%~14.80%,能满足现代人对油脂低含量饱和脂肪酸的要求。

**2.3 主成分分析** PCA 得分图的聚散程度反映了样本中脂肪酸的相似程度,即样本中脂肪酸的聚类情况,样本中脂肪酸越接近则样本的点在得分图上越接近,利用 SIMCA 软件对不同地区牡丹籽油的样本数据进行 PCA 分析,样本 PCA 中  $R^2$  为 0.701,表明模型的拟合准确性高,且得分图的所有样本均在 95% Hotelling 的 T<sup>2</sup> 椭圆内,说明分析的样本中没有异常值。由图 1 可知,不同地区的样本 MDY1、MDY2、MDY4、MDY5、MDY8、MDY9 在得分图上区分明显,而 MDY3、MDY6、MDY7 和 MDY10 在得分图上区分不明显,根据样本来源信息可知,MDY2 和 MDY3、MDY7 和 MDY10 来自相近地区,其地理环境及气候接近,这可能是导致其区分不明显的主要原因。

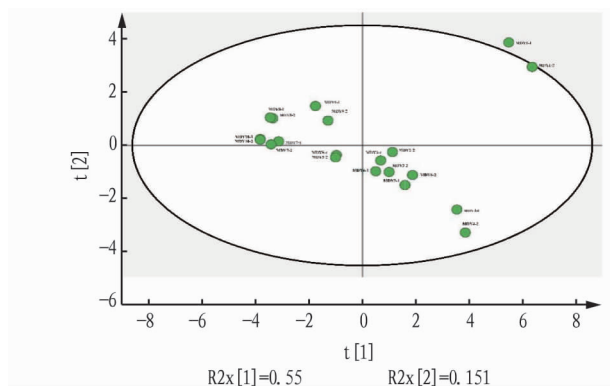


图 1 脂肪酸 PCA 得分图

Fig. 1 PCA scores of fatty acids

### 3 结论

采用 GC-MS 对贵州不同地区牡丹籽油中脂肪酸组成进行分析和鉴定,共鉴定出 14 种脂肪酸,主要有亚油酸、油酸、

$\alpha$ -亚麻酸、棕榈酸和硬脂酸,其中不饱和脂肪酸主要以油酸和亚油酸为主。通过对样本的差异性和主成分分析,发现不同地区的样品在脂肪酸的种类和含量上具有一定的差异。该试验对牡丹籽油中脂肪酸的种类及含量进行了分析,为牡丹籽油的生产 and 质量控制提供了依据。

### 参考文献

- [1] 赵晓娟. 油用牡丹栽植技术[J]. 农技服务, 2014, 31(4): 183.
- [2] 陈慧玲, 杨彦伶, 张新叶, 等. 油用牡丹研究进展[J]. 湖北林业科技, 2013, 42(5): 41-44.
- [3] 周琳, 王雁. 我国油用牡丹开发利用现状及产业化发展对策[J]. 世界林业研究, 2014, 27(1): 68-71.
- [4] 储转南, 董玲, 李卫文, 等. 青海省油用牡丹籽油的质量分析[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(24): 184-187.
- [5] 尹丹丹, 李珊珊, 吴倩, 等. 我国 6 种主要木本油料作物的研究进展[J]. 植物学报, 2018, 53(1): 110-125.
- [6] 韩继刚, 李晓青, 刘焯, 等. 牡丹油用价值及其应用前景[J]. 粮食与油脂, 2014, 27(5): 21-25.
- [7] 毛善巧, 李西俊. 牡丹籽油的研究进展及油用牡丹综合利用价值分析[J]. 中国油脂, 2017, 42(5): 123-126.
- [8] 陈毓, 陈巍, 李锋涛. 牡丹籽油的化学成分及药理作用研究进展[J]. 畜牧与饲料科学, 2019, 40(10): 84-86.
- [9] 连苹, 唐红, 李莉莉. 气相色谱-质谱联用技术分析紫斑牡丹籽油脂肪酸成分[J]. 北方园艺, 2016(13): 125-127.
- [10] 洪晴悦, 张玉. 超声波辅助提取牡丹籽毛油的工艺优化及脂肪酸组成分析[J]. 食品与发酵工业, 2018, 44(3): 159-164.
- [11] 卫生部. 关于批准元宝枫籽油和牡丹籽油作为新资源食品的公告(2011 年第 9 号)[A]. 2011.
- [12] 王中林, 王爱丽. 油用牡丹发展前景及其丰产栽培技术[J]. 科学种养, 2013(12): 23-24.
- [13] 崔永宁, 张姗姗, 赵凡, 等. 对西藏不同居群野生牡丹籽油的主要脂肪酸成分分析[J]. 中国粮油学报, 2020, 35(12): 74-78.
- [14] 张姗姗, 赵凡, 魏小豹, 等. ‘凤丹’和紫斑牡丹 6 个产地种子脂肪酸组分的比较[J]. 中国粮油学报, 2021, 36(3): 84-90.
- [15] 邓莉, 何静仁, 何毅, 等. 气相色谱-质谱联用法测定植物油中脂肪酸组成[J]. 中国调味品, 2019, 44(6): 157-159, 167.
- [16] 徐洲, 李倩倩, 周晴芬, 等. 15 株雅安红花油茶茶树茶籽含油率及脂肪酸组成分析[J]. 食品工业科技, 2014, 35(17): 305-307, 346.
- [17] 戚军超, 周海梅, 马锦琦, 等. 牡丹籽油化学成分 GC-MS 分析[J]. 粮食与油脂, 2005, 18(11): 22-23.
- [18] 阿拉坦图雅, 张丽, 乌志颜, 等. 9 种食用植物油脂肪酸成分分析[J]. 赤峰学院学报(自然科学版), 2019, 35(12): 5-7.