

## 红肉和白肉枇杷果仁营养成分分析

余筱洁<sup>1</sup>, 金晓燕<sup>2</sup>, 周存山<sup>1</sup>, 杨虎清<sup>1</sup>, 何志平<sup>1</sup>, 王允祥<sup>1</sup>

(1. 浙江农林大学 农业与食品科学学院 浙江 临安 311300; 2. 江苏恒顺醋业股份有限公司, 江苏 镇江 212143)

**摘要:** 以枇杷‘宁海白’*Eriobotrya japonica* ‘Ninghaibai’和‘大红袍’*E. japonica* ‘Dahongpao’果仁为原料, 利用气相色谱-质谱分析脂肪酸组成, 理化分析测定常规化学成分, 研究不同品种枇杷果仁中常规化学成分和脂肪酸组成的差异。实验共鉴定出 11 个脂肪酸组分, 分别占‘宁海白’枇杷果仁总脂肪酸的 94.37%和‘大红袍’枇杷果仁总脂肪酸的 93.13%。‘大红袍’枇杷果仁中棕榈油酸、油酸、亚油酸和亚麻酸的质量分数为 507.6 g·kg<sup>-1</sup>, 显著低于‘宁海白’枇杷果仁的 578.5 g·kg<sup>-1</sup>; ‘宁海白’枇杷果仁中必需脂肪酸亚油酸和亚麻酸的质量分数(509.2 g·kg<sup>-1</sup>)显著高于‘大红袍’枇杷果仁(444.8 g·kg<sup>-1</sup>)。此外, 枇杷果仁的蛋白质质量分数很高, 淀粉和酚类物质相对比较丰富。为枇杷果仁深加工产品的开发提供了脂肪酸组成及常规化学成分的详细评估依据。图 3 表 1 参 7

**关键词:** 植物学; 枇杷果仁; 营养成分; 脂肪酸组成

中图分类号: S667.3; TS201.2 文献标志码: A 文章编号: 2095-0756(2011)01-0149-04

## Nutritional components for kernels of two loquat cultivars

YU Xiao-jie<sup>1</sup>, JIN Xiao-yan<sup>2</sup>, ZHOU Cun-shan<sup>1</sup>, YANG Hu-qing<sup>1</sup>, HE Zhi-ping<sup>1</sup>, WANG Yun-xiang<sup>1</sup>

(1. School of Agriculture and Food Science, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. Jiangsu Hengshun Vinegar Industry Co. Ltd., Zhenjiang 212143, Jiangsu, China)

**Abstract:** To select the best loquat kernels in regards to fatty acids and nutrition from two *Eriobotrya japonica* cultivars (‘Ninghaibai’ and ‘Dahongpao’), differences in normal chemical components and in fatty acid composition using a physico-chemical analysis for the nutritional component and gas chromatography and mass Spectrometer (GC-MS) for the fatty acid profile were tested. Results showed that GC-MS identified 11 fatty acids with total fatty acids for both cultivars being 94.4% in loquat seeds and 93.1% in the seed oil. The total linoleic acid, oleic acid, and linolenic acid in loquat seed of ‘Dahongpao’ (507.6 g·kg<sup>-1</sup>) was significantly lower ( $P<0.05$ ) than in ‘Ninghaibai’ (578.5 g·kg<sup>-1</sup>), and their total essential fatty acids for loquat seed of ‘Ninghaibai’ (509.2 g·kg<sup>-1</sup>) was significantly higher ( $P<0.05$ ) than in ‘Dahongpao’ (444.8 g·kg<sup>-1</sup>). Thus, these results could offer a scientific basis for using underexploited loquat kernels. [Ch, 3 fig. 1 tab. 7 ref.]

**Key words:** botany; loquat seed; nutritional component; fatty acid profile

枇杷 *Eriobotrya japonica*, 又名卢橘, 是中国南方特有的珍稀水果, 因形似琵琶而得名。四川、湖北、福建有野生枇杷, 现全国各地都有栽培。枇杷品种极多, 可分为红沙枇杷和白沙枇杷 2 类。枇杷果中含有丰富的维生素、苦杏仁苷和白芦梨醇等防癌、抗癌物质。目前, 中国的枇杷产业除生产鲜食枇杷外, 主要是对枇杷脯进行加工及酿造, 枇杷果仁作为副产品常常在没有进一步利用的情况下就被丢弃。因其化学成分和营养价值所知甚少, 枇杷果仁仍没有被充分利用。本研究的目的是分析中国浙江宁海县 2 种枇杷果仁的营养成分, 为其深加工提供理论依据。

收稿日期: 2010-02-03; 修回日期: 2010-05-28

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30940058); 浙江省科学技术计划项目(2007F70044, 2008C32028)

作者简介: 余筱洁, 实验师, 硕士, 从事功能性食品研究。E-mail: xiaojie629@163.com。通信作者: 王允祥, 教授, 博士, 从事林特食品储运保鲜与加工等研究。E-mail: wyx@zafu.edu.cn

## 1 材料和方法

### 1.1 材料与处理

实验材料红肉枇杷‘大红袍’ *Eriobotrya japonica* ‘Dahongpao’ 和白肉枇杷‘宁海白’ *Eriobotrya japonica* ‘Ninghaibai’ 果实在完全成熟时采收, 采后 4 h 内运达实验室。处理前从果实中将果仁取出, 用水清洗, 气流干燥 2 d, 用粉碎机粉碎过筛(筛网孔径为 830  $\mu\text{m}$ )后备用。

### 1.2 实验方法

1.2.1 常规理化分析 参照文献[3-6]分析水分、灰分、可溶性糖、蛋白质和淀粉质量分数。

1.2.2 酚类物质 Follin 酚法<sup>[4]</sup>测试样品中酚类物质质量分数。

1.2.3 脂肪酸组成 枇杷果仁油脂使用 Speed SFE<sup>TM</sup> 萃取仪在压力 30 MPa, 温度 60  $^{\circ}\text{C}$  下萃取 20 min。精确称取 5 g 样品放入 50 mL 的萃取釜中, 采用正己烷提取, 釜中剩余空间用脱脂棉填满。将萃取釜放入加热室以保持实验所需温度。提取物用小瓶收集, 收集后立即称量。将萃取所得的油脂溶于 2 mL 的氯仿后, 转移到 8.5 mL 带聚四氟乙烯螺口帽的样品管中, 加氯仿至 8.5 mL, -20  $^{\circ}\text{C}$  保存备用。

将油脂/氯仿提取物转移到蒸发瓶中, 用旋转蒸发仪在 40  $^{\circ}\text{C}$  下完全去除氯仿。经过浓缩的油脂于 60  $^{\circ}\text{C}$  的烘箱中继续干燥 30 min, 将 4 mL 甲醇-氢氧化钠( $\text{CH}_3\text{OH-NaOH}$ )溶液(0.5  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ )加入旋转烧瓶中, 沸水浴加热到脂肪球消失为止(5 ~ 10 min)。冷却后再将 5 mL 的三氟化硼( $\text{BF}_3$ )通过冷凝管加到旋转烧瓶中继续煮沸 2 min, 然后冷却, 再加 2 mL 正庚烷煮沸 1 min, 冷却后再加入 5 mL 的饱和氯化钠溶液。充分混匀后静置分层, 取正庚烷相, 用正庚烷定容后进行气相色谱-质谱(GC-MS)分析<sup>[8]</sup>。GC-MS 为 Trace Ultra 气相色谱和 Trace DSQ II 质谱检测器联用(美国 Thermo 公司)。气相条件如下: 毛细管柱为 TR-WaxMS 型(30.0 m  $\times$  0.25 mm  $\times$  0.25  $\mu\text{m}$ ); 程序升温为柱温 140  $^{\circ}\text{C}$  保持 2 min, 然后以 5  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$  升温至 200  $^{\circ}\text{C}$  后保持 5 min, 最后以 2  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$  升温至 230  $^{\circ}\text{C}$  后保持 2 min; 进样器温度为 250  $^{\circ}\text{C}$ ; 载气为氦气, 流速为 1.0  $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$ ; 分流比为 60 : 1; 进样体积为 1.0  $\mu\text{L}$ 。质谱检测器条件: 离子源能量为 70 eV, 离子源温度为 210  $^{\circ}\text{C}$ , 传输线温度为 250  $^{\circ}\text{C}$ ; 质量扫描范围为 40 ~ 560。通过检测器所带的 Nist 质谱图库对总离子流图中出现的峰进行自动检索, 以保留时间和标准质谱图来确定脂肪酸的种类<sup>[5]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 枇杷果仁常规化学成分分析

枇杷核含有种子 1 ~ 5 粒, 球形或扁球形, 直径为 1.0 ~ 1.5 cm, 褐色, 光亮, 种皮纸质。2 个品种的枇杷果仁都包有一层深褐色的薄膜。常规成分分析结果见图 1。2 种果仁的水分质量分数为 126.9 ~ 180.6  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ; 灰分质量分数为 22.0 ~ 23.4  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。‘宁海白’枇杷果仁平均灰分质量分数为 23.0  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , ‘大红袍’果仁平均灰分质量分数为 22.0  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , 2 个品种的灰分质量分数基本相近。‘宁海白’枇杷果仁的平均含水量为 17.92%, ‘大红袍’果仁的平均含水量是 12.94%。2 个品种果仁的含水量存在极显著差异。这 2 个品种果仁的含水量偏高, 说明不适合长期的储存。

2 个品种枇杷果仁所含的可溶性糖质量分数为 25.0 ~ 38.0  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , 其中‘大红袍’枇杷果仁的质量分数略高, 平均质量分数是 34.4  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , ‘宁海白’枇杷果仁的平均质量分数为 31.2  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。与可溶性糖相比, 2 个品种枇杷果仁的酚类物质相对较低, ‘宁海白’枇杷果仁所含酚类物质质量分数显著低于‘大红袍’枇杷, 平均 13.5  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , 而‘大红袍’枇杷果仁为 20.3  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。2 个品种果仁的蛋白质质量分数在 87.1 ~ 121.8  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , ‘大红袍’枇杷果仁质量分数极显著高于‘宁海白’枇杷, 平均质量分数在 110.3  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , ‘宁海白’枇杷果仁的平均质量分数是 92.9  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。2 个品种果仁的淀粉质量分数为 99.2 ~ 121.0  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。‘宁海白’枇杷果仁的平均质量分数是 113.2  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

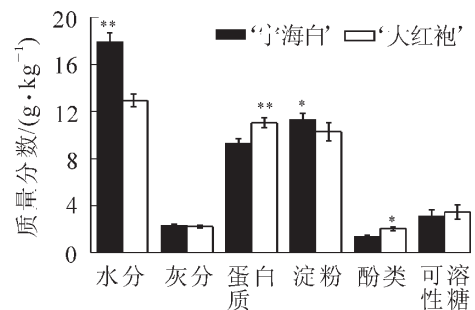


图 1 枇杷果仁中化学成分  
Figure 1 Chemical characteristics of loquat kernels(mean  $\pm$  SD,  $n = 3$ )

$\text{kg}^{-1}$ ，显著高于‘大红袍’果仁的质量分数(10.28%)。

从上述实验结果可知，2 个品种枇杷果仁的蛋白质量分数很高( $100.0 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  左右)，淀粉和酚类物质相对比较丰富，具有枇杷果仁蛋白质<sup>[6]</sup>和抗氧化物质深加工产品开发的潜力。进一步分析核仁蛋白的氨基酸组成，可为新型食品蛋白的开发提供资源。另外，核仁蛋白也可能是降血压肽制备的良好材料<sup>[7]</sup>。

## 2.2 果仁中脂肪酸组成分析

对枇杷果仁油脂脂肪酸甲酯进行了 GC-MS 分析，分别得到‘宁海白’和‘大红袍’枇杷果仁油脂的总离子流图(图 2 和图 3)，共分离出 11 种脂肪酸组分。根据 GC-MS 联用仪获得质谱信息经数据库检索与标准谱图对照、分析，确认了 11 种脂肪酸(表 1)。

由表 1 可知，已确定的‘宁海白’枇杷果仁中的脂肪酸成分占脂肪酸总量的 94.37%，占‘大红袍’枇杷果仁脂肪酸总量 93.13%。亚油酸是‘宁海白’枇杷果仁油脂中相对含量最丰富的脂肪酸(C18:2, 45.91%)，其次是棕榈酸(C16:0, 26.01%)，油酸(C18:1, 6.19%)， $\alpha$ -亚麻酸(C18:3, 5.01%)，硬脂酸(C18:0, 3.64%)和其他 6 种饱和脂肪酸( $\approx 7.61\%$ )。在‘宁海白’枇杷果仁中发现高相对含量的必需脂肪酸(EFA)亚油酸和 $\alpha$ -亚麻酸，两者超过 50%。这对人类饮食营养的补充具有重要的作用。尽管人体能合成绝大多数的必需脂肪酸，这 2 种必需脂肪酸是不能在人体中合成的，必须从饮食中补充获得。亚油酸是类二十烷酸的代谢前体，类二十烷酸是一种具有重要活性的脂肪酸，在调节人体免疫力、消除炎症、抑制血脂合成中发挥重要作用。亚麻酸是二十碳五烯酸(EPA)和二十二碳六烯酸(DHA)的合成前体。DHA 是人脑中最主要的多不饱和脂肪酸，对婴幼儿大脑发育和智力的形成有着重要作用。‘大红袍’枇杷果仁中棕榈油酸、油酸、亚油酸和亚麻酸的相对含量为 50.76%，显著低于‘宁海白’枇杷果仁的 57.85%，‘宁海白’枇杷果仁中必需脂肪酸亚油酸和亚麻酸的相对含量(50.92%)也显著高于‘大红袍’枇杷果仁(44.48%)。这说明脂肪酸相对含量和种类差异因品种而异，当然也和种植地的气候影响有关<sup>[6]</sup>。枇杷果仁亚油酸和亚麻酸含量高，可以考虑将其作为保健型食用油进行研究与开发，这将

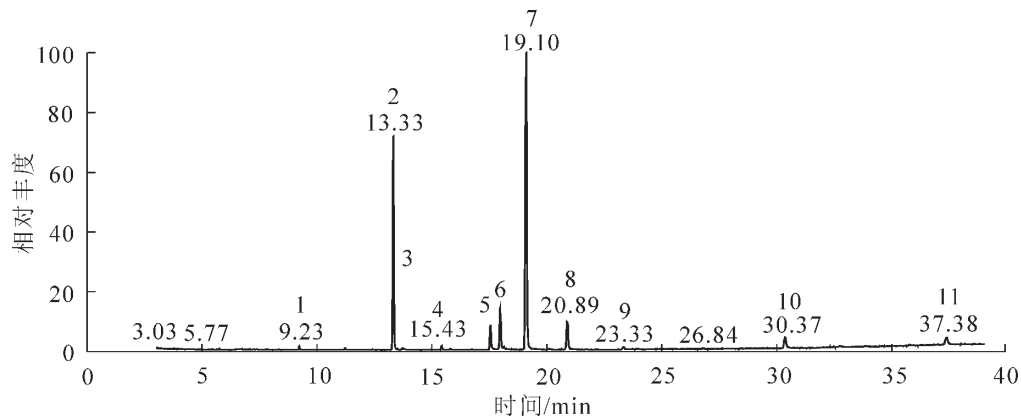


图 2 ‘宁海白’枇杷果仁脂肪酸甲酯的 GC-MS 总离子流图(60 °C, 30 MPa, 20 min)

Figure 2 Total ion chromatogram of fatty acid methyl ester from ‘Ninghaibai’ loquat seed

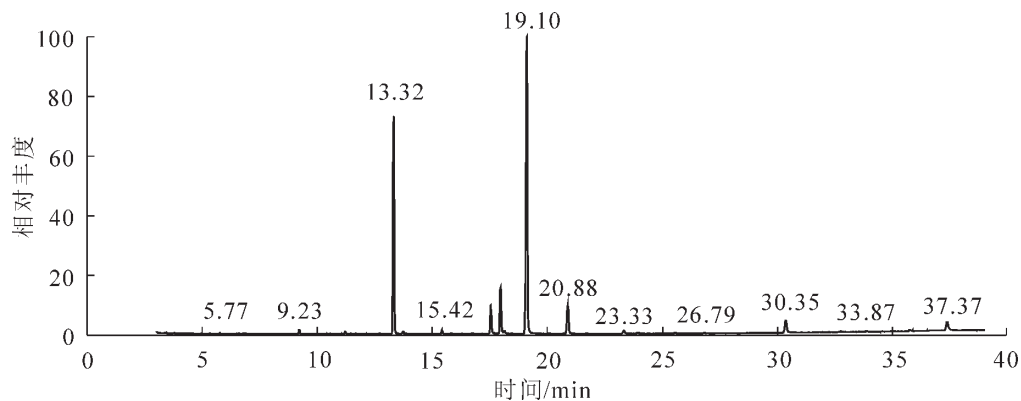


图 3 ‘大红袍’枇杷果仁脂肪酸甲酯的 GC-MS 总离子流图(60 °C, 30 MPa, 20 min)

Figure 3 Total ion chromatogram of fatty acid methyl ester from ‘Dahongpao’ loquat seed

表 1 枇杷果仁中脂肪酸甲酯组成

Table 1 Fatty acid profile of loquat seed oil

序号	脂肪酸甲酯种类	相对含量/ %	
		‘大红袍’	‘宁海白’
1	Tetradecanoic acid methyl ester 十四酸甲酯 肉豆蔻酸	0.67 ± 0.07	0.55 ± 0.09
2	Hexadecanoic acid, methyl ester 十六酸甲酯 棕榈酸	28.67 ± 1.21*	26.01 ± 1.30
3	1, 1-Hexadecenoic acid, methyl ester 十六碳烯酸甲酯 棕榈油酸	0.61 ± 0.05	0.74 ± 0.09*
4	Heptadecanoic acid, methyl ester 十七酸甲酯 珠光脂酸	0.91 ± 0.06	0.74 ± 0.05
5	Octadecanoic acid, methyl ester 十八酸甲酯 硬脂酸	4.23 ± 0.11	3.64 ± 0.17
6	9-Octadecenoic acid, methyl ester 十八碳烯酸甲酯 油酸	5.67 ± 0.19	6.19 ± 0.23
7	9,12-Octadecadienoic acid(Z, Z)-, methyl ester 9, 12-十八碳二烯酸甲酯 亚油酸	40.15 ± 2.31	45.91 ± 2.07**
8	9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester 9,12,15-十八碳三烯酸甲酯 亚麻酸	4.33 ± 0.16	5.01 ± 0.21*
9	Eicosanoic acid, methyl ester 二十酸甲酯 花生酸	1.03 ± 0.10	0.80 ± 0.13
10	Docosanoic acid, methyl ester 二十二酸甲酯 山俞酸	2.66 ± 0.17	2.48 ± 0.15
11	Tetracosanoic acid, methyl ester 二十四酸甲酯 木质素酸	4.20 ± 0.21**	2.30 ± 0.24

有利于心脑血管疾病的预防。

### 3 结论

采用 GC-MS 法分离并鉴定了‘宁海白’和‘大红袍’枇杷果仁油脂的 11 种脂肪酸组分与相对百分含量。已确定的‘宁海白’枇杷果仁中的脂肪酸成分占脂肪酸总量的 94.37%，‘大红袍’枇杷果仁中的脂肪酸成分占脂肪酸总量的 93.13%。亚油酸是枇杷果仁油脂中含量最丰富的脂肪酸(C18:2)，其次是棕榈酸(C16:0)，油酸(C18:1)， $\alpha$ -亚麻酸(C18:3)，硬脂酸(C18:0)和其他 6 种饱和脂肪酸。

‘大红袍’枇杷果仁中棕榈油酸、油酸、亚油酸和亚麻酸的相对含量为 50.76%，显著低于‘宁海白’枇杷果仁的 57.85%。‘大红袍’枇杷果仁中必需脂肪酸亚油酸和亚麻酸的相对含量(44.48%)显著低于‘宁海白’枇杷果仁中必需脂肪酸亚油酸和亚麻酸的相对含量(50.92%)。

枇杷果仁的蛋白质量分数很高，淀粉和酚类物质质量分数相对比较丰富，具有枇杷果仁蛋白质和抗氧化物质深加工产品开发的潜力。

#### 参考文献:

- [1] 黄晓钰, 刘邻渭. 食品化学综合实验[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2002: 9.
- [2] 汪红, 王强, 王顺春, 等. 丹参多糖的提取分离及结构鉴定[J]. 中国中药杂志, 2006, **31** (13): 1075 - 1077.  
WANG Hong, WANG Qiang, WANG Shunchun, *et al.* Extraction, isolation and structure identification of polysaccharide in root of *Salvia miltiorrhiza* [J]. *China J Chin Meteria Med*, 2006, **31** (13): 1075 - 1077.
- [3] CHENG Jiyu, YE Xingqian, CHEN Jianchu, *et al.* Nutritional composition of underutilized bayberry (*Myrica rubra* Sieb. et Zucc.) kernels [J]. *Food Chem*, 2008, **107**: 1674 - 1680.
- [4] 邹琪. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 131 - 161.
- [5] 李祖光, 李建亮, 曹慧, 等. 紫藤鲜花在不同开花期的头香成分[J]. 浙江林学院学报, 2009, **26** (3): 308 - 313.  
LI Zuguang, LI Jianliang, CAO Hui, *et al.* Chemical constituents of fragrances released from fresh flowers of *Wisteria sinensis* during different florescence periods [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2009, **26** (3): 308 - 313.
- [6] GRAYBOSCH R A, PETERSON C J, BAENZIGER P S, *et al.* Environmental modification of hard red winter wheat flour protein composition [J]. *J Cereal Sci*, 1995, **22** (1): 45 - 51.
- [7] 刘宁, 仇农学, 朱振宝, 等. 杏仁蛋白水解物对血管紧张素转化酶抑制作用的研究 [J]. 食品科学, 2009, **30** (5): 249 - 252.  
LIU Ning, QIU Nongxue, ZHU Zhenbao, *et al.* Inhibitory effects of almond protein hydrolysate against angiotensin (I) converting enzyme [J]. *Food Sci*, 2009, **30** (5): 249 - 252.