

# 不同加工工艺对薄壳山核桃饼粕理化性质的影响

方亮<sup>1</sup>, 李永荣<sup>2</sup>, 彭方仁<sup>3</sup>, 吴文龙<sup>1\*</sup>, 黄利斌<sup>4</sup>

(1. 江苏省中国科学院植物研究所, 江苏 南京 210014; 2. 南京绿宙薄壳山核桃科技有限公司, 江苏 南京 210000;  
3. 南京林业大学, 江苏 南京 210000; 4. 江苏省林业科学院, 江苏 南京 210000)

**摘要:**薄壳山核桃是一种富含营养物质的坚果。通过采用压榨法和临界 CO<sub>2</sub> 流体萃取法 2 种提取方法,对提取油脂后的薄壳山核桃饼粕理化性质进行了研究和比较,发现其中富含油脂、蛋白质、矿物质等营养物质,其中氨基酸种类齐全,不饱和脂肪酸含量高,是一种适宜的食品加工原料。

**关键词:**加工工艺;薄壳山核桃;饼粕;理化性质

中图分类号:TS255 文献标志码:A 文章编号:1001-8581(2014)10-0094-03

## Effect of Different Processing Technologies on Physicochemical Properties of Pecan Cake

FANG Liang<sup>1</sup>, LI Yong-rong<sup>2</sup>, PENG Fang-ren<sup>3</sup>, WU Wen-long<sup>1\*</sup>, HUANG Li-bin<sup>4</sup>

(1. Institute of Botany, Jiangsu Provincial and Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China; 2. Green Universe Pecan Science & Technology Limited Company in Nanjing, Nanjing 210000, China; 3. Nanjing Forestry University, Nanjing 210000, China; 4. Jiangsu Institute of Forestry, Nanjing 210000, China)

**Abstract:** Pecan is a kind of nutrient-rich nut. We studied and compared the physicochemical properties of pecan cake produced by extracting grease from pecan through using compression method and supercritical CO<sub>2</sub> fluid extraction method, and found that pecan cake contained rich nutrient substances (grease, protein, minerals and so on), complete amino acid kinds, and abundant unsaturated fatty acids. Thus, pecan cake is a kind of appropriate raw material for food processing.

**Key words:** Processing technology; Pecan; Cake; Physicochemical property

薄壳山核桃 [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] 又名美国山核桃、长山核桃,系胡桃科,山核桃属,原产美国和墨西哥,是一个坚果产品和极具市场竞争力的高效生态经济型干果树种,树体持续结实期长达 80~120 年,根系发达,生长季节枝叶繁茂,具有良好的水土保持功能<sup>[1-5]</sup>。其果仁色美味香,无涩味,营养丰富,约含油脂 70%、蛋白质 11%、碳水化合物 13%,含有对人体有益的各种氨基酸,且含量比橄榄高,还富含维生素 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>,每千克果仁约有 32 kJ 热量,是理想的保健食品,除直接食用外还可榨取高级食用油和制作糕点、冰激凌等<sup>[6-7]</sup>。

美国薄壳山核桃 20 世纪初引入我国,至今已有百年历史,引种范围也较广,北至北京,南至海南岛,东至福建,西至成都,由于品种选择和嫁接技术等方面的原因,至今未形成规模种植。近年来,江苏省中国科学院植物研究所、中国林业科学院、南京绿宙薄壳山核桃科技有限公司、云南省林业科学研究院以及河南洛宁、江西峡江、浙江新昌与建德等单位 and 地区<sup>[2,4-5,8]</sup> 积极开

展薄壳山核桃引种、育种与推广栽培,对薄壳山核桃产业在中国的形成和发展推动较大。

压榨法是常用的一种油脂提取方法,而超临界 CO<sub>2</sub> 流体萃取技术<sup>[9-10]</sup> 是一种新型高新分离技术,在油脂加工及其综合利用中有广泛的研究和应用。不同的加工方法对饼粕化学组成有一定影响,其品质的优劣将直接影响后续加工产品的质量。

目前,国内对薄壳山核桃中油脂的提取尚处于起步阶段,对提取油脂后饼粕的利用尚属空白。本文采用压榨法和超临界 CO<sub>2</sub> 流体萃取法 2 种提取方法,对提取油脂后的薄壳山核桃饼粕理化性质进行了研究和比较,以期对薄壳山核桃饼粕的加工利用提供参考。

### 1 材料与方法

1.1 材料 薄壳山核桃,美国进口。

#### 1.2 提取方法

1.2.1 超临界 CO<sub>2</sub> 流体萃取法 工艺流程:核桃仁粉碎至 30 目→上样 SCF CO<sub>2</sub> 动态萃取→分离油脂→(-20℃) 冷冻保存,分析备用<sup>[9-10]</sup>。

收稿日期:2014-04-21

基金项目:国家林业公益性行业科研专项经费项目“美国山核桃产业化开发的关键技术与示范”(201304711);中央财政林业科技推广示范资金项目“薄壳山核桃高效栽培技术及模式推广示范”[(2012)TK28];江苏省农业科技自主创新资金项目“丰产优质薄壳山核桃新品种选育”[CX(12)2012]。

作者简介:方亮(1980—),女,安徽安庆人,副研究员,博士,主要从事黑莓等小果类果树的加工利用和经济林果植物的研究。

\* 通讯作者:吴文龙。

1.2.2 压榨法 采用螺旋榨油机的特点是一次进料蒸炒出油、出饼,工艺流程:核桃→清理→人工破碎→核桃仁→轧胚→蒸炒→压榨→毛油→沉淀→成品油→灌装<sup>[10]</sup>。

1.3 理化分析方法 水分:真空干燥法测定;粗蛋白:凯氏定氮法测定;粗脂肪:索氏抽提法测定;粗纤维:酸性洗涤法测定;灰分:干法灰化法测定;矿质元素钾和磷:AFS-3300 原子荧光仪测定;氨基酸:样品经酸水解、碱水解后用 A200amino Nova 型氨基酸自动分析仪测定;脂肪酸:气相色谱法测定<sup>[11]</sup>。

## 2 结果与分析

2.1 矿物质等含量分析 由表 1 可知 2 种提取方法得到饼粕样品中灰分含量相同,均为 4%,说明其中矿物质含量丰富,其中常量元素钙(Ca)、镁(Mg)等的含量较高,另含有微量元素锌(Zn)和硒(Se)等。其中,超临界提取后得到饼粕中所含的矿物质中,锌、钙、镁的含量略低于压榨法得到的饼粕,但是微量元素硒的含量则高于后者。因此,薄壳山核桃饼粕可以作为摄取矿质元素良好的天然来源,如果采取适宜的加工措施,即可生产出矿质营养丰富的加工产品。

另外 2 种饼粕中纤维含量较高,均高于 10%,如利用得当,可以生产出含有丰富膳食纤维的加工产品。食物纤维素包括粗纤维、半粗纤维和木质素。食物纤维素是一种不被消化吸收的物质,过去人们认为是“废物”,近来研究发现它在保障人类健康,延长生命方面有着重要作用,并称它为第七种营养素。

2.2 油脂和脂肪酸组成分析 油脂的主要生理功能是贮存和供应热能,在代谢中可以提供的能量比糖类和蛋白质约高 1 倍,食用油脂根据来源可分为植物油和动物油脂。植物油是必需脂肪酸的重要来源,含有较多的不饱和脂肪酸。由表 1 可以看出,超临界 CO<sub>2</sub> 流体萃取法和压榨法这 2 种提取方法得到的饼粕中油脂含量较高,分别为 23.81% 和 34.93%,尤以后者含量较高,这说明压榨法提取油脂的效率低于超临界 CO<sub>2</sub> 流体萃取法。

表 1 2 种方法提取后薄壳山核桃饼粕中矿物质、粗蛋白、粗脂肪含量比较

| 成分             | 提取方法                      |        |
|----------------|---------------------------|--------|
|                | 超临界 CO <sub>2</sub> 流体萃取法 | 压榨法    |
| 锌 Zn/(mg/kg)   | 134.00                    | 158.00 |
| 钙 Ca/(mg/100g) | 225.78                    | 193.03 |
| 镁 Mg/(mg/100g) | 343.56                    | 370.58 |
| 硒 Se/(mg/kg)   | 0.08                      | ≤0.01  |
| 粗蛋白/(g/100g)   | 26.80                     | 27.80  |
| 粗纤维/%          | 11.70                     | 11.80  |
| 水分/%           | 1.51                      | 6.51   |
| 灰分/%           | 4.00                      | 4.00   |
| 含油率/%          | 23.81                     | 34.93  |

为进一步明确超临界 CO<sub>2</sub> 流体萃取法和压榨法这 2 种提取方法对核桃饼粕中含有的脂肪酸成分及相对含量的影响,对 2 种饼粕样品进行了气质联用分析,结果见表 2。

表 2 2 种方法提取后薄壳山核桃饼粕

| 脂肪酸种类               | 中脂肪酸组成比较                 |       | % |
|---------------------|--------------------------|-------|---|
|                     | 临界 CO <sub>2</sub> 流体萃取法 | 压榨法   |   |
| 油酸 18:1(C9)         | 40.49                    | 53.38 |   |
| 亚油酸 18:2(C9,12)     | 25.60                    | 23.82 |   |
| 棕榈酸 16:0            | 5.64                     | 5.36  |   |
| 硬脂酸 18:0            | 1.74                     | 2.44  |   |
| 亚麻酸 18:3(C,9,12,15) | 1.08                     | 0.99  |   |

通过表 2 可以看出 2 种方法制得的饼粕中脂肪酸的组成成分比较相似,均含有大量的不饱和脂肪酸,并且含量最高的均为油酸,分别为 40.49% 和 53.38%,其次为亚油酸,分别为 25.60% 和 23.82%,这 2 种脂肪酸占总量的比例 60% 以上,其余依次为棕榈酸、硬脂酸和亚麻酸。

由表 2 也可以看出 2 种提取方式得到的饼粕中各组分的含量有较大差异,如压榨方式得到的饼粕中油酸含量远高于超临界提取,相反,前者饼粕中亚油酸的含量低于后者,说明超临界提取后饼粕中多不饱和脂肪酸的含量高于压榨法提取的饼粕,这可能是由于压榨方式温度较高且时间较长,对不饱和脂肪酸的破坏较大。同时,压榨得到的饼粕颜色较深,可能也是由于上述原因造成其中色素的变化。

薄壳山核桃饼粕样品中油脂的脂肪酸组成再次证明了其功能特性的物质基础,具有较高的利用价值,是一种重要的营养保健油脂资源。

2.3 蛋白质与氨基酸组成分析 蛋白质是人和动物的必需营养素,是一切生命的物质基础。植物蛋白含量较高的食物中饱和脂肪及胆固醇往往都很低,同时含有大量膳食纤维,正好与动物蛋白食物相反,更有利于人的身体健康。通过对超临界 CO<sub>2</sub> 流体萃取法和压榨法这 2 种方法提取得到的薄壳山核桃饼粕中蛋白质的氨基酸组分进行分析(表 3),发现 2 种饼粕蛋白中氨基酸组成丰富,分别含有 18 种和 19 种氨基酸,占氨基酸种类的 90%,总量达到干果渣的 21.64% 和 23.89%。必需氨基酸是人和动物体内不能以常规材料合成,而必须从食物中摄取的氨基酸,对生长发育起着至关重要的作用。饼粕中 8 种必需氨基酸都有,赖氨酸为合成肉毒碱提供结构组分,而肉毒碱会促使细胞中脂肪酸的合成。人体对赖氨酸需求量大,婴儿每天需要 90 mg/kg,儿童每天需要 44 mg/kg,成人每天需要 12 mg/kg<sup>[12]</sup>。2 种薄壳山核桃饼粕样品中赖氨酸含量达到 0.61% 和 0.79%,其含量与熟大豆(0.759%)、蛋类(0.820%)相当;亮氨酸和异亮氨酸也是人体需求量较大的必需氨基酸,在薄壳山核桃饼粕中这 2 种氨

氨酸含量也较高。在非必需氨基酸中,谷氨酸含量高达 4.23% 和 4.66%,天冬氨酸含量也很高(分别为 1.94% 和 2.14%)。谷氨酸是一种与神经系统有关的化合物,是  $\gamma$ -氨基丁酸的前体;谷氨酸的钠盐是一种著名的调味剂:味精<sup>[13]</sup>。

表 3 2 种方法提取后薄壳山核桃饼粕中氨基酸组成成分比较 %

| 氨基酸种类  | 含量                       |      |      |
|--------|--------------------------|------|------|
|        | 临界 CO <sub>2</sub> 流体萃取法 | 压榨法  |      |
| 必需氨基酸  | 苏氨酸                      | 0.01 | 0.01 |
|        | 苯丙氨酸                     | 0.02 | 0.02 |
|        | 缬氨酸                      | 1.17 | 1.26 |
|        | 蛋氨酸                      | 0.58 | 0.58 |
|        | 异亮氨酸                     | 0.69 | 0.76 |
|        | 亮氨酸                      | 1.34 | 1.48 |
|        | 赖氨酸                      | 0.61 | 0.79 |
|        | 色氨酸                      | 0.19 | 0.23 |
|        | 半必需氨基酸                   | 精氨酸  | 0.01 |
| 组氨酸    |                          | 0.51 | 0.56 |
| 非必需氨基酸 | 天冬氨酸                     | 1.94 | 2.14 |
|        | 丝氨酸                      | 0.98 | 1.08 |
|        | 谷氨酸                      | 4.23 | 4.66 |
|        | 甘氨酸                      | 1.19 | 1.31 |
|        | 丙氨酸                      | 0.83 | 0.94 |
|        | 胱氨酸                      | 1.26 | 1.28 |
|        | 酪氨酸                      | 0.45 | 0.47 |
|        | 脯氨酸                      | 0.7  | 0.84 |
|        | 鸟氨酸                      | \    | 0.01 |

由此可见,薄壳山核桃饼粕中蛋白质含量高,氨基酸种类齐全,具有独特功能的氨基酸含量丰富,对其研究与利用意义较大。

### 3 结论

超临界 CO<sub>2</sub> 流体萃取法和压榨法这 2 种方法提取得到的薄壳山核桃饼粕中蛋白质、油脂等营养成分的种类和含量差别不大,但由于提取时温度、时间等因素的影响,造成前者对饼粕中各营养成分的影响较小。

薄壳山核桃饼粕的主要成分为蛋白质、脂肪和纤维素等,必需氨基酸的平衡性也好,可利用加工为饲料和肥料等常规产品,开发出大豆饼和鱼粉等之外的新的传统饲料蛋白质源。同时,饼粕中富含多种营养成

分,其中的矿物质等含量较高,可从中提取蛋白质、油脂、植物纤维等制成精深加工产品。因此,开发利用薄壳山核桃饼粕,生产薄壳山核桃附属产品或精深加工产品,可以处理相当数量的有机废物,为环境保护做出巨大贡献,具有良好的经济效益和社会效益。在减轻环境污染的同时,可以提高薄壳山核桃的附加值,延长产业链,促进薄壳山核桃产业的发展。

### 参考文献:

[1] 张日清,吕芳德. 优良经济树种——美国山核桃[J]. 广西林业科学, 1998, 27(4): 202-206.

[2] 习学良,范志远,董润泉,等. 美国山核桃在云南的引种研究进展及发展前景[J]. 江西林业科技, 2001(6): 39-41.

[3] 习学良,范志远,张雨,等. 美国山核桃砧苗快速培育技术[J]. 中国南方果树, 2005, 34(5): 47-49.

[4] 习学良,范志远,张雨,等. 美国山核桃在云南的引种表现及丰产栽培技术[J]. 中国南方果树, 2004, 33(5): 72-74.

[5] 董润泉,习学良,张雨,等. 美国山核桃在云南的适应性报告[J]. 西部林业科学, 2004, 33(1): 49-54.

[6] 董凤祥,王贵喜. 美国薄壳山核桃引种及栽培技术[M]. 北京: 金盾出版社, 2003.

[7] 麦克丹尼尔斯 L H. 坚果栽培[M]. 朱金兆,查多禄,魏康年,译. 北京: 中国林业出版社, 1990.

[8] 吴文龙,阎连飞. 薄壳山核桃的引种栽培[J]. 江苏林业科技, 2003, 30(1): 11-13.

[9] 朱振宝,易建华,田呈瑞. 超临界 CO<sub>2</sub> 萃取核桃油的研究[J]. 中国油脂, 2005, 30(9): 65-67.

[10] 张郁松,赵雁武. 四种不同提取方法对猕猴桃籽油得率的比较研究[J]. 中国粮油学报, 2007, 22(1): 76-78.

[11] 罗仓学,张广栋,陈燃. 草莓籽油脂肪酸组分分析[J]. 中国油脂, 2006, 31(5): 68-69.

[12] 思斯明格 A H, 思斯明格 M E, 康兰德 J E. 美国食物与营养百科全书(食物成分分册)[M]. 金善宝,译. 北京: 农业出版社, 1989: 30-150.

[13] 思斯明格 A H, 思斯明格 M E, 康兰德 J E. 美国食物与营养百科全书(营养素分册)[M]. 金善宝,译. 北京: 农业出版社, 1989: 1-36.

(责任编辑:许晶晶)

(上接第 93 页)

[32] Cozzolino D, Murray I. Identification of animal meat muscles by visible and near infrared reflectance spectroscopy[J]. Lebensmittel Wissenschaft and Technologie, 2004, 37(4): 447-452.

[33] 李勇,魏益民,潘家荣,等. 基于 FTIR 指纹光谱的牛肉产品溯源技术研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2009, 29(3): 647-651.

[34] Guo B L, Wei Y M, Pan J R, et al. Stable C and N isotope ratio analysis for regional geographical traceability of cattle in

China[J]. Food Chemistry, 2010, 118(4): 915-920.

[35] 赵海燕,郭波莉,张波,等. 小麦产地矿物元素指纹溯源技术研究[J]. 中国农业科学, 2010, 43(18): 3817-3823.

[36] 孙淑敏,郭波莉,魏益民,等. 基于矿物元素指纹的羊肉产地溯源技术[J]. 农业工程学报, 2012, 28(17): 237-243.

[37] 曹海禄,焦炜,黄璟,等. 国内外农产品质量安全追溯体系建设概述[J]. 中国现代中药, 2013, 15(3): 233-237.

(责任编辑:许晶晶)