

# 精炼工艺对元宝枫籽油品质的影响

程 敏

(濮阳市食品药品检验检测中心,河南 濮阳 457000)

**摘要:**为了对元宝枫籽油的精炼提供指导,分析了精炼过程中元宝枫籽油的基本理化指标、脂肪酸和有益油脂伴随物(植物甾醇、生育酚)的变化情况。结果表明:随着精炼工序的进行,元宝枫籽油的酸值、过氧化值和氧化诱导期显著降低( $p < 0.05$ ),脂肪酸组成变化不显著( $p > 0.05$ ),植物甾醇和生育酚两种有益油脂伴随物的含量显著降低( $p < 0.05$ ),分别由毛油的 950.3 mg/kg 和 1 107.4 mg/kg 降至脱臭油的 569.9 mg/kg 和 743.4 mg/kg,损失率分别为 40.0%、32.9%。研究结果说明精炼能够显著影响元宝枫籽油的品质,应有效控制脱臭条件,尽量减少有益油脂伴随物的损失。

**关键词:**元宝枫籽油;油脂精炼;品质

中图分类号:TS224.6;TS225.6 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2021)08-0016-04

## Effects of refining process on the quality of *Acer truncatum* seed oil

CHENG Min

(Puyang Food and Drug Inspection and Testing Center, Puyang 457000, Henan, China)

**Abstract:** In order to provide guidance on the refining of *Acer truncatum* seed oil, the changes of the physicochemical indexes, fatty acids and beneficial concomitants (phytosterols, tocopherols) during the refining process were analysed. The results showed that the acid value, peroxide value and oxidation induction period of *Acer truncatum* seed oil decreased significantly ( $p < 0.05$ ) with the refining process, the fatty acid composition was not significantly changed ( $p > 0.05$ ), and the contents of phytosterols and tocopherols decreased significantly ( $p < 0.05$ ) from 950.3 mg/kg and 1 107.4 mg/kg in the crude oil to 569.9 mg/kg and 743.4 mg/kg in the deodorized oil, respectively. The loss rates of the phytosterols and tocopherols were 40.0% and 32.9%, respectively. The results indicated that refining could significantly affect the quality of *Acer truncatum* seed oil and the deodorization conditions should be effectively controlled to minimize the loss of beneficial concomitants.

**Key words:** *Acer truncatum* seed oil; oil refining; quality

元宝枫(*Acer truncatum*)为槭树科枫属的落叶乔木,因其形状像中国古代“元宝”而得名,是我国特有的传统绿化树种和木本油料树种<sup>[1-2]</sup>,主要分布在我国黄河中下游内蒙古自治区、陕西省等地及东北南部地区辽宁省、山东省等地<sup>[3]</sup>。元宝枫种子产量高,种仁含油率为 42.6%~48.0%<sup>[4-5]</sup>,油中不饱和脂肪酸含量达 92% 以上<sup>[6]</sup>,尤以亚油酸为主,同时含 5.0%~7.0% 的神经酸。此外,元宝枫籽油中还含有植物甾醇、生育酚等有益油脂伴随物,

具有增强免疫力<sup>[7]</sup>、抗肿瘤<sup>[8]</sup>等多种生理活性。2011年3月元宝枫籽油被我国卫生部批准为新资源食品<sup>[9]</sup>,2014年12月元宝枫被国务院办公厅列入重点发展推广的木本油料树种,这些措施推动了元宝枫籽油的开发和利用,为后续将其应用于特医食品行业、食品工业等领域提供了基础<sup>[10-12]</sup>。元宝枫籽油可通过压榨法、溶剂浸提法、超临界萃取法以及亚临界萃取法等得到,得到的毛油一般含胶溶性和脂溶性杂质,不能直接食用,需经过精炼处理,而精炼工艺对于油脂品质、有益油脂伴随物的含量有重要的影响<sup>[13]</sup>。

国内现有研究主要集中于元宝枫籽油提取工艺

收稿日期:2020-12-07;修回日期:2021-05-24

作者简介:程敏(1992),女,助理工程师,硕士,主要从事食品检测工作(E-mail)563878653@qq.com。

及成分的研究<sup>[3]</sup>、神经酸的制取<sup>[14-15]</sup>及功能性研究<sup>[16]</sup>,而关于精炼工艺对元宝枫籽油品质的影响研究较少。本文着重分析了精炼过程中元宝枫籽油理化指标、脂肪酸组成和有益油脂伴随物含量的变化,以期元宝枫籽油的精炼提供指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

#### 1.1.1 原料与试剂

元宝枫籽毛油、碱炼油、脱色油和脱臭油,采样于元宝枫籽油加工企业。其中:元宝枫籽毛油由元宝枫种子去壳后压榨制得,酸值(KOH)为3.1 mg/g,过氧化值为4.3 mmol/kg;碱炼油由元宝枫籽毛油碱炼脱酸兼带脱除胶体杂质后获得,碱炼温度70℃,加入的碱液浓度根据毛油酸值确定,碱炼时间30 min,离心机分离后经水洗,真空下110℃干燥;脱色油由碱炼油经白土吸附过滤后获得,活性白土添加量为油质量的2%,脱色时间45 min,脱色温度100℃,真空度0.09 MPa;脱臭油由脱色油真空脱臭获得,脱臭温度240℃,真空度0.3 kPa,脱臭时间1 h。

37种脂肪酸甲酯混合标准品、BSTFA + TMCS 硅烷化试剂和5 $\alpha$ -胆甾醇,美国Sigma公司; $\alpha$ - $\beta$ - $\gamma$ - $\delta$ -生育酚标准品(纯度>95%),中国西宝生物公司;甾醇混合标准品;异丙醇、乙酸乙酯、正己烷、甲醇均为色谱纯;无水乙醚、氢氧化钾、三氯甲烷、冰醋酸等均为分析纯。

#### 1.1.2 仪器与设备

气质联用仪,Thermo Fisher公司;Waters e2695 高效液相色谱仪(2475 荧光检测器),Waters公司;7890A 气相色谱仪(FID 检测器),Agilent公司;Rancimat 743 氧化稳定仪,Metrohm公司;油脂中试精炼设备,河南华泰粮油机械股份有限公司。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 基本理化指标的测定

酸值参考 GB 5009.229—2016 测定,过氧化值参考 GB 5009.227—2016 测定,氧化诱导期参考 GB/T 21121—2007 测定。

#### 1.2.2 脂肪酸组成测定

样品的预处理及测定(气相色谱法)参考程敏等<sup>[17]</sup>的方法进行,以37种脂肪酸甲酯混合标准品的保留时间定性,采用面积归一法定量。

气相色谱条件:TRACE TR-FAME 色谱柱(60 m  $\times$  0.25 mm  $\times$  0.25  $\mu$ m),氢火焰离子化检测器(FID);载气为氮气,流速1 mL/min;检测器和进样口温度均为250℃;分流比100:1;升温程序为柱温60℃保持3 min,以5℃/min的速率升温至175℃并保持15 min,以2℃/min的速率升温至220℃并保持10 min;进样量1  $\mu$ L。

#### 1.2.3 油脂伴随物含量的测定

##### 1.2.3.1 植物甾醇含量

样品的预处理及测定(气相色谱-质谱法)参考谢丹<sup>[18]</sup>的方法进行,以甾醇混合标准品及质谱结果定性,以5 $\alpha$ -胆甾醇为内标与样品峰面积比进行定量。

气相色谱条件:DB-5 色谱柱(30 m  $\times$  0.25 mm  $\times$  0.25  $\mu$ m);升温程序为200℃保持0.5 min,以10℃/min升温至300℃,保持18 min;检测器温度280℃,进样口温度280℃;进样量1.0  $\mu$ L;分流比100:1;载气为氮气(纯度99.99%),流速1.2 mL/min。

质谱条件:离子源温度250℃,传输线温度280℃,离子化模式为EI,分子离子碎片扫描范围( $m/z$ )50~550。

##### 1.2.3.2 生育酚含量

样品的预处理及测定(高效液相色谱法)参考 Shi 等<sup>[19]</sup>的方法进行,以标准品保留时间定性,外标法定量。

色谱条件:Waters e2695 高效液相色谱仪(2475 荧光检测器);硅胶色谱柱(4.6 mm  $\times$  250 mm, 5  $\mu$ m);流动相为正己烷-异丙醇(体积比98.5:1.5),流速0.8 mL/min;荧光检测发射波长330 nm,激发波长293 nm;柱温30℃;进样量20  $\mu$ L。

## 2 结果与分析

### 2.1 元宝枫籽油精炼过程中基本理化指标变化(见表1)

表1 元宝枫籽油精炼过程中基本理化指标的变化

指标	毛油	碱炼油	脱色油	脱臭油
酸值(KOH)/(mg/g)	3.1 $\pm$ 0.1a	0.8 $\pm$ 0.1b	0.6 $\pm$ 0.0b	0.4 $\pm$ 0.0c
过氧化值/(mmol/kg)	4.3 $\pm$ 0.2a	1.9 $\pm$ 0.1b	2.0 $\pm$ 0.1b	0.2 $\pm$ 0.0c
氧化诱导期/h	7.4 $\pm$ 0.3a	6.4 $\pm$ 0.2b	4.7 $\pm$ 1.0c	4.4 $\pm$ 1.4c

注:同行不同字母表示具有显著性差异( $p < 0.05$ )。下同

由表1可见,元宝枫籽毛油的酸值和过氧化值

在精炼过程中总体呈现显著下降的趋势,酸值

(KOH)由毛油的 3.1 mg/g 下降到脱臭油的 0.4 mg/g ( $p < 0.05$ ), 过氧化值从毛油的 4.3 mmol/kg 下降到脱臭油的 0.2 mmol/kg ( $p < 0.05$ )。

元宝枫籽油的氧化诱导期在精炼过程中呈现下降的趋势, 从毛油的 7.4 h 降至脱臭油的 4.4 h。这可能是因为对不饱和程度较高的元宝枫籽油而言,

其自身的抗氧化能力对维持其稳定性至关重要, 而元宝枫籽油中天然存在的抗氧化物质随着精炼的进行逐渐损失, 导致元宝枫籽油的氧化诱导期不断下降, 抗氧化能力逐渐减弱。

2.2 元宝枫籽油精炼过程中脂肪酸组成变化(见表 2)

表 2 元宝枫籽油精炼过程中脂肪酸组成变化

脂肪酸	毛油	碱炼油	脱色油	脱臭油
棕榈酸(C16:0)	4.24 ± 0.13b	4.42 ± 0.23ab	4.51 ± 0.20ab	4.61 ± 0.25a
十六碳烯酸(C16:1)	0.10 ± 0.03a	0.12 ± 0.02a	0.08 ± 0.16a	0.09 ± 0.05a
十七烷酸(C17:0)	0.06 ± 0.07a	0.05 ± 0.02a	0.02 ± 0.03a	0.02 ± 0.03a
硬脂酸(C18:0)	2.33 ± 0.03b	2.48 ± 0.03ab	2.46 ± 0.03ab	2.51 ± 0.03a
油酸(C18:1)	24.26 ± 0.08a	24.08 ± 0.11a	23.98 ± 0.03b	23.94 ± 0.03b
亚油酸(C18:2)	33.74 ± 0.09a	33.69 ± 0.13a	33.92 ± 0.23a	33.80 ± 0.03a
亚麻酸(C18:3)	1.93 ± 0.06a	2.04 ± 0.06a	1.97 ± 0.18a	1.89 ± 0.05a
花生酸(C20:0)	0.22 ± 0.03a	0.24 ± 0.13a	0.25 ± 0.09a	0.20 ± 0.04a
11-二十碳烯酸(C20:1)	7.72 ± 0.07a	7.65 ± 0.03a	7.45 ± 0.13a	7.74 ± 0.01a
二十二碳二烯酸(C22:2)	0.28 ± 0.05a	0.21 ± 0.03a	0.26 ± 0.01a	0.25 ± 0.03a
山嵛酸(C22:0)	0.87 ± 0.03a	0.90 ± 0.04a	0.88 ± 0.00a	0.89 ± 0.02a
芥酸(C22:1)	17.84 ± 0.11a	17.54 ± 0.15a	17.48 ± 0.06a	17.49 ± 0.04a
木焦油酸(C24:0)	0.37 ± 0.02a	0.39 ± 0.07a	0.45 ± 0.05a	0.41 ± 0.10a
神经酸(C24:1)	6.04 ± 0.12a	6.19 ± 0.07a	6.29 ± 0.19a	6.16 ± 0.08a
饱和脂肪酸	8.09 ± 0.45b	8.48 ± 0.21ab	8.57 ± 0.08ab	8.64 ± 0.03a
单不饱和脂肪酸	55.96 ± 0.72a	55.58 ± 0.27a	55.28 ± 0.13a	55.42 ± 0.09a
多不饱和脂肪酸	35.95 ± 0.31a	35.94 ± 0.26a	36.15 ± 0.55a	35.94 ± 0.11a

由表 2 可见, 元宝枫籽油中主要检测出 14 种脂肪酸, 与 Hu<sup>[20]</sup>、魏伊楚<sup>[21]</sup> 等报道的一致。精炼对元宝枫籽油脂肪酸组成影响不显著 ( $p > 0.05$ ), 元宝枫籽毛油的脂肪酸组成主要以亚油酸(33.74%)、油酸(24.26%)、芥酸(17.84%)、11-二十碳烯酸(7.72%)和神经酸(6.04%)为主, 其中单不饱和脂肪酸含量为 55.96%, 多不饱和脂肪酸含量为 35.95%, 饱和脂肪酸含量仅为 8.09%。在

整个精炼过程中, 棕榈酸、硬脂酸、油酸含量略有波动 ( $p < 0.05$ ), 其中棕榈酸和硬脂酸含量有所上升, 油酸含量有所下降, 这可能是精炼过程中由于高温等原因引起了部分不饱和脂肪酸的氧化分解, 从而相对增加了饱和脂肪酸(棕榈酸和硬脂酸)的含量, 降低了油酸的含量。

2.3 元宝枫籽油精炼过程中有益油脂伴随物含量变化(见表 3)

表 3 元宝枫籽油精炼过程中有益油脂伴随物含量变化

成分	毛油	碱炼油	脱色油	脱臭油
豆甾醇	175.9 ± 1.1a	153.8 ± 0.9b	121.2 ± 0.6c	78.3 ± 0.4d
菜油甾醇	54.5 ± 0.5a	46.2 ± 2.7b	42.1 ± 1.6b	28.4 ± 0.8c
菜油甾烷醇	29.3 ± 0.2a	22.6 ± 0.3b	20.4 ± 0.1b	16.8 ± 0.2c
谷甾醇	690.6 ± 1.2a	655.2 ± 2.2b	610.1 ± 6.5c	446.4 ± 3.1d
总植物甾醇	950.3 ± 2.1a	877.8 ± 1.5b	793.8 ± 3.6c	569.9 ± 4.4d
α-生育酚	138.9 ± 1.1a	124.4 ± 2.2b	93.3 ± 2.5b	65.8 ± 1.9c
β-生育酚	33.4 ± 0.9a	27.2 ± 1.1b	18.6 ± 0.6c	12.1 ± 0.3d
γ-生育酚	620.8 ± 3.1a	583.5 ± 4.6b	542.9 ± 1.2c	465.7 ± 1.5c
δ-生育酚	314.3 ± 1.3a	297.1 ± 2.0a	259.5 ± 2.2b	199.8 ± 1.7c
总生育酚	1 107.4 ± 2.6a	1 032.2 ± 4.1b	914.3 ± 1.9c	743.4 ± 3.1d

由表3可见,元宝枫籽油中共检测出4种植物甾醇,分别为豆甾醇、菜油甾醇、菜油甾烷醇和谷甾醇,其中主要的植物甾醇为谷甾醇。随着精炼工序的进行,元宝枫籽油中植物甾醇含量呈显著降低的趋势( $p < 0.05$ )。元宝枫籽毛油中的总植物甾醇含量最高,为950.3 mg/kg,而在脱臭油中仅为569.9 mg/kg,植物甾醇损失率为40.0%,且在碱炼、脱色和脱臭工序都存在不同程度的损失,其中脱臭工序损失最大。元宝枫籽油中生育酚主要以 $\gamma$ -生育酚为主,其次是 $\delta$ -生育酚,再次为 $\alpha$ -生育酚, $\beta$ -生育酚含量最低。元宝枫籽毛油中生育酚含量最高,为1 107.4 mg/kg,大于胡鹏<sup>[13]</sup>报道的996.8 mg/kg,小于王性炎等<sup>[1]</sup>报道的1 252.3 mg/kg,这可能与元宝枫品种不同有关。在精炼过程中,元宝枫籽油生育酚单体及总生育酚的含量均呈显著降低的趋势( $p < 0.05$ ),总损失率为32.9%,在碱炼、脱色和脱臭工序损失率分别为6.8%、11.4%和18.7%,脱臭工序损失率最高,与常明<sup>[22]</sup>、Naz<sup>[23]</sup>等研究结果类似。

### 3 结论

在精炼过程中,元宝枫籽油酸值和过氧化值显著降低,氧化稳定性下降,同时精炼也使元宝枫籽油中有益油脂伴随物生育酚和植物甾醇损失。各精炼工序对元宝枫籽油品质影响程度不同,相比于碱炼、脱色工序,脱臭工序对元宝枫籽油品质的影响最大,该工序可显著脱除小分子物质,在显著降低酸值和过氧化值的同时,也使生育酚和植物甾醇较大程度的损失。综上,在元宝枫籽油精炼过程中应有效控制脱臭条件,尽量减少有益油脂伴随物的损失。

### 参考文献:

[1] 王性炎,王姝清. 新资源食品:元宝枫籽油[J]. 中国油脂, 2011, 36(9): 56-59.

[2] 王性炎. 中国元宝枫[M]. 陕西 杨凌: 西北农林科技大学出版社, 2013.

[3] 魏伊楚,樊金拴,徐丹. 元宝枫籽油成分、加工工艺及功能性研究进展[J]. 中国油脂, 2018, 43(1): 34-38.

[4] 刘祥义,付惠,陈玉惠. 元宝枫籽油理化特性及脂肪酸组成研究[J]. 中国油脂, 2003, 28(3): 66-67.

[5] 李岱龙,王鹏,张伟,等. 元宝枫籽油精炼工艺探究[J]. 山东工业技术, 2015(20): 9-10.

[6] 王性炎. 化妆品工业的优质原料:元宝枫籽油[J]. 中国油脂, 2013, 38(7): 5-7.

[7] 王熙才,左曙光,邱宗海,等. 艾舍尔软胶囊增强小鼠免疫力的实验研究[J]. 昆明医学院学报, 2008(6):

71-75, 89.

[8] 贺浪中,高雯. 元宝枫籽油乳液对艾氏腹水癌小鼠的抗肿瘤作用[M]//王性炎. 元宝枫开发利用研究. 西安: 陕西科学技术出版社, 1996.

[9] 中华人民共和国卫生部公告:2011年第9号[J]. 中国食品添加剂, 2011(2): 264.

[10] 赵立言,于炎冰,张黎. 元宝枫籽油功效成分神经酸药效研究进展与食疗保健应用[C]//2016年中国药膳学术研讨会论文集. 北京: 中国药膳研究会, 2016.

[11] 韩锋,王建民,邓邵清,等. 食品添加剂新品种——神经酸对改善记忆的影响及在益智食品方面的应用研究进展[J]. 添加剂, 2003(1): 18-20.

[12] ODA E, HATADA K, KIMURA J, et al. Relationships between serum unsaturated fatty acids and coronary risk factors: negative relations between nervonic acid and obesity-related risk factors [J]. Int Heart J, 2005, 46(6): 975-985.

[13] 胡鹏. 元宝枫籽油的提取及其功能特性研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2017.

[14] 呼晓妹. 元宝枫种仁油的提取及其神经酸分离纯化的研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2010.

[15] 徐明辉,张骊,陈东升,等. 元宝枫籽油及神经酸制取工艺[J]. 粮食与食品工业, 2017, 24(1): 41-43.

[16] 王性炎,王姝清. 神经酸新资源:元宝枫籽油[J]. 中国油脂, 2005, 30(9): 60-62.

[17] 程敏,塔巍,刘睿杰,等. 精炼工艺对椰子油品质的影响[J]. 中国油脂, 2018, 43(7): 1-5.

[18] 谢丹. 精炼及储藏对菜籽油品质的影响[D]. 江苏 无锡: 江南大学, 2012.

[19] SHI C, CHANG M, LIU R J, et al. Trans-free shortenings through the interesterification of rice bran stearin, fully hydrogenated soybean oil and coconut oil [J]. Int J Food Eng, 2015, 11: 467-477.

[20] HU P, XU X B, YU L L. Physicochemical properties of *Acer truncatum* seed oil extracted using supercritical carbon dioxide [J]. J Am Oil Chem Soc, 2017, 94(6): 779-786.

[21] 魏伊楚,樊金拴,李娟娟,等. 不同产地元宝枫种仁油脂含量及脂肪酸成分研究[J]. 中国粮油学报, 2018, 33(12): 69-73.

[22] 常明,朱晋萱,刘睿杰,等. 油脂精炼对茶叶籽油品质变化的影响[J]. 中国油脂, 2014, 39(6): 31-34.

[23] NAZ S, SHERAZI S T H, TALPUR F N. Changes of total tocopherol and tocopherol species during sunflower oil processing [J]. J Am Oil Chem Soc, 2011, 88(1): 127-132.