

不同提取方法对西藏野桃仁油品质的影响

钟政昌^{1,2}, 阚金涛¹, 袁 雷^{2,3}

(1. 西藏农牧学院 食品科学学院, 西藏 林芝 860000; 2. 西藏森林资源天然产物研究中心, 西藏 林芝 860000;
3. 西藏农牧学院 理化分析与生物技术中心, 西藏 林芝 860000)

摘要:分别采用水剂法、正己烷提取法、超临界 CO₂ 萃取法、压榨法提取西藏野桃仁油。通过分析不同方法提取的野桃仁油的提取率、理化性质、脂肪酸组成及含量、生育酚与甾醇的组成及含量、角鲨烯含量、氧化稳定性, 探讨不同提取方法对西藏野桃仁油品质的影响。结果表明: 正己烷提取法的提取率最高, 达到 (98.42 ± 0.79) %; 提取方法对野桃仁油的折光指数、气味影响不大, 对碘值、酸值、皂化值、过氧化值有较大影响, 对野桃仁油脂肪酸组成无显著影响, 而超临界 CO₂ 萃取的野桃仁油含有奇数碳脂肪酸; 正己烷提取法提取的野桃仁油中生育酚、甾醇、角鲨烯含量最高; 4 种方法提取的野桃仁油在 25 ℃ 的预测货架期依次为水剂法 > 正己烷提取法 > 超临界 CO₂ 萃取法 > 压榨法。

关键词: 西藏; 野桃仁油; 脂肪酸; 活性成分; 氧化稳定性

中图分类号: TS224; TQ644

文献标识码: A

文章编号: 1003-7969 (2021) 04-0020-06

Effects of different extraction methods on the properties of Tibet *Prunus mira* nut oils

ZHONG Zhengchang^{1,2}, KAN Jintao¹, YUAN Lei^{2,3}

(1. Food Science College, Tibet Agricultural & Animal Husbandry University, Linzhi 860000, Tibet, China;
2. Tibet Natural Products Research Center of Forest Resources, Linzhi 860000, Tibet, China;
3. Centre of Physical & Chemical Analyses and Bio-Tech, Tibet Agricultural & Animal
Husbandry University, Linzhi 860000, Tibet, China)

Abstract: The aqueous extraction, *n*-hexane extraction, supercritical CO₂ extraction and pressing extraction were used to extract Tibet *Prunus mira* nut oil, and the effects of different extraction methods on the properties of *Prunus mira* nut oil were studied by comparing extraction rate, physicochemical properties, fatty acid composition and content, content and composition of tocopherol and sterol, squalene content and oxidation stability of *Prunus mira* nut oil. The results showed that the extraction rate of *Prunus mira* nut oil obtained by *n*-hexane extraction was the highest, reaching (98.42 ± 0.79) %. Extraction method had little influence on the refractive index and odor of the oil, but had significant influence on the iodine value, acid value, saponification value and peroxide value. There was no significant effect on the composition of fatty acids in the oils. Odd carbon fatty acids were presented in the oil with supercritical CO₂ extraction, and the contents of tocopherol, sterol and squalene were highest in the oil obtained by *n*-hexane extraction. The predicted shelf lives at 25 ℃ of *Prunus mira* nut oils extracted by the four methods were in the order of aqueous extraction > *n*-hexane extraction > supercritical CO₂ extraction > pressing extraction.

Key words: Tibet; *Prunus mira* nut oil; fatty acid; active constituent; oxidation stability

收稿日期: 2020-07-06; 修回日期: 2021-01-11

基金项目: 西藏自治区科技重大专项 (XZ201901NA04); 西藏农牧学院食品科学与工程重点学科建设项目 (2017ZDXK-01)

作者简介: 钟政昌 (1975), 男, 副教授, 硕士, 主要从事特色农产品加工研究 (E-mail) 350649726@qq.com。

野桃, 学名光核桃 (*Prunus mira*), 分布在我国云南、四川、甘肃、西藏等省、自治区。其中西藏东南

部的林芝地区野桃资源量最大,其果实的年可摘量达6 900 t^[1],果仁(干)年产量达300~350 t。野桃仁出油率可达50%,野桃仁油富含多种不饱和脂肪酸,其中油酸、亚油酸等不饱和脂肪酸含量占88%以上^[2]。野桃仁中苦杏仁苷含量达1.6%~2.1%^[3],导致野桃仁油苦味重,不宜直接食用。目前野桃仁作为野桃果实的副产物,一直未得到合理的开发和利用。在《藏药志》和《四部医典》等藏药名典中均记载野桃仁可入药,功效与桃仁相似,而《晶珠本草》记载“种子榨取的油涂擦治头发、眉毛、胡子等脱落症”^[4]。孙位军^[5]探讨了野桃仁油促进毛发生长的机理,并指出野桃仁油剂量在15.06~60.26 mg/(cm²·d)范围内具有促进脱毛小鼠模型毛发生长的作用。

工业植物油脂提取方法主要有压榨法、溶剂浸出法、超临界流体萃取法、水剂法等^[6]。野桃仁油尚未工业化生产,目前文献研究中野桃仁油的提取以压榨法与溶剂浸出法为主。孙位军等^[7]用KM小鼠、SD大鼠和新西兰兔建立了急性毒性动物实验模型,证实了压榨法提取的野桃仁油对实验鼠与兔的毒性较低。王伟等^[2]采用溶剂回流法提取野桃仁油,分析了西藏9个县野桃仁油的脂肪酸组成。为了同时获得高质量的野桃仁蛋白及野桃仁油,本团队探索了水剂法结合酶法同步提取野桃仁油和蛋白质工艺^[8]。研究表明,提取方法对植物油脂的理化特性影响较大,对脂肪酸组成及含量无显著影响^[9-11]。对于不以食用为主的野桃仁油而言,探究不同提取方法对其品质的影响,对挖掘野桃仁油的功效亮点,促进该资源的开发具有积极作用。

本实验采用水剂法、溶剂浸出法、超临界CO₂萃取法、压榨法提取西藏野桃仁油,研究不同提取方法对野桃仁油品质的影响,为野桃仁油资源的利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 原料与试剂

野桃果实,采自西藏林芝市巴宜区,取7~9分熟的野桃果实,去除果肉后,60℃下烘干果核,再用机械破核取仁,果仁在0~4℃下存放备用。

碘化钾、可溶性淀粉、硫代硫酸钠、韦氏试剂、冰乙酸、氢氧化钠、氢氧化钾、无水乙醚、无水乙醇、三氯甲烷、无水碳酸钠、石油醚、苯、铝片,均为分析纯,上海麦克林生化科技有限公司;脂肪酸甲酯混标、生育酚标准品,坛墨质检科技股份有限公司;乙腈、甲酸、甲醇,均为色谱纯,Fisher公司

(Hampton, USA)。

1.1.2 仪器与设备

安捷伦7890A气相色谱仪、1260infinity高效液相色谱仪,美国Agilent公司;Oxitest油脂氧化分析仪,意大利VELP公司;LYNX-400高速离心机,赛默飞世尔科技有限公司;PB-10 pH计,赛多利斯科学仪器有限公司;DR-M2阿贝折光仪,日本ATAGO公司;WSL-2比较测色仪,上海申光仪器仪表有限公司;DH-50型螺旋榨油机,乐陵市道行实业有限公司;SFE-PRIME超临界萃取仪,美国ASI公司;R-1001V型旋转蒸发仪,郑州长城科工贸有限公司;MJ-25BM05A粉碎机,广东美的电器制造有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 野桃仁油的提取

水剂法:按文献[8]方法略作修改。将野桃仁洗净烘干后用粉碎机粉碎,过0.850 mm孔径(20目)筛,按料水比1:10的比例加水混匀,在50℃恒温水浴锅中用搅拌机以转速200 r/min搅拌2 h,用5%的NaOH溶液缓慢调整pH至11,继续搅拌2~3 h,此时油脂会随着水的pH升高而缓慢聚集在一起,再将油脂取出装入离心管在转速10 000 r/min条件下离心10 min,取出上层清油,在真空干燥箱中干燥2 h,-20℃冷藏备用。

正己烷提取法:称取适量粉碎过0.850 mm孔径(20目)筛的野桃仁粉,以正己烷为提取溶剂,在料液比1:10、提取温度65℃下提取3 h,抽滤,滤液旋转蒸发后在真空干燥箱中干燥2 h,得到野桃仁油,于-20℃冷藏备用。

超临界CO₂萃取法:用粉碎机将野桃仁粉碎,过0.850 mm孔径(20目)筛后装入萃取釜中,设定萃取温度40℃、萃取压力35 MPa、萃取时间3.5 h。待萃取结束后取出油脂于-20℃冷藏备用。

压榨法:将野桃仁洗净烘干后用DH-50型螺旋榨油机进行热榨(榨膛温度设为95℃),榨取的油脂经真空抽滤,-20℃冷藏备用。

野桃仁油提取率(Y)按式(1)计算。

$$Y = \frac{m_1}{mc} \times 100\% \quad (1)$$

式中: m_1 为各提取方法获得的野桃仁油质量,g; m 为野桃仁试样质量,g; c 为按GB/T 14488.1—2008测定的野桃仁含油率。

1.2.2 野桃仁油理化指标的测定

酸值的测定参照GB 5009.229—2016;过氧化值的测定参照GB 5009.227—2016;碘值的测定参照GB/T 5532—2008;皂化值的测定参照GB/T

5534—2008;折光指数、气味、透明度的测定参照 GB/T 5525—2008;色泽的测定参照 GB/T 22460—2008。

1.2.3 野桃仁油脂肪酸组成测定

甲酯化:称取 50 mg 野桃仁油,置于 10 mL 量瓶内,加入 2 mL 石油醚和苯的混合溶剂(体积比 1:1),轻轻摇匀使之溶解。再加入 2 mL 浓度为 0.4 mol/L 的氢氧化钾-甲醇溶液,混匀。在室温下静置 1 h,加蒸馏水使全部有机相甲醇溶液升至瓶颈上部,澄清后取上清液经 0.45 μm 滤膜过滤后于 -20 $^{\circ}\text{C}$ 冷藏,待气相色谱测定。

气相色谱条件:Supelco SPTM-2560 色谱柱(280 $^{\circ}\text{C}$,100 m $\times$ 250 μm $\times$ 0.2 μm);流速 1.0 mL/min;升温程序为初始温度 40 $^{\circ}\text{C}$,以 3 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升到 220 $^{\circ}\text{C}$,再以 1 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升到 230 $^{\circ}\text{C}$;进样量 1 μL ;进样口温度 240 $^{\circ}\text{C}$;分流比 50:1;总运行时间 93 min。

按照标准图谱及碳数规律进行定性分析。以面积归一化法进行定量分析,脂肪酸中含量小于 0.01% 的脂肪酸视为未检出。

1.2.4 野桃仁油微量活性成分测定

生育酚的测定参照 GB 5009.82—2016《食品安全国家标准 食品中维生素 A、D、E 的测定》,甾醇的测定参照 GB/T 25223—2010,角鲨烯的测定参照 SN/T 4785—2017 中的气相色谱-质谱法。

1.2.5 野桃仁油氧化稳定性测定

利用 Oxitest 油脂氧化分析仪,分别测定 4 种不

同方法提取的野桃仁油在 90、110、120、130 $^{\circ}\text{C}$ 的氧化诱导期,测定条件参照文献 [12] 略作修改:氧分压 0.6 MPa,样品盘加样 5.000 g,温度达到设定值开始测量压力变化,在 Oxitest 工作站上计算氧化诱导期。

1.2.6 数据统计

利用 Microsoft Office Excel 2010 对实验所得数据进行基本处理,用 Origin9.1 作图,使用 IBM SPSS Statistics 19.0 进行 Duncan 法多因素方差分析。

2 结果与分析

2.1 提取方法对野桃仁油提取率的影响(见表 1)

表 1 不同方法提取的野桃仁油提取率

提取方法	提取率/%
水剂法	67.79 $\pm$ 2.97 ^c
正己烷提取法	98.42 $\pm$ 0.79 ^a
超临界 CO ₂ 萃取法	92.68 $\pm$ 1.03 ^b
压榨法	65.82 $\pm$ 2.54 ^c

注:同列不同小写字母表示数据之间差异性显著($P < 0.05$)。

由表 1 可看出,水剂法、正己烷提取法、超临界 CO₂ 萃取法和压榨法野桃仁油的提取率分别为(67.79 $\pm$ 2.97)%、(98.42 $\pm$ 0.79)%、(92.68 $\pm$ 1.03)%、(65.82 $\pm$ 2.54)%。正己烷提取法和超临界 CO₂ 萃取法的提取率均显著高于水剂法与压榨法,正己烷提取法与超临界 CO₂ 萃取法的提取率也存在显著差异,而水剂法与压榨法则无显著差异。

2.2 提取方法对野桃仁油理化性质的影响(见表 2)

表 2 不同方法提取的野桃仁油理化性质

理化指标	水剂法	正己烷提取法	超临界 CO ₂ 萃取法	压榨法
碘值(I)/(g/100 g)	123.64 $\pm$ 1.26 ^c	142.33 $\pm$ 2.32 ^a	137.11 $\pm$ 1.89 ^b	109.69 $\pm$ 1.56 ^d
酸值(KOH)/(mg/g)	2.27 $\pm$ 0.13 ^a	2.02 $\pm$ 0.09 ^b	2.05 $\pm$ 0.11 ^b	2.03 $\pm$ 0.11 ^b
皂化值(KOH)/(mg/g)	182.54 $\pm$ 4.37 ^a	178.32 $\pm$ 3.64 ^b	177.81 $\pm$ 3.76 ^b	176.63 $\pm$ 4.08 ^b
过氧化值/(mmol/kg)	5.03 $\pm$ 0.16 ^a	4.75 $\pm$ 0.13 ^b	2.79 $\pm$ 0.14 ^c	4.45 $\pm$ 0.18 ^b
折光指数(n_D^{20})	1.471 3 $\pm$ 0.00 ^a	1.470 2 $\pm$ 0.00 ^a	1.470 8 $\pm$ 0.00 ^a	1.470 1 $\pm$ 0.00 ^a
气味	有桃仁风味	有桃仁风味	有桃仁风味	有桃仁风味
色泽(25.4 mm 槽)	Y24R1.3	Y46R2.1	Y44R2.3	Y19R1.6
透明度	透明,澄清	半透明,澄清	半透明,澄清	透明,澄清

注:同行不同小写字母表示数据之间差异性显著($P < 0.05$)。

由表 2 可看出,4 种提取方法对野桃仁油的碘值有显著影响,其中正己烷提取法的最高,超临界 CO₂ 萃取法的次之,然后是水剂法,压榨法的最低。压榨法、正己烷提取法和超临界 CO₂ 萃取法提取的野桃仁油的酸值无显著差异,而水剂法提取的野桃仁油酸值最大,说明其水解程度较高,水剂法提取是在调节酸碱度的水体系中进行,并长时间暴露在空气中,活性成分易被破坏,油脂酸败程度高。皂化值

的变化趋势与酸值基本保持一致。超临界 CO₂ 萃取法提取的野桃仁油过氧化值最低,水剂法的最高,压榨法与正己烷提取法的无显著差异,这是因为水剂法提取因长时间搅拌带入大量氧气而促使油脂发生分解、聚合、缩合、氧化等化学反应,从而导致过氧化值最高;而超临界萃取过程温度低,与氧气接触少,因此过氧化值最低。4 种提取方法对野桃仁油的折光指数、气味影响较小,正己烷提取法和超临界

CO₂ 萃取法提取的野桃仁油透明度较低且颜色深。
2.3 提取方法对野桃仁油脂肪酸组成及含量的影响(见表3)

由表3 可看出,4 种方法提取的野桃仁油均以油酸、亚油酸、棕榈酸、硬脂酸为主,其中超临界CO₂萃取法检测出12 种脂肪酸,正己烷提取法检测出9 种脂肪酸,压榨法与水剂法检测出7 种组成

相同的脂肪酸。说明不同提取方法对野桃仁油中脂肪酸组成无显著影响,但对脂肪酸含量有一定的影响。超临界CO₂萃取的野桃仁油中含有植物油脂罕见的奇数碳脂肪酸(OCFA),包含十五烷酸、十七烷酸、十七烯酸,OCFA 具有抗癌活性^[13]、促胰岛素分泌^[14] 功能。压榨法和水剂法几乎损失了所有的OCFA。

表3 不同方法提取的野桃仁油脂肪酸组成及含量

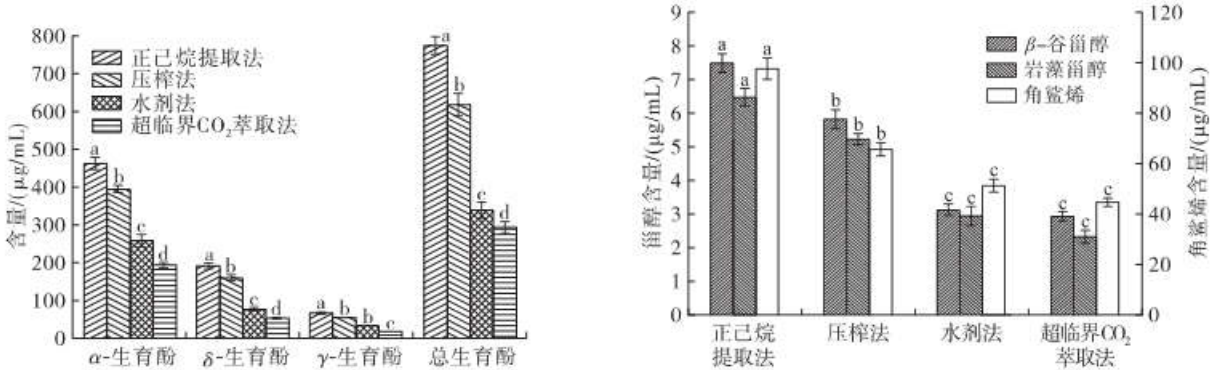
脂肪酸	超临界 CO ₂ 萃取法	正己烷提取法	压榨法	水剂法
肉豆蔻酸(C14:0)	0.47	ND	ND	ND
十五烷酸(C15:0)	0.02	ND	ND	ND
棕榈酸(C16:0)	5.71	5.76	5.72	5.55
棕榈油酸(C16:1)	0.28	0.25	0.24	0.22
十七烷酸(C17:0)	0.11	0.02	ND	ND
十七烯酸(C17:1)	0.09	0.02	ND	ND
硬脂酸(C18:0)	2.34	2.35	1.96	2.02
油酸(C18:1n9c)	58.24	57.38	57.48	58.40
亚油酸(C18:2n6c)	31.64	32.46	32.75	32.11
α-亚麻酸(C18:3n3)	0.11	0.15	0.13	0.14
花生酸(C20:0)	0.11	0.10	0.09	0.10
顺-11-二十烯酸(C20:1n9)	0.12	ND	ND	ND
单不饱和脂肪酸(MUFA)	58.73	57.65	57.72	58.62
多不饱和脂肪酸(PUFA)	31.75	32.61	32.88	32.25
饱和脂肪酸(SFA)	8.76	8.23	7.77	7.67

注:ND 表示未检出。

2.4 提取方法对野桃仁油微量活性成分含量的影响(见图1)

由图1 可看出,野桃仁油中含有α、δ、γ 3 种生育酚单体,不同方法提取的野桃仁油中总生育酚及单体含量差异显著,总生育酚含量及3 种单体含量均以正己烷提取法的最高,其次是压榨法、水剂法,超临界CO₂萃取法的最低。超临界CO₂萃取法与水

剂法提取的野桃仁油中总生育酚及生育酚单体含量低的原因是生育酚在超临界CO₂ 中以及水中溶解度较低,本文与肖仁显等^[15] 的研究结果一致。水剂法在提取过程中进行长时间搅拌,促进了生育酚迁移溶出,尽管生育酚在水中溶解度低,其提取率也略高于超临界CO₂萃取法。野桃仁油的总生育酚含量比苦杏仁油(19.4~55.833 mg/100 g)^[16] 略高。



注:不同小写字母表示不同方法之间具有显著性差异(P<0.05)。下同

图1 不同方法提取的野桃仁油中微量活性成分含量

植物甾醇生理活性强,作为油脂功效成分而被重视,其可预防心脏病,对治疗溃疡、皮肤鳞癌、宫颈癌等有明显的疗效。由图1 可看出,野桃仁油中检

测出β-谷甾醇和岩藻甾醇,在4 种方法提取的野桃仁油中,β-谷甾醇含量在3.0~7.5 μg/mL 之间,岩藻甾醇含量在2.5~6.5 μg/mL 之间。水剂

法与超临界 CO_2 萃取法所得野桃仁油中 β -谷甾醇与岩藻甾醇的含量最低,且2种方法无显著差异,正己烷提取法的 β -谷甾醇与岩藻甾醇的含量最高,其次是压榨法。

角鲨烯是一种多不饱和烃类,含有6个异戊二烯双键,属于萜类化合物,是重要的油脂伴随物,具有耐缺氧、抑制脂类氧化等功效。由图1可看出,4种方法提取的野桃仁油中角鲨烯含量存在显著性差异,正己烷提取法提取的野桃仁油中角鲨烯含量达 $(103.67 \pm 4.54) \mu\text{g/mL}$,而超临界 CO_2 萃取法提取的野桃仁油中角鲨烯含量只有 $(47.36 \pm 1.72) \mu\text{g/mL}$,

水剂法略高于超临界 CO_2 萃取法但无显著性差异。压榨法提取的野桃仁油中角鲨烯含量高于牡丹籽油 $(28.60 \sim 62.66 \text{ mg/kg})$ 、亚麻籽油 (18.00 mg/kg) 、大豆油 (45.64 mg/kg) 、菜籽油 (19.07 mg/kg) ,远低于初榨橄榄油 $(2\,709.7 \sim 7\,856.5 \text{ mg/kg})$ 、稻米油 (651.04 mg/kg) ,略低于油茶籽油 (153.77 mg/kg) ,与葵花籽油 (80.56 mg/kg) 接近^[17-18]。

2.5 提取方法对野桃仁油氧化稳定性的影响

利用 Oxitest 油脂氧化分析仪分别测定 90、110、120、130 $^{\circ}\text{C}$ 条件下野桃仁油的氧化诱导期,结果见表4。

表4 不同方法提取的野桃仁油的氧化诱导期

温度/ $^{\circ}\text{C}$	氧化诱导期/h			
	压榨法	超临界 CO_2 萃取法	水剂法	正己烷提取法
90	50.67 ± 1.52^a	47.54 ± 1.45^b	51.69 ± 0.89^a	51.84 ± 1.26^a
110	11.26 ± 0.17^a	9.25 ± 0.21^b	10.54 ± 0.35^a	10.92 ± 0.76^a
120	5.31 ± 0.32^a	4.08 ± 0.12^b	4.76 ± 0.37^b	5.01 ± 0.31^a
130	2.50 ± 0.22^a	1.80 ± 0.18^b	2.15 ± 0.14^a	2.30 ± 0.15^a

注:同行不同的小写字母表示数据之间差异性显著 ($P < 0.05$)。

由表4可看出,4种方法提取的野桃仁油氧化稳定性存在一定的差异,并且随着温度的上升,其氧化诱导期显著缩短。在130 $^{\circ}\text{C}$ 时4种方法提取的野桃仁油的氧化稳定性依次为压榨法 > 正己烷提取法 > 水剂法 > 超临界 CO_2 萃取法,这可能与4种方法提取的油脂中抗氧化物质含量有关,影响油脂氧化稳定性的因素主要有油脂中三酰甘油分子各脂肪酸的位置、生育酚、 β -胡萝卜素、甾醇等^[19],这些物质在不同提取方法作用下导致其含量不同,以至于不同方法提取的野桃仁油氧化稳定性存在一定的差异。

图2为4种方法提取的野桃仁油氧化诱导期对数与温度的关系曲线。

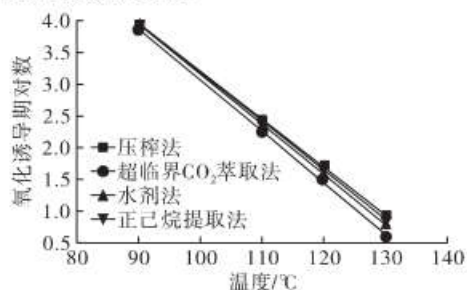


图2 野桃仁油氧化诱导期对数与温度的关系

从图2可知,4种方法提取的野桃仁油氧化诱导期的对数与温度存在线性关系。压榨法氧化诱导期对数 (y) 与温度 (x) 的方程为 $y = -0.077x + 10.92$, $R^2 = 0.995$; 超临界 CO_2 萃取法氧化诱导期对数 (y) 与温度 (x) 的方程为 $y = -0.082x + 11.23$,

$R^2 = 0.998$; 水剂法氧化诱导期对数 (y) 与温度 (x) 的方程为 $y = -0.079x + 11.10$, $R^2 = 0.999$; 正己烷提取法氧化诱导期对数 (y) 与温度 (x) 的方程为 $y = -0.081x + 11.16$, $R^2 = 0.999$ 。这与 Hasenhuettl 等^[20] 的研究结果相同。利用 Rancimat 外推法可以预测食用油脂在常温下的贮藏期,根据方程式外推法得到压榨法、超临界 CO_2 萃取法、水剂法、正己烷提取法的野桃仁油在 25 $^{\circ}\text{C}$ 的预测货架期分别为 335.9、382.6、404.2、386.4 d,由此得出野桃仁油货架期为水剂法 > 正己烷提取法 > 超临界 CO_2 萃取法 > 压榨法。这与前述微量成分、过氧化值等指标存在矛盾之处,原因有待进一步考察。

3 结论

4种方法提取的西藏野桃仁油在提取时间和提取率上存在不同程度的差异,压榨法可通过进一步优化榨油条件以提高提取率。在理化指标上,4种方法提取的野桃仁油碘值、酸值、皂化值、过氧化值、生育酚含量和氧化稳定性存在差异,但脂肪酸组成、折光指数、气味的差异不大。超临界 CO_2 萃取的野桃仁油含有奇数碳脂肪酸。正己烷提取法提取的野桃仁油中生育酚、甾醇、角鲨烯含量最高。压榨法、超临界 CO_2 萃取法、水剂法、正己烷提取法提取的野桃仁油在 25 $^{\circ}\text{C}$ 的预测货架期分别为 335.9、382.6、404.2、386.4 d。

参考文献:

[1] 钟政昌. 西藏林芝地区光核桃资源生态学研究 [D]. 拉

- 萨:西藏大学, 2008.
- [2] 王伟,魏丽萍. 西藏不同种源光核桃仁脂肪酸组成分析[J]. 食品科学, 2016,37(22): 107-111.
- [3] 张超奇,李永明,袁雷,等. 光核桃仁的脉冲真空脱苦工艺[J]. 高原农业, 2019,3(5): 559-565.
- [4] 帝玛尔·丹增彭措. 晶珠本草[M]. 上海:上海科学技术出版社,1986:67.
- [5] 孙位军. 光核桃仁油的化学成分和促进毛发生长作用机制研究[D]. 成都:成都中医药大学, 2018.
- [6] KHODDAMI A, GHAZALI H M, YASSORALIPOUR A. et al. Physicochemical characteristics of *Nigella* seed (*Nigella sativa* L.) oil as affected by different extraction methods [J]. J Am Oil Chem Soc, 2011,88(4): 533-540.
- [7] 孙位军,周熙,王张,等. 光核桃仁油对实验鼠与兔的急性毒性实验[J]. 中国医药导报, 2017,14(21): 18-24.
- [8] 阙金涛,袁雷,钟政昌. 光核桃仁油和蛋白质同步提取工艺优化及油脂品质分析[J]. 食品与机械, 2020,36(1): 210-215.
- [9] 李旭莹,石珂心,王凯杰,等. 不同提取方法对核桃仁油品质的影响[J]. 中国油脂, 2016,41(3): 36-40.
- [10] 孟瑶瑶,王俊淇,王杰,等. 狮头柑籽油提取工艺及脂肪酸组成研究[J]. 西北林学院学报, 2019,34(2): 199-205.
- [11] 赵优萍,张沙沙,张婷,等. 不同提取方法对牡丹籽油品质与抗氧化性的影响[J]. 食品工业科技, 2019,40(1): 11-16.
- [12] FAN Z, KRAHL J. Determination of oxidation stability and degradation degree of rapeseed oil methyl ester by fluorescence spectroscopy [J]. Fuel, 2017, 195: 123-130.
- [13] 何志勇,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, 2006, 27(3): 188-190.
- [14] 杨渝珍,程舸,孙家寿. 奇数碳中链脂肪酸对饥饿大鼠葡萄糖体内平衡及储脂动员的代谢效应 [J]. 武汉医学院学报, 1983(1): 29-35.
- [15] 肖仁显,陈中海,陈秋平,等. 冷榨法、超临界 CO₂ 萃取法和有机溶剂浸出法提取山核桃油比较 [J]. 食品科学, 2012, 33(20): 51-55.
- [16] 马玉花,赵忠,李科友,等. 不同产地苦杏仁油的含量及成分分析 [J]. 中国粮油学报, 2009, 24(11): 70-73.
- [17] 张东,薛雅琳,段章群,等. 牡丹籽油和亚麻籽油化学组成分析与比较 [J]. 中国油脂, 2017, 42(10): 34-38.
- [18] 张东生,薛雅琳,金青哲,等. 油茶籽油中角鲨烯含量的测定 [J]. 中国油脂, 2013, 38(11): 85-88.
- [19] JUNG D M, YOON S H, JUNG M Y. Chemical properties and oxidative stability of perilla oils obtained from roasted perilla seeds as affected by extraction methods [J]. J Food Sci, 2012,77(12): C1249-C1255.
- [20] HASENHUETTL G L, WAN P J. Temperature effects on the determination of oxidative stability with the Metrohm Rancimat [J]. J Am Oil Chem Soc, 1992, 69(6): 525-527.

• 信息 •

中国粮油学会油脂分会召开八届四次常务理事会议

【本刊讯】2021年4月8日,中国粮油学会油脂分会在山东省平度市召开了八届四次常务理事会议,来自全国各地的常务理事、理事、行业专家及企业代表近百人参加了本次会议。

会议由中国粮油学会油脂分会主办,青岛天祥食品集团有限公司承办,中国粮油学会油脂分会常务副会长王兴国主持。王瑞元名誉会长作关于“在新时代新征程中粮油加工业要有新作为,作出新贡献——对中共十九届五中全会和中央经济工作会议精神的学习心得”的重要报告,指出粮油加工业在新时代新征程中,要在以下九个方面多做工作:①要以科技创新驱动,推进粮油加工业的高质量发展;②要深入推进粮油加工业的供给侧结构性改革,增加适销对路的优质粮油产品的供给;③要为国家粮食安全作出贡献;④要继续大力发展粮油主食品工业化生产;⑤要把节能减排,实行绿色生产作为企业发展的永恒主题;⑥要以安全为重点,确保粮油产品的质量和生产安全,做到两个万无一失;⑦要关注和重视数字经济,顺应时代发展;⑧要争当全球粮油机械制造业的领跑者;⑨要进一步对外开放,实施“走出去”战略。

周丽凤副会长兼秘书长对2020年中国粮油学会油脂分会的工作做总结,对2021年的工作计划进行了具体安排,并部署第三届“瑞元杯”青年油脂论坛相关工作。谷克仁副会长部署“中国粮油学会油脂分会第30届学术年会暨产品展示会”相关工作。姜元荣副会长宣读中国粮油学会油脂分会八届常务理事会议人事任免事宜。

中国粮油学会油脂分会会长何东平表示,油脂分会要牢牢抓住学会的自身建设发展、油脂青年人才培养和油脂科普普及这三点,做好相关工作。