

不同贮藏条件对美藤果油氧化稳定性的影响

刘付英^{1,2}, 李彦玲^{1,2}, 黄智伟³, 彭涛³, 杨瑾^{1,2}, 聂绪恒^{1,2}

(1. 云南省粮油科学研究院, 昆明 650033; 2. 云南省粮油产品质量监督检验测试中心, 昆明 650033;

3. 西双版纳印奇生物资源开发有限公司, 云南 景洪 666100)

摘要:以压榨美藤果油为原料, 以过氧化值和酸值为评价指标, 考察温度、光照、空气、水分对美藤果油氧化稳定性的影响。结果表明: 经 24 个月的贮藏, 美藤果油酸值和过氧化值都有不同程度的升高, 温度、光照、空气、水分均可加速美藤果油氧化, 降低美藤果油氧化稳定性, 其中空气对美藤果油氧化稳定性影响最大, 因此在贮藏中控制美藤果油水分含量 0.10% 以下, 在常温、干燥、避光的环境中密封贮藏为宜; 美藤果油脂肪酸组成变化不明显。

关键词:美藤果油; 贮藏条件; 氧化稳定性; 酸值; 过氧化值; 脂肪酸组成

中图分类号: TS225.1; TQ646 文献标识码: A 文章编号: 1003-7969(2018)06-0046-05

Effect of different storage conditions on oxidation stability of Sacha inchi oil

LIU Fuying^{1,2}, LI Yanling^{1,2}, HUANG Zhiwei³, PENG Tao³,
YANG Jin^{1,2}, NIE Xuheng^{1,2}

(1. Yunnan Grain and Oil Science Research Institute, Kunming 650033, China;

2. Yunnan Grain and Oil Product Quality Supervision and Testing Center, Kunming 650033, China;

3. Xishuangbanna Yinqi Biological Resources Development Co., Ltd., Jinghong 666100, Yunnan, China)

Abstract: The effects of temperature, light, air and moisture content on the oxidation stability of pressed Sacha inchi oil were studied with peroxide value and acid value as indicators. The results showed that after 24 months of storage, the acid value and peroxide value of Sacha inchi oil increased to varying degrees. Temperature, light, air and moisture content could accelerate the oxidation of Sacha inchi oil, and among them air was the most critical factor. In the process of storage, some measures, such as controlling Sacha inchi oil moisture content below 0.10%, choosing normal temperature and dry environment, avoiding light, and sealed storage should be used. It was found that the fatty acid composition of Sacha inchi oil did not change obviously.

Key words: Sacha inchi oil; storage condition; oxidation stability; acid value; peroxide value; fatty acid composition

美藤果 (Sacha inchi), 又名印加果、南美油藤、印加花生、星油藤等, 为大戟科藤本植物、多年生油料作物^[1]。2006 年, 美藤果由中国科学院西双版纳热带植物园引种成功, 并得到大面积推广种植, 目前美藤果主要种植在云南西双版纳景洪市、普洱市思茅区、宁洱县以及红河州等地区, 种植面积接近 1.33 万 $\text{hm}^{2[2]}$ 。美藤果种子富含油脂 (35% ~

60%)、蛋白质、维生素 A、维生素 E, 同时含有甾醇、多酚、黄酮、胡萝卜素等物质^[3], 其油脂中不饱和脂肪酸含量高达 92.46%, 特别是亚麻酸含量为 45.62%^[4], 远高于大豆油和花生油, 可作为天然亚麻酸的良好来源^[5]。亚麻酸具有降低胆固醇、增加血管弹性、疏导清理心脏血管、调节血细胞功能、促进血液循环、提高人体免疫、消除亚健康等一系列生理功能, 尤其对预防肥胖、心血管疾病及脂肪肝等具有重要的作用^[6]。

目前, 国内外对美藤果油的相关研究报道越来越多, 主要集中在其脂肪酸组成、理化性质、品质及

收稿日期: 2018-01-12; 修回日期: 2018-02-09

作者简介: 刘付英 (1991), 女, 工程师, 硕士, 主要从事粮食与油脂质量安全检验工作 (E-mail) liufuying6250@sina.com。

应用等方面^[7-11],对美藤果油氧化稳定性研究的报道比较少。Cisneros^[12]、张和平^[13]等报道了美藤果油的氧化稳定性及抗氧化剂方面的影响。本研究以酸值和过氧化值为参考指标,重点探讨了在24个月的实验周期中,不同贮藏条件及不同包装下,温度、光照、空气、水分等条件对美藤果油氧化稳定性的影响,以及贮藏时间对脂肪酸组成的变化影响,以期为美藤果油产品在贮藏、加工中的稳态化特性研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

美藤果油(压榨),西双版纳印奇生物资源开发有限公司提供;脂肪酸甲酯标准品:Sigma公司;异辛烷、石油醚(30~60℃)、95%乙醇、冰乙酸、三氯甲烷、碘化钾、氢氧化钠、氢氧化钾、硫代硫酸钠、可溶性淀粉等,均为分析纯,正己烷、无水甲醇、乙酸甲酯为色谱纯。饱和碘化钾溶液(棕色瓶暗处保存)、1%淀粉溶液,现配现用。

GC 7890-II型气相色谱仪配氢火焰离子化检测器,Direct Q5 UV超纯水系统(法国密理博公司),ARA520电子天平(梅特勒-托利多仪器有限公司),HWSY21-K4C型电热恒温水浴锅,101-1A恒温干燥箱,BCD-251WDPM冰箱。

1.2 实验方法

1.2.1 美藤果油酸值、过氧化值、水分含量及脂肪酸组成测定

酸值测定参考 GB 5009.229—2016,过氧化值测定参考 GB 5009.227—2016,水分含量测定参考 GB 5009.236—2016,脂肪酸组成测定参照 GB/T 17376—2008 及 GB/T 17377—2008。

1.2.2 贮藏条件

一般食用油脂大都在常温下贮藏,依据实验室日常温度记录,本实验室内平均气温在20.0℃左右。本研究选择将美藤果油装入玻璃瓶中,在室温下自然放置24个月,每隔2个月取样测定其酸值、过氧化值,不同条件做3个平行,每6个月取样测定其脂肪酸组成。研究不同存放条件、时间对酸值、过氧化值、脂肪酸组成的影响。

温度实验:采用常温棕色瓶具塞、冰箱(4℃)棕色瓶具塞、常温棕色瓶敞口、冰箱(4℃)棕色瓶敞口条件下贮藏。

光照实验:采用正常光无色瓶具塞、避光无色瓶具塞、避光棕色瓶具塞、正常光棕色瓶具塞贮藏。

空气实验:采用避光无色瓶具塞、避光无色瓶敞口、避光棕色瓶具塞、避光棕色瓶敞口、正常光无色

瓶具塞、正常光无色瓶敞口贮藏。

水分实验:首先测定美藤果油样品的水分含量,然后将美藤果油的水分含量分别调整为0.05%、0.10%、0.50%、1.00%,在常温下正常光无色瓶具塞存放,每天混匀1次,每隔7d测定1次酸值和过氧化值。

脂肪酸组成实验:美藤果油在常温下正常光无色瓶具塞存放。

2 结果与分析

2.1 贮藏温度对美藤果油氧化稳定性的影响(见图1、图2)

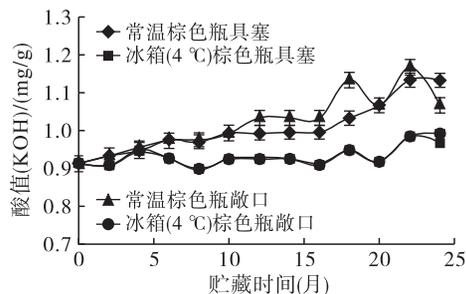


图1 贮藏温度对美藤果油酸值的影响

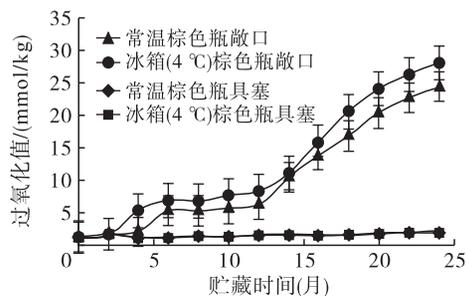


图2 贮藏温度对美藤果油过氧化值的影响

从图1可以看出,随着贮藏时间的延长,不同贮藏温度下美藤果油的酸值均呈现上升趋势,但在常温下酸值上升幅度高于低温4℃。在空气和温度的共同作用下,贮藏温度对酸值的影响占主要因素,但酸值在整个贮藏过程中,无论是密封还是敞口存放变化都不大。因此,在室温条件下贮藏时间对美藤果油酸值的影响不大。

从图2可以看出,随着贮藏时间的延长,过氧化值总体呈上升趋势,在4℃和常温敞口条件下,前2个月过氧化值变化不明显,2个月后过氧化值逐渐升高但升速平稳,12个月后急速上升。在4℃和常温具塞条件下贮存的美藤果油过氧化值整体变化较平稳,升速较慢,过氧化值一直处于较低水平,这主要是因为美藤果油在制备过程中会形成许多酚类化合物,具有一定的抗氧化能力^[12]。可见空气对过氧化值的影响起主导作用。为确保美藤果油的品质,应尽量在常温条件中密封贮藏。

2.2 光照对美藤果油氧化稳定性的影响(见图3、图4)

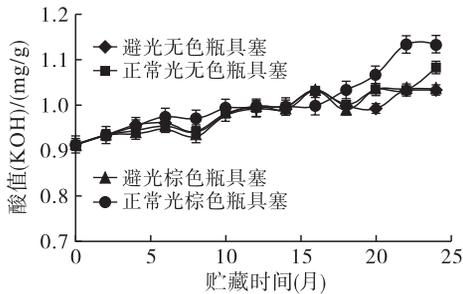


图3 光照对美藤果油酸值的影响

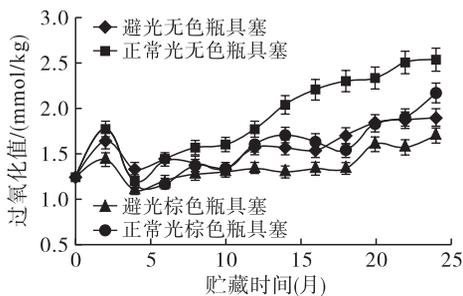


图4 光照对美藤果油过氧化值的影响

在光照下,光氧化生成含烯游离基直接参与和诱发自动氧化的游离基链反应,所以光氧化是自动氧化的关键和直接诱因^[14]。从图3可见,随着贮藏时间的延长,美藤果油的酸值均呈现缓慢上升趋势,但变化幅度不大,说明在常温下光照对美藤果油酸值的影响相对较小。

从图4可见,在贮藏过程中,美藤果油过氧化值呈先上升后下降再上升的变化,可能是美藤果油中不饱和脂肪酸含量高,容易发生自动氧化,初期形成的一级反应产物过氧化物增加,而随后过氧化物进一步分解形成含有羰基的二次生成物,如醛、酮等,导致过氧化值下降。随着贮藏时间的延长,不饱和脂肪酸继续氧化,从而使过氧化值再次升高^[15]。贮藏前10个月,正常光照和避光贮藏油样的过氧化值变化趋势基本一致,避光贮藏的过氧化值略低于光照贮藏。贮藏10个月以后,光照贮藏油样的过氧化值上升速度较快,在贮藏24个月时过氧化值显著高于避光贮藏。总的来说,正常光条件下美藤果油过氧化值的变化远大于避光条件下,增长幅度为:正常光无色瓶>正常光棕色瓶>避光无色瓶>避光棕色瓶。正常光照一般为太阳光,太阳光由红、橙、黄、绿、青、靛、紫7种单色光合成。不同的颜色光其波长、频率不同,光的波长越短,促进氧化的能力就越强。由于每种物体其构成的分子、原子不同,对太阳光中各种颜色的吸收与反射是有自身选择的。光可以作为氧

化的能源,加快氧化速度,棕色玻璃瓶较透明玻璃瓶贮藏稳定性有较大提升,说明棕色瓶能过滤掉其中部分影响过氧化值的光线,光线是油脂与氧反应的促进剂,会加快油脂自动氧化、酸败^[16]。何东平等^[17]在研究光照对油脂氧化的作用时,得出各种光的促氧化作用顺序依次为:青色>白色>黄色>绿色>暗色。总之,光照作用可加速油脂的氧化作用,使其产生更多的过氧化物,促使美藤果油过氧化值的升高,在贮藏中应于避光棕色瓶具塞存放以减少光照对美藤果油的影响。

2.3 空气对美藤果油氧化稳定性的影响(见图5、图6)

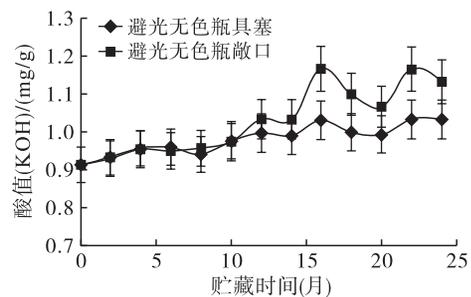


图5 空气对美藤果油酸值的影响

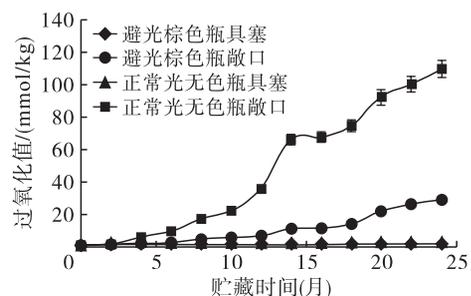


图6 空气对美藤果油过氧化值的影响

从图5可见,贮藏期间,美藤果油酸值整体呈现出缓慢上升趋势。美藤果油酸值在贮藏前期上升趋势不明显,10个月以后,敞口条件下的酸值变化幅度增大,24个月后,敞口条件下酸值(KOH)为1.1 mg/g,具塞条件下为1.0 mg/g,两者间差异仅为0.1 mg/g,造成两种条件下酸值差异不明显的原因可能是瓶口较小,空气的流通并不十分充分。但总体看空气对美藤果油酸值的影响不大。

从图6可见,随着贮藏时间的延长,美藤果油的过氧化值在具塞条件下基本没有变化,而敞口条件下美藤果油过氧化值呈现加速上升趋势,且上升幅度较大。GB 2716—2005《食用植物油卫生标准》中过氧化值的允许限量小于等于0.25 g/100 g,即9.85 mmol/kg,具塞条件下贮藏24个月后的美藤果油过氧化值仍符合国标的规定。24个月后,避光棕色瓶具塞与敞口条件下的过氧化

值分别为 1.7 mmol/kg 和 29.4 mmol/kg, 相差 17 倍; 正常光无色瓶具塞与敞口条件下过氧化值分别为 1.9 mmol/kg 和 109.6 mmol/kg, 相差近 58 倍。由此可知, 氧气能加速油脂氧化, 光线是油脂与氧反应的促进剂, 在光照和空气的协同作用下, 油脂的氧化速率远高于单个因素的影响作用, 其中光照和空气对油脂过氧化值协同影响的相关性仍需进一步的研究。

2.4 水分对美藤果油贮藏稳定性的影响(见图 7、图 8)

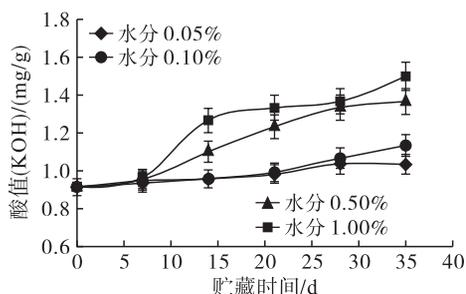


图 7 水分对美藤果油酸值的影响

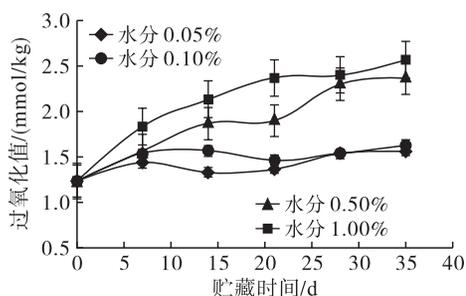


图 8 水分对美藤果油过氧化值的影响

从图 7 可见, 在不同水分含量下, 随着贮藏时间的延长, 美藤果油的酸值均呈现上升趋势, 但水分含量越高, 酸值升高幅度越大。水分含量在 0.10% 以下, 酸值的变化不明显。

从图 8 可见, 当水分含量在 0.10% 以下时, 过氧化值呈现先上升后下降再上升的变化趋势, 但在水分含量 1.00% 时, 过氧化值呈现一直上升趋势。水分不仅可以促进油脂分解, 同时又能为各种微生物生存提供条件, 而部分微生物代谢可能产生促进脂肪分解的酶。一般食用油脂的安全水分小于等于 0.10%, 油脂在安全水分下存放时, 水分少不足以促进微生物的生长代谢。因此, 在美藤果油加工过程中应尽可能减少水分的存在, 控制水分含量在 0.10% 以下, 符合油脂的存储和品质需要。

2.5 美藤果油在贮藏过程中脂肪酸组成的变化(见表 1)

由表 1 可以看出, 不同贮藏时间美藤果油脂肪

酸组成的相对变化范围为 0.00 ~ 0.75 个百分点, 变化幅度很小, 总体来看, 美藤果油在贮藏过程中脂肪酸组成变化不大。主要是因为各类食用油脂在同一条条件下放置的贮藏稳定性不同, 这与油中的营养成分所具有的抗氧化活性存在着一定关联^[18]。美藤果油中的营养成分成分如多酚、黄酮、类胡萝卜素、维生素 E 等均对其氧化稳定性起着重要作用。美藤果油的维生素 E 含量比一般植物油都要高^[19-20], 其维生素 E 含量高达 2 130 mg/kg^[3], 植物甾醇含量为 19 ~ 22.6 mg/kg, 并且含有较高的豆甾醇^[21], 多酚含量为 62 mg/kg^[3], 胡萝卜素含量为 0.8 mg/kg^[22]。美藤果油自身含有的这些天然抗氧化剂有效地延缓了油脂的氧化速率, 因此油脂的氧化酸败对脂肪酸组成的变化影响不大, 不能以脂肪酸组成的变化来确定美藤果油的氧化酸败情况, 可能需进一步研究贮藏期间美藤果油多酚、黄酮、类胡萝卜素、维生素 E 等含量的变化对油脂氧化的影响。

表 1 美藤果油不同贮藏时间的脂肪酸组成及相对含量

脂肪酸	相对含量/%				
	0月	6月	12月	18月	24月
棕榈酸	3.86	3.94	3.65	3.99	3.86
硬脂酸	2.80	2.67	2.77	2.79	2.74
油酸	8.25	8.23	8.22	8.23	8.23
亚油酸	37.59	38.00	37.77	37.53	37.77
亚麻酸	46.85	46.46	46.72	46.10	46.43
花生一烯酸	0.30	0.33	0.35	0.39	0.37
其他	0.35	0.37	0.52	0.97	0.60

3 结论

本文研究了温度、光照、空气、水分对美藤果油贮藏过程中过氧化值、酸值的影响, 结果表明: 在常温 and 低温下贮藏, 美藤果油品质变化不大, 因此美藤果油可以在常温下贮藏; 良好的避光性可以减少引发油脂自由基及光氧化, 可以更好地保持油脂品质; 空气能影响美藤果油品质的变化, 密封保存透氧性低使得氧气较少能透过瓶壁进入油脂, 减缓美藤果油的品质劣变; 美藤果油在加工过程中应控制水分含量在 0.10% 以下, 可延长贮藏期。在 20℃ 以下的低温、干燥、避光的环境中密封贮藏, 可以延缓美藤果油的氧化。

在氧化初期, 由于油脂尚处在诱导阶段, 氧化速率较慢, 过氧化值变化缓慢, 而氧化后期, 植物油过氧化值变化明显加快。美藤果油在无色玻璃瓶, 常温下贮藏 24 个月期间, 相比过氧化值, 其酸值、脂肪酸组成变化不显著。这说明, 油脂的酸值和脂肪酸

组成的变化对氧化程度的反应不够敏感,过氧化值能够更灵敏地反映油脂的氧化程度。

参考文献:

- [1] 蔡志全,杨清,唐寿贤,等. 木本油料作物星油藤种子营养价值的评价[J]. 营养学报,2011,33(2):193-195.
- [2] 谢蓝华,陈佳,张晓琴,等. 对新资源食品——美藤果油的一些研究[J]. 云南科技管理,2015(1):81-83.
- [3] FANALI C, DUGO L, CACCIOLA F, et al. Chemical characterization of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil [J]. J Agric Food Chem, 2011, 59(24):13043-13049.
- [4] 刘付英. 美藤果及美藤果油的理化性质和油脂的脂肪酸组成分析[J]. 中国油脂, 2014, 39(7):95-97.
- [5] 李高阳,丁霄霖. 亚麻籽油中脂肪酸成分的 GC-MS 分析[J]. 食品与机械, 2006, 21(5):30-32.
- [6] 曾晓飞,董彩燕. 生命的保护神——欧咪伽-3 脂肪酸 [M]. 上海:上海科学普及出版社, 2010:1-136.
- [7] 刘玉兰,安柯静,胡爱鹏,等. 美藤果及其果油品质[J]. 食品科学, 2018, 39(3):193-199.
- [8] 张思佳,黄璐,熊周权,等. 美藤果油研究进展[J]. 粮食与油脂, 2013(6):4-6.
- [9] 杨小敏,张亚飞,胡鹏. 美藤果油的研究开发进展[J]. 粮食与食品工业, 2015, 22(3):37-41.
- [10] 张嘉怡,杜冰,谢蓝华,等. 绿色新资源食品——美藤果油[J]. 中国油脂, 2013, 38(7):1-4.
- [11] 王勇,程守前,肖培富,等. 气相色谱-质谱联用分析美藤果油脂肪酸组成[J]. 广州化工, 2015(7):109-110.
- [12] CISNEROS F H, PAREDES D, ARANA A, et al. Chemical composition, oxidative stability and antioxidant capacity of oil extracted from roasted seeds of Sacha-Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) [J]. J Agric Food Chem, 2014, 62(22):5191-5197.
- [13] 张和平,赵鹏,李涛,等. 美藤果油氧化稳定性研究及其货架期预测[J]. 昆明理工大学学报, 2016, 41(1):88-92.
- [14] 周胜强. 油脂氧化酸败的主要诱因——光氧化[J]. 四川粮油科技, 2003, 20(2):28-30.
- [15] 朱新鹏. 紫苏油贮藏稳定性研究[J]. 中国油脂, 2012, 37(9):62-64.
- [16] 孙丽琴,孙立君,郑刚. 不同的存放条件对油脂酸值和过氧化值的影响[J]. 粮油仓储科技通讯, 2007(2):45-46.
- [17] 何东平,闫子鹏. 油脂精炼与加工工艺学[M]. 北京:化学工业出版社, 2005.
- [18] 毛方华,王鸿飞,林燕,等. 油茶籽毛油中多酚类物质对自由基的清除作用[J]. 中国粮油学报, 2010, 25(1):64-68.
- [19] 刘玉兰,王莹辉,张振山,等. 4种油脂煎炸过程中维生素E组分含量变化的研究[J]. 中国油脂, 2015, 40(12):48-52.
- [20] 温运启,刘玉兰,刘燕,等. 食用植物油维生素E组分含量与氧化稳定性的研究[C]//第二十五届学术年会暨产品展示会论文选集. 北京:中国粮油学会油脂分会, 2016:207-212.
- [21] 陈月晓,何涛,唐凌轩,等. 气相色谱法同时测定食品中的胆固醇和植物甾醇[J]. 食品科学, 2016, 37(14):180-183.
- [22] HAMAKER B, VALLES C, GILMAN R, et al. Amibic acid and fatty acid profiles of the Inca peanut (*Plukenetia volubilis*) [J]. Cereal Chem, 1992, 69(4):461-463.

· 广告 ·

上海久星导热油股份有限公司

上海股权托管交易中心挂牌 简称:久星股份 代码:E100341



久星导热油 导热永长久

二苄基甲苯化学合成导热油(沸点392℃)	Y-QQL第二代强力型清洗剂
单苄基化学合成导热油(纯度99%)	Y-XNJ导热油修复剂(黏度)
L-QC320合成导热油	LYM-225合成高温链条油
L-QC310导热油	LHM32、LHM46、LHM68抗磨液液压油
Y-QZX导热油在线清洗剂	C101合成电力电容器油

地址:上海茂兴路86号22D
 总机:021-58708588
 热线:4008-810-018
 13331833379
 网址:www.9xchem.com
 邮编:200127



久星官方微信 久星官方网站