

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2019.05.007

澳洲坚果油脂肪酸组成及 氧化稳定性分析

梁燕理, 杨湘良, 韦素梅, 李 炜, 黄 文

(广西粮油科学研究所有限公司, 广西 南宁 530002)

摘要: 对6个澳洲坚果油样品进行分析的结果表明, 采用气相色谱法能检测出15种脂肪酸, 不饱和脂肪酸总量占比77.27%~81.02%, 其中单不饱和脂肪酸含量占比74.82%~79.44%, 不饱和脂肪酸主要为油酸、棕榈油酸, 分别占比为60.8%~62.5%、11.3%~14.8%; 在理化特征中, 澳洲坚果油样品各项理化指标均符合植物油质量标准要求, 其中酸价和过氧化值较低; 采用烘箱法对6个样品进行加速氧化测试, 温度和时间对澳洲坚果油具有较为明显的影响, 温度的影响大于时间, 澳洲坚果油在不同温度条件下过氧化值和酸价的变化趋势分别为60 >40 >20、60 >40 >20。

关键词: 澳洲坚果油; 脂肪酸组成; 氧化稳定性; 加速氧化测试

中图分类号: TS222 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2019)05-0033-04

Fatty acid composition and oxidative stability of macadamia oil

LIANG Yan-li, YANG Xiang-liang, WEI Su-mei, LI Wei, HUANG Wen

(Guangxi Grain and Oil Science Research Institute Co.Ltd, Nanning Guangxi 530002)

Abstract: The results of analysis of six macadamia oil samples showed that 15 types of fatty acid composition were detected by gas chromatography, the total amount of unsaturated fatty acids (UFA) accounted for 77.27%~81.02%, and monounsaturated fatty acids (MUFA) accounted for 74.82%~79.44%, the unsaturated fatty acids (UFA) were mainly oleic acid and palmitoleic acid, accounted for 60.8%~62.5%, 11.3%~14.8% respectively. The physicochemical properties of macadamia oil samples met the requirements of vegetable oil quality standards, among which acid value and peroxide value were lower. Accelerated oxidation tests of 6 samples were detected by oven method. Temperature and time have obvious effects on macadamia oil, and the influence of temperature was more than that of time. Under different temperature conditions, the change trend of peroxide value and acid value of macadamia oil were 60 >40 >20, 60 >40 >20.

Key words: macadamia oil; fatty acid composition; oxidative stability; accelerated oxidation test

澳洲坚果 (*Macadamia integrifolia*) 又名夏威夷果、昆士兰果、澳洲核桃, 属山龙眼科 (Proteaceae) 澳洲坚果属 (*Macadamia* F. Muell), 原产于澳大利亚昆士兰和新南威尔士州的沿海亚热带

带雨林地区, 现主要分布于大洋洲和亚洲东南部^[1-2]。澳洲坚果最早于1940年左右被确定为夏威夷的商业栽培作物, 之后在加州、澳大利亚及其他热带地区相继被确定为商业栽培作物^[3]。澳洲坚果外果皮青绿色, 内果皮呈褐色, 质地坚硬, 果仁具有独特可口的香味和奶油色泽。澳洲坚果营养丰富, 不含胆固醇, 是世界上品质上乘的木

收稿日期: 2019-03-04

基金项目: 广西创新驱动发展专项资金项目(桂科 AA17204058-20)

作者简介: 梁燕理, 1980年出生, 男, 工程师。

本坚果,经济价值高,一直是国际市场上最受欢迎的坚果之一,被誉为“干果皇后”和“世界坚果之王”^[4-5]。澳洲坚果含油量高,不饱和脂肪酸比例高达 80%以上,以油酸和棕榈油酸为主,是木本坚果中含有大量棕榈油酸的重要品种^[6-8]。澳洲坚果油营养价值高,为深入了解澳洲坚果油的脂肪酸种类和含量,以及澳洲坚果油的氧化稳定性,本文对其进行脂肪酸组成、理化指标、抗氧化分析,为进一步研究开发澳洲坚果油产品提供依据。

1 材料与amp;方法

1.1 实验材料

1.1.1 材料来源

澳洲坚果来源于广西澳洲坚果种植户的 5 个品种(900、695、0C、788、桂热 1 号)和 1 个混合原料样品,共 6 个样品。

1.1.2 工艺流程

澳洲坚果 脱青皮 低温烘干 剥壳 烘炒 螺旋压榨 粗滤 精滤 澳洲坚果油样品。

1.2 仪器设备和试剂

1.2.1 实验试剂

氯化钠、氢氧化钠、氢氧化钾、硼氢化钠、硫脲、甲醇、95%乙醇、冰乙酸、正己烷、环己烷、异辛烷、硫代硫酸钠、碘化钾、可溶性淀粉、韦氏试剂、盐酸、硝酸、硫酸、理化分析用分析纯试剂、光谱或色谱分析用优级纯或色谱纯试剂。实验室用水符合 GB/T 6682 规定的一级、三级水要求。

1.2.2 仪器设备

HH-S6 数显恒温水浴锅:金坛市医疗仪器厂;电热恒温鼓风干燥箱:上海精宏实验设备有限公司;7890A 气相色谱仪(配备氢火焰离子化检测器):安捷伦科技有限公司;FA2004 电子天平:上海舜宇恒平科学仪器有限公司。

1.3 实验方法

1.3.1 澳洲坚果油脂肪酸组成分析方法^[9]

样品的脂肪酸甲酯化:取 60 mg 澳洲坚果油于 10 mL 试管中,加入 4 mL 异辛烷,涡旋振荡溶解,再加入 200 μ l 2.0 mol/L 的氢氧化钾-甲醇溶液,室温涡旋振荡 30 s,静置 15 min 至澄清,

加入约 1 g 硫酸氢钠,在涡旋振荡器上剧烈震摇 30 s,中和剩余的氢氧化钾,待盐沉淀后收集滤液于 5 mL 具塞刻度试管中,取上层清液进行气相色谱仪分析。

脂肪酸甲酯的气相色谱分析:色谱柱规格为 30 m \times 0.32 mm \times 0.25 μ m,载气为高纯氮气,恒流模式,氮气流量为 1.0 mL/min。程序升温模式:80 保持 2 min,以 10 /min 升温至 220 , 220 保持 44 min;进样口温度为 250 ;检测器温度为 260 ;氢气流量为 40 mL/min,空气流量为 400 mL/min,尾吹气流量为 45 mL/min;进样量为 1 μ l,分流比为 60 1。

数据处理:同时进行脂肪酸甲酯标准样品对照分析,根据气相色谱仪数据处理软件分析脂肪酸甲酯组分,按峰面积归一化法计算相应脂肪酸甲酯组分含量。

1.3.2 澳洲坚果油理化指标分析方法

澳洲坚果油的水分及挥发物含量、透明度、加热试验、酸价和过氧化值等理化指标,分别按照 GB 5009.236、GB/T 5525、GB/T 5531、GB 5009.229、GB 5009.227 等国家标准进行测定。

1.3.3 澳洲坚果油加速氧化测试方法^[10]

(1) 60 烘箱实验

称取澳洲坚果油 150 g 分别装于 7 个 250 mL 的棕色广口瓶中,然后放入(60 \pm 1) 恒温烘箱内,分别于第 0、1、2、3、4、5、6、7 周取出样品冷却后进行检测,共持续 7 周。

(2) 40 烘箱实验

称取澳洲坚果油 100 g 分别装于 7 个 250 mL 的棕色广口瓶中,然后放入(40 \pm 1) 恒温烘箱内,分别于第 0、1、2、3、4、5、6、7 周取出样品冷却后进行检测,共持续 7 周。

(3) 20 储存实验

称取澳洲坚果油 100 g 分别装于 7 个 250 mL 的棕色广口瓶中,然后置于 20 恒温箱内,分别于第 0、1、2、3、4、5、6、7 周取出样品进行检测,共持续 7 周。

60 烘箱实验、40 烘箱实验、20 储存实验中第 0 周的澳洲坚果油样品为没有分装前的样品,并对其进行酸价和过氧化值的检测。

2 结果与分析

2.1 澳洲坚果油的脂肪酸组成分析

澳洲坚果油的脂肪酸组成分析结果见表 1。结果显示, 澳洲坚果油能测出月桂酸、豆蔻酸、棕榈酸、棕榈油酸、十七烷酸、十七碳一烯酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、亚麻酸、花生酸、花生一烯酸、花生四烯酸、山萘酸、木焦油酸等 15 种脂肪酸。对澳洲坚果油的脂肪酸组成成分进行统计分析, 结果见表 2。结果显示, 澳洲坚果油的不饱和脂肪酸含量为 77.27%~81.02%, 其中单不饱和脂肪酸含量为 74.82%~79.44%, 油酸含量较高为 60.8%~62.5%; 不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸的比值在 3.40~4.28 之间, 不饱和脂肪酸含量较高, 其中油酸含量较高, 亚油酸与亚麻酸的天然比例在 2.67~4.70 1 之间。因此, 澳洲坚果油富

含不饱和脂肪酸, 尤其富含油酸, 具有很高的营养价值和保健价值。

2.2 澳洲坚果油的理化指标分析

澳洲坚果油的理化指标分析结果见表 3。结果显示, 6 个样品的水分及挥发物含量较高, 测定结果在 0.079%~0.092%之间。加热试验(280) 结果中, 6 个样品均无析出物, 油脂颜色不变。6 个样品的过氧化值在 0.14~0.26 mmol/kg 之间, 6 个样品的酸价在 0.06~0.12 mg/g 之间, 澳洲坚果油的过氧化值和酸价均比较低, 样品质量较高。从结果可看出, 6 个澳洲坚果油原料品质高, 无霉、烂原料, 但水分及挥发物含量偏高, 应加强澳洲坚果油的水分及挥发物的检测和质量控制。

表 1 澳洲坚果油脂肪酸组成成分分析结果

脂肪酸名称	桂热 1 号	695	0C	900	788	澳洲坚果油	范围
月桂酸 C12:0	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03~0.04
豆蔻酸 C14:0	0.49	0.42	0.43	0.42	0.38	0.47	0.38~0.49
棕榈酸 C16:0	8.90	8.33	8.91	9.13	9.77	9.30	8.33~9.77
棕榈油酸 C16:1	12.50	11.30	13.80	13.00	14.80	14.20	11.30~14.80
十七烷酸 C17:0	0.05	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04~0.06
十七碳一烯酸 C17:1	0.06	0.08	0.07	0.06	0.07	0.07	0.06~0.08
硬脂酸 C18:0	5.93	7.85	4.86	6.47	4.36	5.83	4.36~7.85
油酸 C18:1	61.70	61.50	62.10	61.80	62.50	60.80	60.80~62.50
亚油酸 C18:2	1.67	2.02	1.65	1.68	1.12	1.58	1.12~2.02
亚麻酸 C18:3	0.22	0.23	0.23	0.20	0.22	0.22	0.20~0.23
花生酸 C20:0	4.29	4.62	3.71	3.93	3.19	3.88	3.19~4.62
花生一烯酸 C20:1	2.33	1.94	2.41	1.84	2.07	2.09	1.84~2.41
花生四烯酸 C20:4	0.03	ND	0.05	ND	0.04	ND	ND~0.05
山萘酸 C22:0	1.08	0.97	0.99	0.85	0.77	0.93	0.77~1.08
木焦油酸 C24:0	0.49	0.42	0.44	0.40	0.41	0.43	0.40~0.49

注: ND 表示脂肪酸含量低于 0.03%, 视为未检出。

表 2 澳洲坚果油脂肪酸组成统计分析结果

项目	桂热 1 号	695	0C	900	788	澳洲坚果油	范围
不饱和脂肪酸总量/%	78.71	77.27	80.51	78.78	81.02	79.16	77.27~81.02
饱和脂肪酸总量/%	21.27	22.71	19.42	21.28	18.95	20.92	18.95~22.71
单不饱和脂肪酸总量/%	76.59	74.82	78.38	76.70	79.44	77.16	74.82~79.44
多不饱和脂肪酸总量/%	2.12	2.45	2.13	2.08	1.58	2.00	1.58~2.45
不饱和脂肪酸 饱和脂肪酸	3.70	3.40	4.15	3.70	4.28	3.78	3.40~4.28
多不饱和脂肪酸 单不饱和脂肪酸	0.028	0.033	0.027	0.027	0.020	0.026	0.020~0.033
亚油酸 亚麻酸	3.98	4.70	3.84	4.20	2.67	3.76	2.67~4.70

表 3 澳洲坚果油理化指标分析结果

项目	桂热 1 号	695	0C	900	788	澳洲坚果油
水分及挥发物/%	0.079	0.086	0.081	0.092	0.083	0.090
透明度	澄清、透明	澄清、透明	澄清、透明	澄清、透明	澄清、透明	澄清、透明
加热试验(280)	无析出物, 颜色不变	无析出物, 颜色不变	无析出物, 颜色不变	无析出物, 颜色不变	无析出物, 颜色不变	无析出物, 颜色不变
酸价 (KOH)/(mg/g)	0.06	0.06	0.06	0.09	0.06	0.12
过氧化值/(mmol/kg)	0.15	0.19	0.18	0.14	0.19	0.26

2.3 澳洲坚果油的氧化稳定性分析

2.3.1 过氧化值的变化分析

澳洲坚果油在不同温度下进行加速氧化测试试验,其过氧化值的变化如图1。在20℃下,澳洲坚果油的过氧化值随时间延长而缓慢上升,到第7周时,其过氧化值为0.36 mmol/kg,增加了0.16 mmol/kg,过氧化值变化差异较小;在40℃下,第7周时,其过氧化值为0.8 mmol/kg,增加了0.60 mmol/kg,过氧化值呈现逐步增加的趋势;在60℃下,澳洲坚果油的过氧化值随时间的延长而迅速上升,到第7周时,其过氧化值为7.13 mmol/kg,增加了6.93 mmol/kg,过氧化值变化明显,呈现较快的氧化酸败现象。澳洲坚果油在不同温度下,过氧化值随储藏时间的延长而升高,温度越高,过氧化值增加越快,其变化趋势为60℃>40℃>20℃。

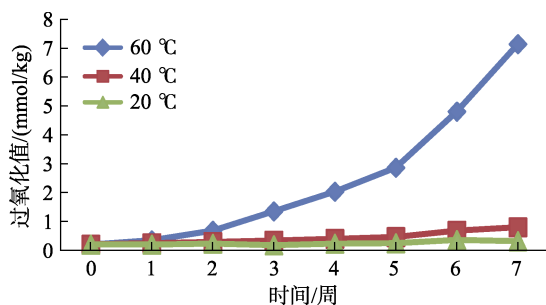


图1 澳洲坚果油过氧化值变化图

2.3.2 酸价的变化分析

澳洲坚果油在不同温度下进行加速氧化测试,其酸价的变化如图2。在20℃下,到第5周时,澳洲坚果油的酸价为0.19 mgKOH/g,增加了0.06 mgKOH/g,第5~7周,澳洲坚果油酸价基本保持不变;在40℃下,到第5周时,澳洲坚果油酸价为0.23 mgKOH/g,增加了0.10 mgKOH/g,第5~7周酸价基本保持不变;在60℃下,第7周时澳洲坚果油酸价为0.24 mgKOH/g,增加了

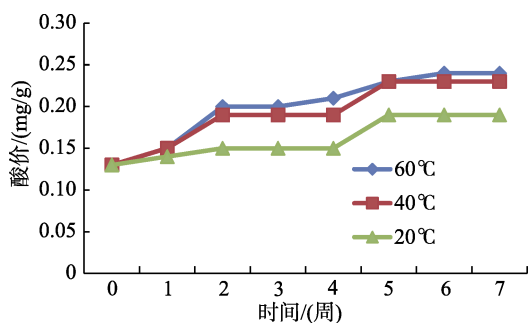


图2 澳洲坚果油酸价变化图

0.11 mgKOH/g,澳洲坚果油酸价呈现缓慢上升趋势,但变化不明显。澳洲坚果油在不同温度下,酸价随储藏时间的延长没有明显变化,温度越高,酸价增加越快,其变化趋势为60℃>40℃>20℃。

3 结论

(1)检测出澳洲坚果油含有15种脂肪酸,油脂的不饱和程度高,脂肪酸组成主要以C16~C18为主,澳洲坚果油的不饱和脂肪酸总量占比77.27%~81.02%,其中单不饱和脂肪酸含量占比74.82%~79.44%,不饱和脂肪酸主要为油酸、棕榈油酸,分别占比为60.8%~62.5%、11.3%~14.8%。因此,澳洲坚果油富含不饱和脂肪酸,尤其富含油酸和棕榈油酸,具有较高的营养和保健价值。

(2)澳洲坚果油各项指标符合植物油的质量标准要求,其中水分及挥发物含量偏高,过氧化值和酸价均较低。因此,在生产加工过程中应重点加强澳洲坚果及其油脂的水分及挥发物的检测和质量控制,防止超出植物油标准限量。

(3)在不同温度条件下,澳洲坚果油的过氧化值和酸价的变化趋势分别为60℃>40℃>20℃、60℃>40℃>20℃。温度和时间对澳洲坚果油的氧化稳定性具有较为明显的影响,温度的影响大于时间的影响,澳洲坚果油建议在低温下贮存。

参考文献:

- [1] 刘晓,陈健.澳洲坚果的起源、栽培史及国内外发展现状[J].西南园艺,1999,27:18-20.
- [2] 杜丽清,曾辉,邹明宏,等.澳洲坚果品种Ikaika(333)主要形状研究[J].中国农学通报,2008,12:473-479.
- [3] 陆超忠,肖邦森,孙光明,等.澳洲坚果优质高效栽培技术[M].北京:中国农业出版社,2000:1-2.
- [4] 闫少芳,肖颖,王军波,等.富含单不饱和脂肪酸的坚果对高脂大鼠血脂水平的影响[J].卫生研究,2003,32:120-122.
- [5] LAOHASONGKRAM K, MAHA, AKTUDSANCE T, CHAI-WANICH SIRI S. Microencapsulation of macadamia oil by spray drying[J]. Procedia Food Science, 2011, 1(1): 1660-1665.
- [6] 莫善文.世界澳洲坚果业之现状与前景[J].云南热作科技,1999,22:26-30.
- [7] 焦云,邹明宏,曾辉,等.澳洲坚果营养特性及营养诊断研究进展[J].广东农业科学,2009:33-34.
- [8] CURB J D, WERGOWSKA G M, DOBBS J C, et al. Serum lipid effects of high-monounsaturated fat diet based on macadamia nuts[J]. Archives of Internal Medicine, 2000, 160(8): 1154-1158.
- [9] 食品安全国家标准食品中脂肪酸的测定:GB 5009.168[S].
- [10] 牛付欢,梁俊梅,张余权,等.油脂OSI加速氧化条件下氧化机制初探[J].中国粮油学报,2014,10(29):67-71.