

油脂化学

文冠果油在烹饪温度下性质与营养物质的变化

董志文¹, 张妮¹, 阮瑜林¹, 舒静¹, 何东平^{1,2}, 胡传荣^{1,2}

(1. 武汉轻工大学食品科学与工程学院, 武汉 430023; 2. 国家粮食局粮油资源综合开发工程技术研究中心, 武汉 430023)

摘要:探讨了文冠果油在烹饪温度 180 °C 下理化性质、抗氧化性质及营养物质的变化。结果发现: 在 0~8 h 随着加热时间的延长, 文冠果油的颜色越来越浅, 且由黄 15、红 1.1 变到黄 15、红 0.1; 酸值和过氧化值呈明显的上升趋势, 酸值 (KOH) 从 0.2 mg/g 上升到 0.7 mg/g, 过氧化值由 0.2 mmol/kg 上升到 15.1 mmol/kg; 羰基值上升到 28.91 meq/kg; TBARS 值的变化规律不明显, 总体趋势在增加; 对 DPPH 自由基的清除率降低; 老化时间缩短; 饱和脂肪酸含量增加, 单不饱和脂肪酸以及多不饱和脂肪酸含量下降; 生育酚总含量下降, 其中下降速率最快的是 α -生育酚; 植物甾醇含量在加热前 4 h 下降较快之后下降转慢。

关键词:文冠果油; 理化性质; 抗氧化性质; 营养成分

中图分类号: TS202.3; TS221 文献标识码: A 文章编号: 1003-7969(2018)04-0033-04

Properties and nutritional substances changes of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge oil at cooking temperature

DONG Zhiwen¹, ZHANG Ni¹, RUAN Yulin¹, SHU Jing¹,
HE Dongping^{1,2}, HU Chuanrong^{1,2}

(1. College of Food Science and Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China;

2. Grain and Oil Resources Comprehensive Exploitation and Engineering Technology Research Center of State Administration of Grain, Wuhan 430023, China)

Abstract: The changes of physicochemical properties, antioxidant properties and nutritional substances of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge oil at 180 °C of cooking temperature were discussed. The results showed that with the heating time prolonging from 0 h to 8 h, the color of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge oil was shallower, from yellow 15, red 1.1 to yellow 15, red 0.1; the acid value and peroxide value significantly increased from 0.2 mgKOH/g to 0.7 mgKOH/g and 0.2 mmol/kg to 15.1 mmol/kg, respectively; the carbonyl value was up to 28.91 meq/kg; the variation rule of TBARS value was not obvious, and overall trends was increasing; the scavenging rate on DPPH free radical decreased gradually; aging time was shortened; the content of saturated fatty acid increased, and the contents of monounsaturated fatty acids and polyunsaturated fatty acids decreased; the total tocopherol content decreased, with the fastest decrease of α -tocopherol; the content of phytosterol decreased more quickly in the latest 4 h, then decreased slowly.

Key words: *Xanthoceras sorbifolia* Bunge oil; physicochemical property; antioxidant property; nutritional substance

收稿日期: 2017-07-21; 修回日期: 2017-12-28

基金项目: 国家粮食公益性行业科研专项(201313012); 粮油加工技术与装备开发应用(201313012); 武汉轻工大学校立科研项目(2016y16)

作者简介: 董志文(1994), 男, 硕士研究生, 研究方向为粮食、油脂及植物蛋白(E-mail) 2200783688@qq.com。

通信作者: 胡传荣, 教授, 硕士生导师(E-mail) her305@163.com。

文冠果油作为食用油在高温烹饪的过程中会产生一系列的物理和化学变化, 例如聚合反应、水解反应、氧化反应等。这些反应都可能产生对健康不利的物质, 比如极性化合物及聚合物等^[1]。这些物质不仅会影响文冠果油的风味、色泽、营养成分, 还有可能危及健康。已有研究表明, 反复使用的烹饪油不仅具有致突变作用^[2], 还会使动物生长缓慢和肝肿大等。同时, 医学研究发现, 多种癌症的发生也与

过多食用煎炸食品有关,例如口腔癌、胰腺癌、乳腺癌及胃癌等^[3-7]。

油脂的稳定性主要取决于3个方面:加热温度,脂肪酸的组成,天然或合成的抗氧化物质。一般在合理选择烹调用油时,相比较而言,饱和脂肪酸含量较高的油脂较不饱和脂肪酸多的油脂热稳定性高^[8],其次,烹调过程中油温的控制也非常重要,在不超过200℃下烹调可以大大降低油脂的热分解,同时考虑到本身抗氧化物质的含量也能较好地保持油脂的营养价值。本文模拟烹饪条件,在180℃对文冠果油进行加热,考察其在烹饪温度下的性质与营养物质的变化。

1 材料与方法

1.1 试验材料

文冠果油:实验室采用浸出法制备;正己烷、氢氧化钠、盐酸、浓盐酸、硼酸溶液、95%乙醇、硫代硫酸钠、碘化钾、淀粉、乙腈、甲醇等均购自国药集团化学试剂有限公司;二苯代苦味酰基自由基(DPPH):上海联硕生物科技有限公司;维生素E标准品:上海永叶生物科技有限公司;双蒸水:实验室自制。

HY-81艾拓煎炸锅;Agilent 7890B气相色谱仪;Agilent 1200 HPLC高效液相色谱仪;安捷伦科技(中国)有限公司;WSL型罗维朋比色计;DF101-S集热式磁力搅拌器;TD5A离心机;RE52CS旋转蒸发仪;Rancimat油脂氧化稳定仪;瑞士万通。

1.2 试验方法

1.2.1 文冠果油的前处理

将同一批次文冠果油平均分为5份,置于150 mL样品瓶,并置于温度恒定为(180±2)℃的煎炸锅中,分别加热0、2、4、6、8 h。置于-20℃下储存备用。

1.2.2 理化指标的测定

色泽测定参照GB/T 22460—2008,酸值测定参照GB 5009.229—2016,过氧化值测定参照GB 5009.227—2016,羰基值测定参照GB 5009.230—2016, TBARS值的测定参照文献^[9]。

1.2.3 DPPH自由基清除能力的测定

准确称取DPPH 20 mg,用无水乙醇定容至500 mL容量瓶中,摇匀后于室温下存放于暗处备用。再称取一定量的待测样品,配制成不同浓度的待测溶液,用移液枪准确移取0.2 mL的待测溶液和3.8 mL DPPH溶液振荡混匀,置于暗处反应1 h,在517 nm下测定吸光度(A_s);另取0.2 mL水与3.8 mL DPPH混合后测定吸光度(A_0);同时测定0.2 mL待测溶液与3.8 mL无水乙醇混合后的吸光度(A_r)。DPPH自由基清除率的计算公式如下:

$$\text{清除率} = \left(1 - \frac{A_s - A_r}{A_0}\right) \times 100\%$$

1.2.4 老化时间的测定

称取3~5 g文冠果油,置于Rancimat油脂氧化稳定测定仪中,设置温度110℃,测定文冠果油的老化时间。

1.2.5 脂肪酸组成分析

文冠果油脂脂肪酸组成的测定参照GB 5009.168—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定》。

1.2.6 营养物质的测定

维生素E测定参照GB/T 5009.82—2003,植物甾醇测定参照GB/T 25223—2010。

2 结果与分析

2.1 文冠果油在烹饪温度下理化性质的变化(见表1,图1~图3)

表1 文冠果油在烹饪温度下色泽随加热时间的变化

加热时间/h	色泽(25.4 mm槽)	
	黄	红
0	15	1.1
2	15	1.0
4	15	0.8
6	15	0.3
8	15	0.1

由表1可知,在烹饪温度下随着加热时间的延长,文冠果油的颜色越来越浅,主要原因可能是某些热敏性物质被氧化分解,这是加速氧化效应而导致的色泽变浅^[10],与加热脱色类似。

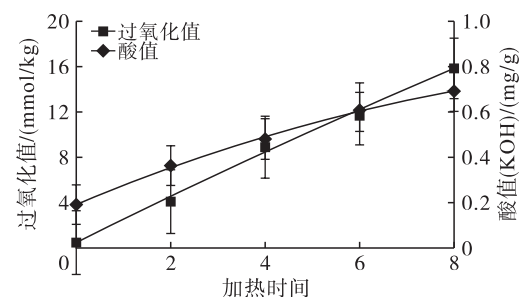


图1 文冠果油在烹饪温度下酸值和过氧化值随加热时间的变化

由图1可知,在烹饪温度下,随着加热时间的延长,文冠果油的酸值和过氧化值都呈明显的上升趋势,其中酸值上升较为缓慢,可能是因为实验中的文冠果油中水分含量较低,而实验过程中空气中的水分很难对油脂酸值有较大影响。在烹饪温度下,随着加热时间的延长,过氧化值有明显的升高。原因可能是油温温度较高,空气中氧气与油脂发生氧化反应^[11]。

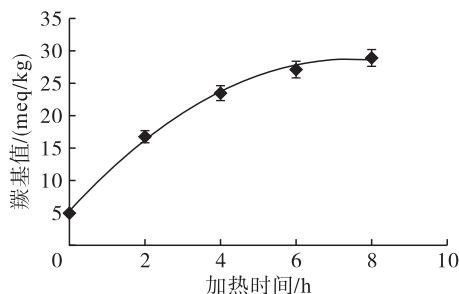


图2 文冠果油在烹饪温度下羰基值随加热时间的变化

由图2可知,在烹饪温度下,随着加热时间的延长,文冠果油的羰基值呈上升趋势,但是上升速率逐渐减慢。在加热时间为8 h时,文冠果油的羰基值为28.91 meq/kg,未超过GB 2760—2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》限定值50 meq/kg。

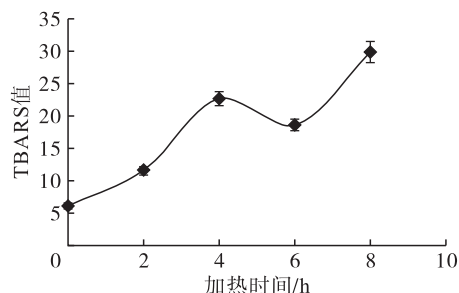


图3 文冠果油在烹饪温度下TBARS值随加热时间的变化

由图3可知,在实验范围内,TBARS值总体在增加,但增加趋势不规则。TBARS值是评价食用植物油在烹饪过程中是否劣变的重要指标,能直接反映出油脂的氧化次级代谢产物^[12],随着氧化程度的加深,次级代谢产物累积,最终的表现形式为TBARS值不断增大。

2.2 文冠果油在烹饪温度下对DPPH自由基清除率的变化(见图4)

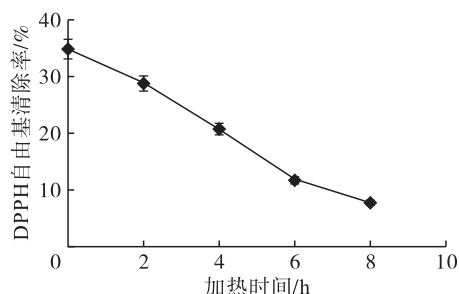


图4 文冠果油在烹饪温度下对DPPH自由基清除率随加热时间的变化

由图4可知,文冠果油在烹饪温度下对DPPH自由基清除率随加热时间的延长而逐渐降低,说明文冠果油的抗氧化能力逐渐下降。这是因为DPPH是一种以氮为中心且具有单电子的自由基,当能提

供一个电子的抗氧化物质与DPPH自由基结合或发生替换时,DPPH自由基数目减少。随着加热时间的延长,文冠果油中抗氧化物质逐渐被氧化,能与DPPH自由基结合的或替换的抗氧化物质也不断减少,所以随加热时间延长,其对DPPH自由基清除率下降。

2.3 文冠果油在烹饪温度下老化时间的变化(见图5)

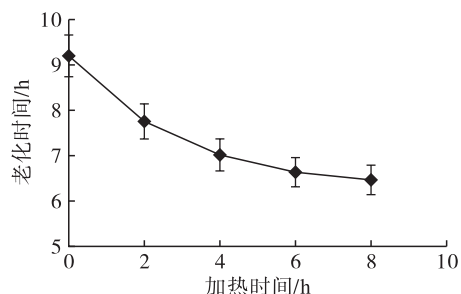


图5 文冠果油在烹饪温度下老化时间随加热时间的变化

由图5可知,文冠果油的老化时间随加热时间的延长而逐渐缩短,但缩短的速率逐渐平缓。说明在180℃加热条件下,随加热时间的延长,油脂容易发生热解、氧化、聚合、缩合等反应而形成老化^[13];而随着不饱和脂肪酸不断氧化,不饱和脂肪酸的含量减少,发生氧化等反应的速率减慢,所以随加热时间延长,油脂老化的速率也会变慢,其老化时间趋于平稳。

2.4 文冠果油在烹饪温度下脂肪酸组成的变化(见表2)

表2 文冠果油在烹饪温度下脂肪酸组成随加热时间的变化

脂肪酸	含量/%				
	0 h	2 h	4 h	6 h	8 h
棕榈酸	5.23	5.27	5.29	5.52	5.53
硬脂酸	2.27	2.30	2.30	2.33	3.33
油酸	30.74	30.66	30.78	30.58	30.63
十八碳烯酸	0.71	0.73	0.68	0.71	0.71
亚油酸	40.26	40.21	40.14	40.20	40.15
亚麻酸	0.41	0.43	0.41	0.38	0.38
花生酸	0.26	0.26	0.27	0.26	0.26
二十碳一烯酸	6.94	6.94	6.98	7.06	7.08
二十碳二烯酸	0.43	0.43	0.44	0.44	0.43
山嵛酸	0.58	0.59	0.58	0.58	0.58
芥酸	8.67	8.63	8.69	8.56	8.57
木蜡酸	0.35	0.35	0.35	0.35	0.36
神经酸	3.07	3.07	3.10	2.93	2.94
饱和脂肪酸	8.69	8.77	8.79	9.04	10.06
单不饱和脂肪酸	50.13	50.03	50.23	49.84	49.93
多不饱和脂肪酸	41.10	41.07	40.99	41.02	40.96

由表 2 可知,在烹饪温度下,随着加热时间的延长,文冠果油中饱和脂肪酸含量增加,单不饱和脂肪酸与多不饱和脂肪酸含量均有所下降。

2.5 文冠果油在烹饪温度下生育酚、植物甾醇含量的变化(见表 3,表 4)

表 3 文冠果油生育酚含量随加热时间的变化

生育酚	含量/(mg/kg)				
	0 h	2 h	4 h	6 h	8 h
α -生育酚	81.960	79.855	57.830	35.579	27.248
γ -生育酚	338.911	327.687	294.261	258.373	222.286
δ -生育酚	58.568	58.475	66.422	66.266	79.415
总含量	479.439	466.017	418.513	360.218	328.949

由表 3 可知,在烹饪温度下,随加热时间的延长,生育酚总含量逐渐下降,加热的前 2 h 下降趋势不明显,随后下降速率增加。另外,可以明显看出下降速率最快的是 α -生育酚, γ -生育酚含量下降速率缓慢, δ -生育酚含量在上升。

表 4 文冠果油植物甾醇含量随加热时间的变化

加热时间/h	含量/(mg/kg)
0	2 251
2	2 179
4	2 083
6	2 057
8	2 051

由表 4 可知,在烹饪温度下,随加热时间的延长,植物甾醇含量下降,前 4 h 下降较快,说明植物甾醇在高温下能被氧化成甾醇氧化物^[14],会发生分解,但是在加热到 6、8 h 时变化不明显,说明植物甾醇具有较强的抗氧化能力^[15]。

3 结论

文冠果油在烹饪温度 180℃ 下,随着加热时间的延长,颜色越来越浅,酸值、过氧化值、羰基值呈明显的上升趋势,TBARS 值总体呈增加趋势;对 DPPH 自由基清除率随加热时间的延长而逐渐降低;老化时间随加热时间的延长而逐渐缩短,但缩短的速率逐渐下降;饱和脂肪酸含量增加,单不饱和脂肪酸与多不饱和脂肪酸含量均有所下降。生育酚总含量逐渐下降,下降速率最快的是 α -生育酚, γ -生育酚含量下降缓慢, δ -生育酚含量在上升;植物甾醇含量有所下降,但是下降不明显。相比其他植物油,文冠果油不饱和脂肪酸含量较高,因而在加热条件下容易氧化,所以在加工、生产中应该避光、驱氧或适

当加入抗氧化剂保存。

参考文献:

- [1] ZHANG Q, SALEH A S, CHEN J, et al. Chemical alterations taken place during deep-fat frying based on certain reaction products: a review[J]. Chem Phys Lipids, 2012, 165(6):662-681.
- [2] SHEN L, WU E, HUANG X. Study on the mutagenicity of repeatedly used frying oil in vivo[J]. Carcinogene Teratogene Mutagene, 1996, 8(3):164-168.
- [3] CHEN Y, ZHOU X G. Hygiene of edible oils and their effect to human health [J]. J Wuhan Polytech Univ, 1997 (2): 36-38.
- [4] TOPORCOV T N, ANTUNES J L F, TAVARES M R. Fat food habitual intake and risk of oral cancer [J]. Oral Oncol, 2004, 40(9): 925-931.
- [5] GHADIRIAN P, LYNCH H T, KREWSKI D. Epidemiology of pancreaticcancer: an overview [J]. Cancer Detect Prev, 2003, 27(2): 87-93.
- [6] JÄRVINEN R, KNEKT P, SEPPÄNEN R, et al. Diet and breast cancer risk in a cohort of Finnish women[J]. Cancer Lett, 1997, 114(1/2):251.
- [7] 费素娟,萧树东.上海市区饮食与胃癌发病的病例对照研究[J]. 胃肠病学,2003, 8(3):143-147.
- [8] 徐婷婷,李静,阚丽娇,等.不同脂肪酸组成的食用油热氧化稳定性研究[J]. 食品工业科技, 2013, 34(24): 93-97.
- [9] 翟金玲,陈季旺,夏文水,等.加热温度及时间对食用煎炸油品质的影响[J]. 食品安全质量检测学报, 2015 (8):3247-3254.
- [10] 袁万泰,杨莉芬.改善脂肪酸色泽的试验[J]. 日用化学工业,1983(6):8-10.
- [11] 孙丽琴,孙立君,郑刚.不同的存放条件对油脂酸价和过氧化值的影响[J]. 粮油仓储科技通讯, 2007(2):45-46.
- [12] 顾芳芳.食用植物油中过氧化值测定的影响因素分析及预防措施[J]. 农产品加工(创新版), 2011(7): 63-64.
- [13] 胡增颐,郭文光.食用油脂加热的化学变化及其对油炸食品质量的影响[J]. 河南农业大学学报, 1986(4): 60-64.
- [14] 赵昕.玉米油高温加热过程中豆甾醇氧化物的检测[J]. 食品科技,2016(12):131-135.
- [15] 吴时敏,吴谋成,马莉.植物甾醇在菜籽高级烹调油中的抗氧化作用(II)——高温下抗氧化作用的研究[J]. 中国油脂, 2003, 28(5):32-33.