

# 煎炸过程中油脂劣变的影响因素研究

符海琰<sup>1</sup>, 陈云波<sup>2</sup>, 秦飞<sup>1</sup>, 赵连慧<sup>1</sup>

(1. 益海(广州)粮油工业有限公司, 广州 510730; 2. 南海油脂工业(赤湾)有限公司, 广东 深圳 518068)

**摘要:** 分别对煎炸时间、煎炸方式、煎炸温度、煎炸食材及煎炸油种类对煎炸油极性组分含量和酸值的影响进行研究, 分析控制煎炸过程中油脂劣变的有效措施。结果表明: 煎炸油的极性组分含量、酸值随煎炸时间的延长而升高, 且连续性煎炸优于间歇性煎炸; 煎炸温度越高, 油脂劣变速度越快, 油脂的极性组分含量、酸值升高越快, 为保证煎炸食品的卫生质量, 延长煎炸油的使用寿命, 控制煎炸温度低于 200 ℃; 不同煎炸食材对煎炸油品质劣变速度的影响大小依次为鱼饼 > 鸡腿排 > 薯条; 不同煎炸油在煎炸过程中极性组分含量、酸值的变化均不同, 多不饱和脂肪酸含量高的大豆油比稻米油、棕榈油更容易发生水解和氧化, 稻米油的煎炸周期接近棕榈油。

**关键词:** 煎炸油; 油脂劣变; 影响因素

中图分类号: TS225.1; TS221 文献标识码: A 文章编号: 1003-7969(2021)04-0072-04

## Influencing factors of oil deterioration during frying

FU Haiyan<sup>1</sup>, CHEN Yunbo<sup>2</sup>, QIN Fei<sup>1</sup>, ZHAO Lianhui<sup>1</sup>

(1. Yihai(Guangzhou) Oils & Grains Industries Co., Ltd., Guangzhou 510730, China; 2. Southseas Oils & Fats Industrial (Chiwan) Co., Ltd., Shenzhen 518068, Guangdong, China)

**Abstract:** The effects of frying time, frying method, frying temperature, frying ingredients and types of frying oil on the polar components content and acid value of frying oil were studied, and the effective measures to control the oil deterioration during frying were analyzed. The results showed that the polar components content and acid value of frying oil increased with the prolonging of frying time, and continuous frying was better than intermittent frying. The higher the frying temperature was, the faster the oil deterioration would be, and the faster the polar components content and acid value of oil rose. In order to ensure the hygienic quality of fried food and extend the service life of frying oil, the setting control of frying temperature was less than 200 ℃. The influence of fish cake on the deterioration of frying oil was the biggest, followed by chicken leg steak and french fries. The changes of polar components content and acid value in different frying oils were different. Soybean oil with higher polyunsaturated fatty acid content was more prone to hydrolysis and oxidation than rice bran oil and palm oil, and the frying period of rice bran oil was close to palm oil.

**Key words:** frying oil; oil deterioration; influencing factor

煎炸过程是将食物浸入高温热油中的脱水、传热及传质过程。煎炸油作为热交换介质, 使被炸食物中的淀粉糊化、蛋白质变性以及水分变成蒸汽从而使食物变熟, 并具有酥脆的特殊口感, 同时食物中的蛋白质、碳水化合物、脂肪及一些微量成分在煎炸

过程中发生化学变化产生特殊风味。煎炸食品因特殊的风味、口感及酥脆的质构而深受人们喜爱。油脂在煎炸过程中受氧气、水分、高温及食品组分等因素的作用会发生一系列水解、氧化和热聚合等复杂反应, 产生聚合物、过氧化物等有害物质, 对人体健康存在安全风险<sup>[1-3]</sup>。随着人们食品安全意识的提高, 煎炸油的安全问题已经成为消费者、学者、煎炸油生产商和煎炸食品制造商等共同关注的问题<sup>[4]</sup>。极性组分是指食用油在煎炸过程中所产生的酸、醇、

收稿日期: 2020-06-01; 修回日期: 2020-12-21

作者简介: 符海琰(1982), 男, 工程师, 硕士, 主要从事特种油脂的研发技术工作(E-mail) fuhaiyan@cn.wilmar-intl.com。

醛、醚、酯等具有极性的化合物的总称<sup>[5]</sup>,食用油中含有较高的极性组分会促进异味物质的产生和油脂的早期氧化<sup>[6]</sup>。因此,煎炸油中极性组分含量被认为是评价煎炸油热劣变程度的可靠手段之一<sup>[7-8]</sup>。《食品安全国家标准 植物油》(GB 2716—2018)规定煎炸过程中食用植物油的极性组分(TPC)含量小于等于27%,酸值(KOH)小于等于5 mg/g。目前餐饮业更多的是使用极性组分快速测定仪监测煎炸过程中油脂的极性组分含量,极少对酸值进行监测。

餐饮业多数使用棕榈油、大豆油、棕榈油与大豆油调配的食用调和油作为煎炸油,而稻米油脂肪酸组成合理,富含丰富的维生素E、生育三烯酚、角鲨烯、植物甾醇、谷维素等天然抗氧化物质,使得稻米油具有良好的氧化稳定性,因此可选择稻米油作为煎炸油;同时餐饮业常见的煎炸食材有薯条类、海鲜类、肉类等食材。因此,本研究分别选择稻米油、棕榈油、大豆油为煎炸油,以薯条、鱼饼、鸡腿排为煎炸食材,对煎炸时间、煎炸方式、煎炸温度、煎炸食材及煎炸油种类对煎炸油极性组分含量、酸值的影响进行研究,分析控制煎炸过程中油脂劣变的有效措施,以期餐饮业煎炸过程的科学管理提供指导,对确保煎炸食品的消费安全具有重要的意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

大豆油、稻米油、棕榈油,益海(广州)粮油工业有限公司;薯条、鱼饼、鸡腿排,市售。异丙醇、乙醇、酚酞指示剂等,分析纯;正庚烷、正己烷,色谱纯。

Frymaster BIEL314-6SCD电炸锅,马尼托瓦(中国)餐饮设备有限公司;Testo270极性组分快速测定仪,德图仪器国际贸易(上海)有限公司。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 煎炸实验

准确称取8 kg煎炸油,放入煎炸锅中加热至170℃,每次放入100 g薯条进行煎炸,煎炸3 min结束,起锅自然滤干1 min。按照上述操作每天连续炸制8 h,每天煎炸结束时使用滤油纸与滤油粉组合进行滤油操作,取样测定煎炸油极性组分含量和酸值,并补充新油至最高刻度线处。煎炸至极性组分含量大于27%或酸值(KOH)大于5 mg/g时终止煎炸(参考GB 2716—2018,极性组分含量或酸值只要有一个指标超标即终止煎炸)。

#### 1.2.2 煎炸油理化指标测定

极性组分含量使用Testo270极性组分快速测定仪进行测定。酸值的测定参照GB 5009.229—2016。

## 2 结果与讨论

### 2.1 煎炸时间对煎炸油极性组分含量和酸值的影响

以稻米油为例,按1.2.1进行煎炸实验,考察煎炸时间对煎炸油极性组分含量和酸值的影响,结果见图1。

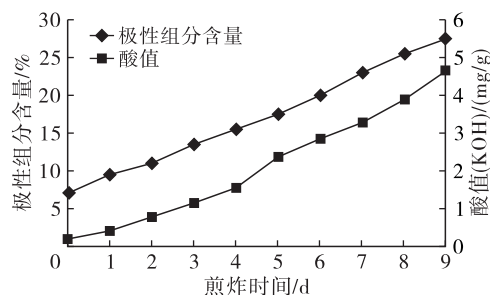


图1 煎炸时间对煎炸油极性组分含量和酸值的影响

由图1可知,随着煎炸的深入进行,煎炸油的极性组分含量、酸值随煎炸时间的延长而升高,当连续煎炸9 d时,煎炸油的极性组分含量为27.5%,酸值(KOH)为4.66 mg/g,其中煎炸油的极性组分含量已超出国家标准限值。

### 2.2 煎炸方式对煎炸油极性组分含量和酸值的影响

以稻米油为例,分别采用连续性与间歇性煎炸,其中间歇性煎炸是每次煎炸2 h,间隔1 h,每天煎炸4次,累计煎炸8 h,其他按1.2.1操作,进行煎炸实验,考察煎炸方式对煎炸油极性组分含量和酸值的影响,结果见图2。

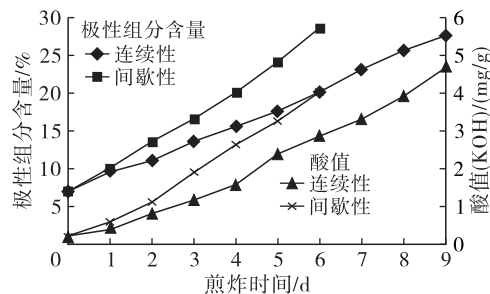


图2 煎炸方式对煎炸油极性组分含量和酸值的影响

由图2可知,当煎炸6 d时,间歇性煎炸的煎炸油极性组分含量为28.5%,连续性煎炸的煎炸油极性组分含量为20.0%。连续性煎炸优于间歇性煎炸,这是由于间歇性煎炸操作的反复炸前预热和炸后冷却导致过氧化物增加,这些过氧化物分解进一步导致油脂更深层次的劣变。同样,间歇性煎炸的煎炸油酸值增长速度快于连续性煎炸的煎炸油。

### 2.3 煎炸温度对煎炸油极性组分含量和酸值的影响

以稻米油为例,选择煎炸温度分别为170、200、230℃,其他按1.2.1操作,进行煎炸实验,考察煎

炸温度对煎炸油极性组分含量和酸值的影响,结果见图3。

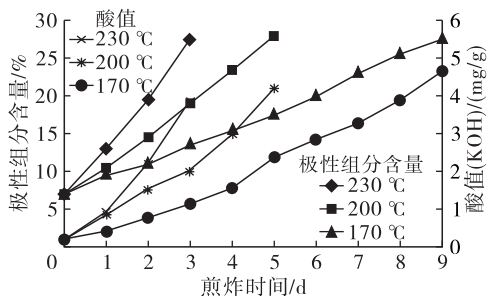


图3 煎炸温度对煎炸油极性组分含量和酸值的影响

由图3可知:煎炸油的极性组分含量、酸值随着煎炸温度的升高而逐渐升高,当连续煎炸3 d时,煎炸温度为230 °C的煎炸油极性组分含量为27.5%;当连续煎炸5 d时,煎炸温度为200 °C的煎炸油极性组分含量为28%,当连续煎炸9 d时,煎炸温度为170 °C的煎炸油极性组分含量为27.5%。同样,随着煎炸温度的升高,酸值的增加速度加快。油脂在高温煎炸条件下发生氧化、热聚合、水解作用产生氧化甘油三酯、甘油三酯聚合物、甘二酯等极性化合物及游离脂肪酸等<sup>[9]</sup>。煎炸温度越高,油脂劣变速度越快,油脂的极性组分含量、酸值升高越快。当油脂严重劣变,极性组分含量超过国标限值要求时,油脂逐渐表现出黏度增加、颜色变深、冒烟等特征,食物逐渐表现出颜色暗、不良的气味等缺陷。因此,为保证煎炸食品的卫生质量,延长煎炸油的使用寿命,控制煎炸温度低于200 °C。

2.4 煎炸食材对煎炸油极性组分含量和酸值的影响

以稻米油为例,选择薯条、鱼饼及鸡腿排为煎炸食材,其他按1.2.1操作,进行煎炸实验,考察煎炸食材对煎炸油极性组分含量和酸值的影响,结果见图4。

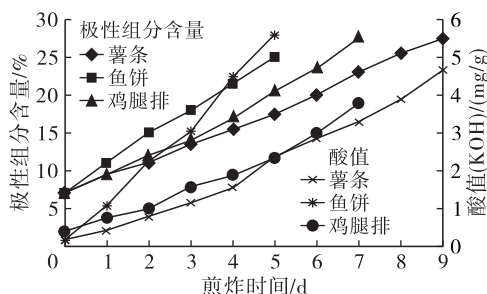


图4 煎炸食材对煎炸油极性组分含量和酸值的影响

由图4可知:随着煎炸的深入进行,煎炸不同食材的煎炸油极性组分含量、酸值均有不同程度的升高,当连续煎炸5 d时,煎炸鱼饼的煎炸油酸值

(KOH)为5.58 mg/g,极性组分含量为25.0%;当连续煎炸7 d时,煎炸鸡腿排的煎炸油酸值(KOH)为3.78 mg/g,极性组分含量为27.5%;当连续煎炸9 d时,煎炸薯条的煎炸油酸值(KOH)为4.66 mg/g,极性组分含量为27.5%。煎炸3种食材的煎炸油极性组分含量、酸值超过国标限值要求的煎炸时间不同,这与食材的含水量相关,食材含水量越高,油脂煎炸过程中其极性组分含量、酸值上升越快。煎炸过程中水分从食材中蒸发出来渗透到煎炸油中,在水存在的情况下,油脂中的酯键断开,发生水解作用,产生游离脂肪酸及甘油、甘一酯、甘二酯等极性化合物,从而促进煎炸油的极性组分含量、酸值升高。3种食材中,鱼饼的含水量最高,其次是鸡腿排,薯条的含水量最低,因此对煎炸油品质劣变速度的影响大小依次为鱼饼>鸡腿排>薯条。

2.5 煎炸油种类对煎炸油极性组分含量和酸值的影响

选用大豆油、稻米油及棕榈油为煎炸油,其他按1.2.1操作,进行煎炸实验,考察煎炸油种类对煎炸油极性组分含量和酸值的影响,结果见图5。

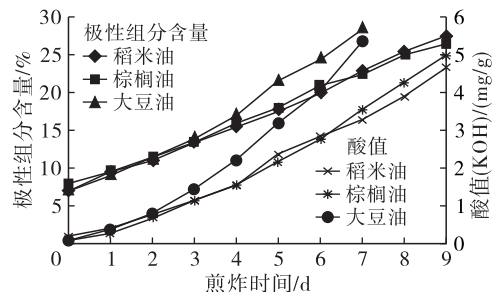


图5 煎炸油种类对煎炸油极性组分含量和酸值的影响

由图5可知,3种煎炸油的极性组分含量、酸值随着煎炸时间的延长呈现上升趋势,其中稻米油、棕榈油的极性组分含量、酸值随煎炸时间延长整体呈缓慢上升趋势。当连续煎炸9 d时,稻米油的极性组分含量为27.5%,棕榈油的极性组分含量为26.5%。大豆油在煎炸过程中极性组分含量升高较快,当连续煎炸7 d时,其极性组分含量达28.5%。油脂在煎炸过程中极性组分含量上升,主要是由于其在高温煎炸条件下发生氧化、聚合、裂解和水解等反应,生成含羰基、羧基、酮基、醛基等的极性化合物。不同的煎炸油其极性组分含量、酸值变化均不同,是由于脂肪酸氧化速度随着不饱和度的增加而提高<sup>[10]</sup>,多不饱和脂肪酸含量更高的大豆油比稻米油、棕榈油更容易发生水解和氧化,稻米油也含有较多的不饱和脂肪酸,但其煎炸周期接近于饱和脂肪酸含量高的棕榈油,是由于稻米油含有较多维生素

E、谷维素、植物甾醇等天然抗氧化物质,在一定程度上提升其氧化稳定性。

### 3 结论

煎炸过程中油脂劣变是一个非常复杂的系统,是煎炸时间、煎炸方式、煎炸温度、煎炸食材及煎炸油种类等多种因素共同作用的综合体现。煎炸油的极性组分含量、酸值随煎炸时间的延长而升高,且连续性煎炸优于间歇性煎炸。煎炸温度越高,油脂劣变速度越快,油脂的极性组分含量、酸值升高越快。为保证油炸食品的卫生质量,延长煎炸油的使用寿命,控制煎炸温度低于 200℃。不同煎炸食材对煎炸油品质劣变速度的影响大小依次为鱼饼 > 鸡腿排 > 薯条。不同煎炸油在煎炸过程中极性组分含量、酸值的变化均不同,多不饱和脂肪酸含量更高的大豆油比稻米油、棕榈油更容易发生水解和氧化,稻米油煎炸周期接近棕榈油。

影响煎炸油劣变速度的因素很多,十分必要建立煎炸过程中规范操作,有效控制煎炸过程中油脂劣变的速度;同时基于极性组分含量对煎炸油品质进行快速实时监测,以实现餐饮业煎炸过程的科学有效管理,确保煎炸食品的风味、口感、营养及食用安全性。

### 参考文献:

- [1] ZHANG Q, SALEH A S M, 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] 王进英, 钟海雁, 周波. 油脂在深度煎炸过程中发生的化学反应及其主要产物 [J]. 中国油脂, 2015, 40(11): 37 - 43.
- [3] 王斌, 杨冠军, 叶志能. 油炸过程中油的质量变化及其检测方法 [J]. 食品工业科技, 2007, 28(10): 232 - 234.
- [4] 吴时敏. 煎炸过程中油脂质量评定 [J]. 粮食与油脂, 2000(5): 33 - 35.
- [5] 周雅琳, 周令国, 李智, 等. 影响煎炸油中极性化合物生成因素的研究 [J]. 中国粮油学报, 2010, 25(3): 50 - 53.
- [6] FARHOOSH R, PAZHOUHANMEHR S. Relative contribution of compositional parameters to the primary and secondary oxidation of canola oil [J]. Food Chem, 2009, 114(3): 1002 - 1006.
- [7] ABDULKARIM S, LONG K, LAI O, et al. Frying quality and stability of high - oleic *Moringa oleifera* seed oil in comparison with other vegetable oils [J]. Food Chem, 2007, 105(4): 1382 - 1389.
- [8] FARHOOSH R, TAVASSOLI - KAFRANI M H. Simultaneous monitoring of the conventional qualitative indicators during frying of sunflower oil [J]. Food Chem, 2011, 125(1): 209 - 213.
- [9] JORGEI N, GUARALDO GONGALVES L A, DOBARGANES M C. Influence of fatty acid composition on the formation of polar glycerides and polar fatty acids in sunflower oils heated at frying temperatures [J]. Grasas Aceites, 1997, 48(1): 17 - 24.
- [10] COSGROVE J P, CHURCH F, PRYOR W A. The kinetics of the autoxidation of polyunsaturated fatty acids [J]. Lipids, 1987, 22(5): 299 - 304.
- [11] SZYDLOWSKA C A, KARLOVITS G, DIANOCZKI C, et al. Comparison of two analytical methods for assessing antioxidant capacity of rapeseed and olive oils [J]. J Am Oil Chem Soc, 2008, 85(2): 141 - 149.
- [12] 王同珍, 余林, 邱思聪, 等. 煎炸时间对植物油脂中脂肪酸含量的影响 [J]. 食品安全质量检测学报, 2014, 5(2): 577 - 585.
- [13] HU J N, ZHANG B, ZHU X. Antioxidant and antiproliferative activities of methanolic extracts of *Perilla frutescens* [J]. J Med Plant Res, 2010, 4(6): 477 - 483.
- [14] 许晓静, 陶志华. 黄色和紫色百香果籽油抗氧化作用的对比研究 [J]. 食品工业科技, 2016(11): 49 - 52.
- [15] OU T T, HSU M J, CHAN K C, et al. Mulberry extract inhibits oleic acid - induced lipid accumulation via reduct of lipogenesis and promotion of hepatic lipid clearance [J]. J Sci Food Agric, 2011, 91(15): 2740 - 2748.
- [16] JACOMETO C B, SCHMITT E, PFEIFER L F M, et al. Linoleic and  $\alpha$  - linolenic fatty acid consumption over three generations exert cumulative regulation of hepatic expression of genes related to lipid metabolism [J]. Gen Nutr, 2014, 9(4): 405 - 416.
- [17] OLIVEIRA M, PORTO B, FARIA I, et al. 20 Years of fatty acid analysis by capillai electrophoresis [J]. Molecules, 2014, 19(9): 14094 - 14113.
- [18] MOREIRA J F M, ALVES T S, BARBOSA R, et al. Effect of *cis* - 13 - docosenamide in the properties of compatibilized polypropylene/clay nanocomposites [J]. Macromol Symp, 2016, 367(1): 68 - 75.
- [19] 陈玉霞, 刘建华, 林峰, 等. DPPH 和 FRAP 法测定 41 种中草药抗氧化活性 [J]. 实验室研究与探索, 2011, 30(6): 11 - 14.

(上接第 71 页)