

检测分析

一种快速评价煎炸油稳定性方法的建立

张晋芳,王小三,金青哲,王兴国

(江南大学食品学院,江苏省食品安全与质量控制协同创新中心,江苏无锡214122)

摘要:用于评价煎炸油稳定性的传统方法不能如实反映实际煎炸过程中的变化,为了快速可靠地模拟实际煎炸过程中油脂的劣变情况,将以淀粉、葡萄糖、硅胶(质量比4:1:1)为原料制备的配方食物加入(180±5)℃的大豆油中,在自制快速煎炸装置中以500 r/min的搅拌速度进行煎炸试验,测定煎炸油极性物质含量的变化。通过分析快速煎炸和实际煎炸中极性物质的含量及其组成变化,确立两者之间的联系。结果表明,所建立的快速煎炸方法操作简便、耗时短,与实际煎炸中油脂劣变程度有良好的一致性,可应用于快速评估煎炸体系中油脂的稳定性。

关键词:煎炸油;极性物质;煎炸稳定性;甘油三酯聚合物

中图分类号:TS221;TQ641

文献标识码:A

文章编号:1003-7969(2018)04-0135-04

A rapid method for assessing the stability of frying oil

ZHANG Jinfang, WANG Xiaosan, JIN Qingzhe, WANG Xingguo

(Collaborative Innovation Center of Food Safety and Quality Control in Jiangsu Province, School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, Jiangsu, China)

Abstract: The traditional method used to assess the stability of frying oil can not reflect the changes in the actual frying. In order to assess the deterioration of oil in the actual frying process rapidly and reliably, a formulated food consisted of starch, glucose and silica gel (mass ratio 4:1:1) was added in soybean oil and heated at (180 ± 5)℃, and the frying experiment was carried out in self-made rapid frying device with 500 r/min. The contents of polar components were measured. The contents and compositions of polar components in rapid and actual frying were analyzed, and the connection between them was established. The results showed that the rapid frying method was simple and rapid and it was in good agreement with the degree of oil deterioration in actual frying. The rapid frying method could be used for assessing the stability of frying oil.

Key words: frying oil; polar component; frying stability; triglyceride polymers

食用油在高温煎炸条件下,与煎炸食物中的水分、空气等接触会发生水解、氧化、聚合等一系列复杂的反应,从而导致煎炸油品质下降^[1]。不同煎炸油由于其脂肪酸组成、微量成分的差异,煎炸稳定性

差异较大。一般情况下,煎炸油稳定性的评价方法都是通过实际煎炸来评价,然而实际煎炸具有费时、费力、费食材、高成本等缺点,目前缺乏有效的煎炸油稳定性的快速评价方法。

通常用于评价普通食用油稳定性的方法主要有Rancimat(氧化酸败法)和Schaal烘箱法,前者不适用于评价煎炸油稳定剂的效果,如一些易随气流挥发的化合物^[2]。后者主要通过升高温度加速油脂氧化,以过氧化值为指标评价油脂氧化稳定性,该法过程冗长。且上述的方法都是在低于煎炸温度下对煎炸油稳定性进行评估。而实际煎炸过程是一种反复煎炸的过程,在持续的加热、与氧气的不断接触以及与食物接触中发生了一系列反应^[3],这些间接的

收稿日期:2017-08-13;修回日期:2018-01-17

基金项目:政策引导类计划(产学研合作)-前瞻性联合研究项目(BY2016022-33);江苏省自然科学基金-青年基金项目(BK20150137)

作者简介:张晋芳(1993),女,在读硕士,研究方向为脂质科学与技术(E-mail)zhangjinfang1801@163.com。

通信作者:王小三,副教授,硕士生导师,博士(E-mail)958273690@qq.com。

评估方法可能无法正确描述煎炸过程中油脂劣变的程度。虽然已有研究建立评价油脂在煎炸条件下表现的方法, Gertz 等^[2]和 Barrera - Arellano 等^[4]均采用传统的 OSI 加热模块实现多孔加热至煎炸温度, 加热 6 ~ 10 h, 但极性组分含量较低, 不能代表实际煎炸过程中油脂品质的变化。Lan 等^[5]对此方法进行改进, 使用微型自制煎炸篮, 模拟间歇煎炸面条, 分批次煎炸 35 批, 煎炸终点极性组分含量达到 20%。然而, 煎炸中频繁更换食材, 耗时较长, 此外文中所用微型煎炸篮市场上目前没有商业化, 难以直接借鉴此评估方法。Aladedunye 等^[6]根据煎炸温度下除自由基诱导的氧化和聚合反应外, 还存在一种非自由氨基酸催化聚合的反应机制, 因此选取淀粉、葡萄糖和硅胶制得配方食物, 建立小型化设备模拟实际煎炸, 具有实验室可重复性, 然而, 此评价方法取样量极微, 难以获取足够的的数据用以描述煎炸性能。

本文以大豆油为煎炸用油, 改进 Aladedunye 等^[6]的方法, 以极性物质含量及其各组分的组成为指标, 建立快速煎炸与实际煎炸之间的联系, 确保快速评价模型可提供有效可靠的数据描述煎炸过程中油脂的劣变程度, 从而直接评估其煎炸稳定性。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 原料与试剂

一级大豆油(未添加抗氧化剂), 汇福粮油提供; 马铃薯淀粉、葡萄糖、硅胶 60(70 ~ 230 目)、无水乙醚、石油醚(沸程 30 ~ 60 °C)、丙酮, 均为分析纯, 上海国药试剂公司; 四氢呋喃为色谱纯, 百灵威科技有限公司; 冷冻预炸薯条, 市购。

1.1.2 仪器与设备

304 不锈钢茶叶滤网(6.7 cm 平底漏), 市购; YF-81 单缸单筛电炸炉, 广州市粤顺西厨设备有限公司; EL204 电子天平, 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司; C-MAG HS4 加热磁力搅拌器, 艾卡(广州)仪器设备有限公司; 制备型硅胶层析柱(20 g, 孔径 6 nm, 粒径 40 ~ 60 μm)、全自动食用油极性组分分离系统, 天津博纳艾杰尔科技公司; VD53 真空烘箱, 德国宾得有限公司; R204B 型旋转蒸发仪, 上海申胜生物科技有限公司; Waters 2695 型高效液相色谱仪, 2414 型示差折光检测器; Styragel 凝胶色谱保护柱和 Styragel HR 体积排阻凝胶色谱柱, Waters 公司。

1.2 试验方法

1.2.1 配方食物的制作

称取 40 g 马铃薯淀粉、10 g 葡萄糖、10 g 硅胶 60, 加入 40 mL 煮沸过的水, 混匀, 再加 80 mL 沸水, 并放置于预热到 110 °C 的可加热磁力搅拌器, 持续搅拌加热 8 min, 将制好的食物平铺在培养皿中, 冷却至室温后用快速水分测定仪测其水分含量, 为 66.5% ± 1.26%。将制备所得食物存放于 4 °C 冰箱中待用。

1.2.2 煎炸过程

实际煎炸: 向煎炸锅中倒入 4 kg 大豆油, 油温设定(180 ± 5) °C, 薯条 200 g/批, 每小时炸 3 批, 每天煎炸 8 h, 期间不添加新油, 每天煎炸结束用 60 目分样筛滤油。每隔 4 h 取油样, 样品冷却至室温后存放于 -20 °C 冰箱中待测。

快速煎炸: 在 500 mL 的烧杯中加入 100 g 新鲜大豆油, 随即放入干净的磁力搅拌子(8 mm × 25 mm), 准确称取 10 g 制好的配方食物于模拟煎炸篮中, 10 min 之内升温至(180 ± 5) °C, 随即将模拟煎炸篮投入煎炸油中, 停止搅拌煎炸 20 min, 取出食物继续搅拌。分别在煎炸 60、80、100、120 min 取油样 10 mL 待测。快速煎炸模型装置见图 1。

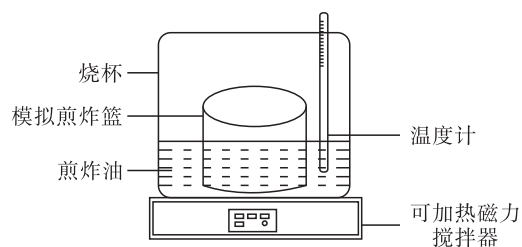


图 1 快速煎炸模型的装置

1.2.3 煎炸油中极性物质的含量及其组成的分析

参照 GB 5009.202—2016《食品安全国家标准 食用油中极性组分(PC)的测定》中制备型快速柱层析方法测定煎炸油中极性物质含量。

采用高效体积排阻色谱法分离煎炸油中的极性物质: 将制备所得的极性物质配制成 10 mg/mL, 经 0.22 μm 滤膜过滤后进行 HPLC 分析。色谱柱为 Styragel 凝胶色谱保护柱 + Styragel HR 1 体积排阻凝胶色谱柱(φ7.8 mm × 300 mm) + Styragel HR 0.5 体积排阻凝胶色谱柱(φ7.8 mm × 300 mm); 柱温 35 °C; 进样量 10 μL; 流速 0.7 mL/min; 流动相为四氢呋喃; 示差折光检测器(检测池温度 35 °C)。使用峰面积归一化法定量。

1.2.4 数据处理

采用 SPSS22.0 (ANOVA, LSD) 进行显著性分析, $P < 0.05$ 说明存在显著性差异。采用 Origin 8.0 制图。

2 结果与分析

2.1 快速煎炸模型中搅拌速度的选择

油脂处于煎炸温度(150~200℃)下^[7]并加入煎炸食品时,一部分甘油三酯转化为大量的降解产物。极性物质含量是表征油脂降解的一种重要指标。目前国内外食品安全法规中^[8]都对其进行了明确的限量。由于煎炸温度下,油脂溶氧能力下降,

没有搅拌速度,无法持续将氧气引入煎炸体系中,从而无法模拟实际煎炸中食物与油脂接触^[9]。但搅拌速度过大,又会造成较为严重的油脂喷溅。为了研究快速煎炸模型与实际煎炸之间的可靠联系,对0、200、300、400、500 r/min的搅拌速度下快速煎炸模型中的极性物质含量的变化进行研究,结果见表1。

表1 快速煎炸模型中不同搅拌速度下极性物质含量的变化

取样时间/min	极性物质含量/%				
	0	200 r/min	300 r/min	400 r/min	500 r/min
60	4.2 ± 0.3	6.5 ± 0.2	7.8 ± 0.4	8.5 ± 0.3	14.5 ± 0.3
80	6.0 ± 0.5	9.2 ± 0.7	10.8 ± 0.2	11.5 ± 0.2	20.8 ± 1.1
100	7.5 ± 0.1	15.9 ± 0.5	16.7 ± 0.5	17.4 ± 0.3	25.2 ± 0.9
120	10.7 ± 0.4	19.8 ± 0.9	20.9 ± 0.9	23.5 ± 1.1	32.0 ± 1.3

由表1可知,随着搅拌速度的增加,大豆油在煎炸温度(180 ± 5)℃下的劣变程度呈递增趋势。当搅拌速度为0时,加热120 min极性物质含量为10.7%,与实际煎炸相比,仅能表现其1 d内的油脂劣变情况。搅拌速度升至400 r/min时,120 min的极性物质含量为23.5%,仍低于国标中的限定值27%。而搅拌速度500 r/min时,120 min的极性物质含量超过国标限定值,此时油脂氧化降解程度较大,对应于实际煎炸约3 d之内的油脂氧化降解程度。因此,后续的试验中选取500 r/min为最佳搅拌速度,与实际煎炸体系建立联系,从而反映实际煎炸过程中油脂的性能变化。

2.2 实际煎炸与快速煎炸极性物质含量的比较

将4 kg新鲜大豆油加入煎炸锅中,迅速升温至(180 ± 5)℃,每小时煎炸薯条3批,每批200 g,每天煎炸8 h。对每隔4 h所取的样品进行极性物质含量测定。在搅拌速度为500 r/min时快速煎炸中分别取60、80、100 min和120 min的油样进行极性物质含量测定。结果如图2所示。

由图2可知,实际煎炸与快速煎炸中极性物质含量随着煎炸时间的延长呈现逐渐增加的趋势。新鲜大豆油中的极性物质含量较低,由于在煎炸过程中未补充新油,在煎炸24 h之内,极性物质含量随煎炸时间的延长基本呈现线性增加。煎炸8 h,极性物质含量为15.9%;煎炸20 h时,极性物质含量为29.9%,超过了煎炸用油国标限定值27%。在快速煎炸过程中,煎炸60 min所得极性物质含量与实际煎炸中的8 h所对应。煎炸80 min和100 min的极性物质含量与实际煎炸过程中的16 h所对应。煎炸120 min时所得的极性物质含量与实际煎炸24 h的相当。

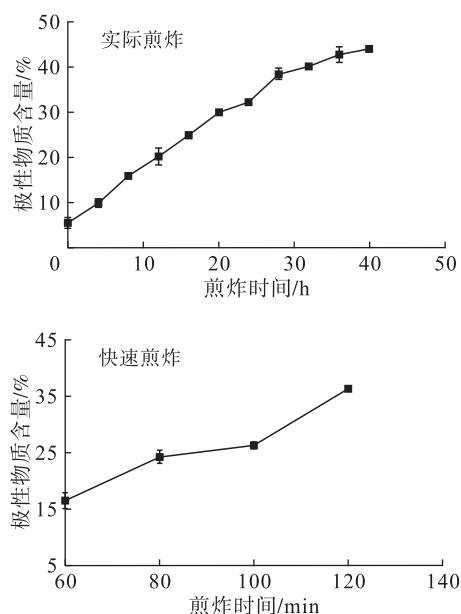


图2 实际煎炸与快速煎炸中的极性物质含量随煎炸时间变化

2.3 实际煎炸与快速煎炸极性物质各组分的变化

煎炸体系中油脂发生了热氧化、聚合、水解等多种反应,产生了大量的化合物。因此,将快速煎炸模型与实际煎炸中极性物质中各组分含量进行比较分析,这些组分主要包括氧化甘油三酯寡聚物(TGO)、氧化甘油三酯二聚物(TGD)、氧化甘油三酯单体(oxTAG)、甘油二酯单体(DG)、游离脂肪酸(FFA)5大类组分。对5大类组分随煎炸时间变化的规律进行检测,结果如图3所示。

由图3可知,快速煎炸模型中TGO面积百分比随着煎炸时间的延长而增加,在煎炸后期其含量变化逐渐趋于平缓,这与实际煎炸过程中TGO变化趋势一致。快速煎炸模型中,DG和FFA面积百分比都随着煎炸时间延长呈连续下降的趋势,主要是持

续高温水分挥发,水解产物 DG 和 FFA 生成下降^[10]。另因高温缺氧条件下,主要的特征并非氧化^[2],所以 oxTAG 面积百分比随着煎炸时间的延长而先增加后减少。TGD 面积百分比随着煎炸时间的延长呈现先增加后缓慢减少的趋势,这是由于 oxTAG 是生成 TGD 的主要原料,oxTAG 的含量影响了 TGD 的增长速度。这与大豆油实际煎炸体系中的变化规律一致,也与其他植物油煎炸过程中所观察到的结果一致^[11]。由图 3 也可知,快速煎炸模型中煎炸 120 min 所得样品的 TGO 面积百分比与实际煎炸中的 16 h 较为接近,快速煎炸 100 min 的 TGD 面积百分比接近实际煎炸 16 h。因此,说明所建立的快速煎炸模型可与实际煎炸过程建立良好联系,真实可靠地反映实际煎炸中油脂劣变的程度。为评估油脂劣变程度提供了一种简便方法。

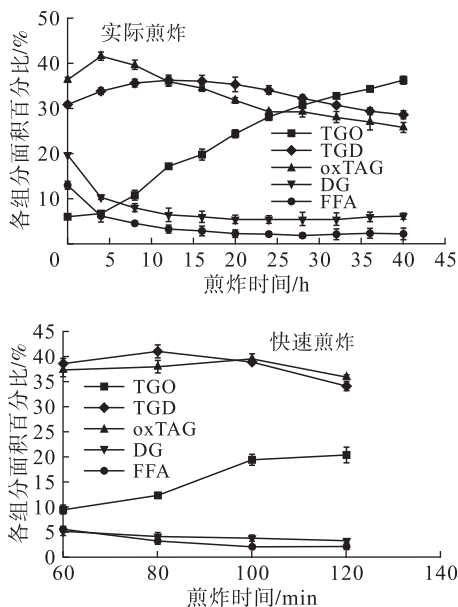


图3 实际煎炸与快速煎炸中各极性组分组成随煎炸时间变化

3 结论

本文改进了现有的快速煎炸模型,快速获取足够的样品量用于全方面多指标地准确评估煎炸油性能。快速煎炸模型中,随着搅拌速度的增加极性物质含量增加,且所得样品在极性物质含量及其各组分的含量随煎炸时间的变化规律都与以薯条为煎炸

食物的实际煎炸体系相一致。试验结果表明,快速煎炸模型可如实模拟实际煎炸条件中油脂的劣变程度,从而可用于评估煎炸油的性能和寿命及煎炸油稳定剂的效果。但是,本文只模拟了以淀粉为主的煎炸食品薯条,对于含油量较高的食品、高蛋白类食品的快速煎炸评价模型的建立还需进一步研究。

参考文献:

- [1] 周莉. 食用油在煎炸中品质的变化及极性组分的快速检测技术研究[D]. 重庆:西南大学, 2009.
- [2] GERTZ C, KLOSTERMANN S, KOCHHAR S P. Testing and comparing oxidative stability of vegetable oils and fats at frying temperature[J]. Eur J Lipid Sci Technol, 2000, 102(8/9): 543 - 551.
- [3] GERTZ C, KOCHHAR S P. A new method to determine oxidative stability of vegetable fats and oils at simulated frying temperature[J]. Oleagineux, Corps Gras Lipid, 2001, 8(1): 82 - 88.
- [4] BARRERA - ARELLANO D, RUIZ G M, DOBARGANES M O. A simple procedure to evaluate the performance of fats and oils at frying temperatures [J]. Grasas Aceites, 1997, 48(4): 231 - 235.
- [5] LAN B, PATEL N M, SCHROEDER W D. Identification of ingredients for stabilizing frying oil through a new screening method [J]. J Am Oil Chem Soc, 2016, 93 (9): 1183 - 1190.
- [6] ALADEDUNYE F A, PRZYBYLSKI R. Rapid assessment of frying performance using small size samples of oils/fats [J]. J Am Oil Chem Soc, 2011, 88(12): 1867 - 1873.
- [7] 李徐. 基于介电和流变特性的煎炸油极性组分快速检测技术及仪器开发[D]. 江苏 无锡:江南大学, 2016.
- [8] 王莉蓉, 金青哲, 冯国霞, 等. 我国及欧美煎炸食用油法律法规与标准概述[J]. 食品安全质量检测学报, 2015(9): 3774 - 3779.
- [9] FRANKEL E N. Lipid oxidation[M]. 2nd ed. UK: Oily Press, 2012: 259 - 297.
- [10] ABDULKARIM S M, LONG K, LAI O M, 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.
- [11] 曹文明. 三酰甘油氧化聚合物的检测、评价及应用 [D]. 江苏 无锡:江南大学, 2013.