

斑点叉尾鮰鱼脱水程度对其油炸品质的影响

张 鹏, 王 旋, 杨 方, 姜启兴, 许艳顺, 夏文水*

(食品科学与技术国家重点实验室, 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122)

摘要: 以色泽、质构、含油量、过氧化值、硫代巴比妥酸(TBA)以及酸价指标, 研究鱼块的脱水程度(未脱水, 水分质量分数 75%、70%、65%、60%)对油炸过程中鱼肉品质的影响。结果表明: 随着脱水程度的增加, 油炸前鱼肉水分含量的减少, 油炸过程中鱼块的 TBA 值和酸价呈现逐渐增加的趋势, 过氧化值则是先变大后减小, 表明脂肪氧化程度的加剧, 然而鱼肉的含油率随着油炸前水分含量的减少呈现逐渐下降的趋势, 感官品质分析表明, 鱼肉油炸前适度脱水可以改善油炸后鱼肉的色泽, 增强鱼肉的硬度和咀嚼性。

关键词: 鮰鱼; 油炸; 脱水; 品质

中图分类号: TS 205; TS 254 文献标志码: A 文章编号: 1673—1689(2016)08—0878—05

Effect of Dehydration Degree on the Quality of Fried Channel Catfish

ZHANG Peng, WANG Xuan, YANG Fang, JIANG Qixing, XU Yanshun, XIA Wenshui*

(State Key Laboratory of Food Science and Technology, School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: To investigate the effect of dehydration degree (non-dehydration, 75%, 70%, 65%, 60%) on the quality of fried catfish, color, texture, oil content, peroxide value, thiobarbituric acid (TBA) and the acid value were measured in this study. The results showed that TBA was increased with the increasing degree of dehydration and decreasing water content, while the peroxide value was increased at first and then decreased, which indicated higher lipid oxidation. However, oil content showed the same level as the water content. Sensory analysis showed that moderate dehydration could improve the color of fried catfish and increase hardness and chewiness of the flesh.

Keywords: channel catfish, frying, dehydration, quality

斑点叉尾鮰鱼简称鮰鱼, 原产于美国密西西比河, 是一种经济价值较高的大型淡水鱼。鮰鱼肉质细腻、味道鲜美、口感好, 蛋白质和维生素含量丰富, 具有催乳和滋补的功能^[1]。由于国内消费鮰鱼的习惯尚未形成, 鮰鱼加工主要以冷冻鮰鱼片出口为

主。近年来, 美国鮰鱼进口的贸易壁垒和进口量受制于其国内的鮰鱼养殖量等因素, 我国鮰鱼产量逐年递增而鮰鱼出口量下降, 同时巴沙鱼作为冷冻鮰鱼片的替代原料影响鮰鱼的市场销量, 这对我国鮰鱼产业造成了很大影响。因此亟需开发适合国内消

收稿日期: 2015-03-04

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项(CARS-46), 苏北富民强县项目(BN2014052); 江苏省水产三新工程项目(D2013-7)。

* 通信作者: 夏文水(1958—), 男, 江苏高淳人, 教授, 博士研究生导师, 主要从事食品与水产品精深加工研究。E-mail: xiaws@jiangnan.edu.cn

费者的鲷鱼产品,扩大国内鲷鱼的销路和提高鲷鱼的深加工程度。淡水鱼罐头制品由于其易保藏、食用方便、口味多样等受到国内消费者的青睐^[2]。由于淡水鱼含水量较高,杀菌等加工过程中易造成质构软烂、咀嚼性差等问题,通过油炸脱水可以降低鱼肉的水分活度,降低杀菌强度,减少加工过程中对鱼肉品质的破坏程度。油炸能够使蛋白质变性,延长食品的保存期,增强食品营养成分的消化性;同时,高温油炸条件下可挥发腥味等让人不愉快的气味物质,改善食品的风味,因此油炸食品在国内外都备受人们的喜爱^[3]。油炸前对盐渍后的鲷鱼鱼肉进行干燥脱水,以获得适宜的鱼肉质度,适当的脱水程度有利于提高鱼肉油炸品质^[12]。

近来,国内外很多学者都在致力于预干燥脱水降低油炸食品吸油率的方法研究。Sukumar 等^[4]人对埃及豆休闲制品,通过优化预干燥时间和油炸时间,使产品降低了 54% 的含油率。Franco 等^[5]人研究了薯片预干燥处理对油炸工艺中质构的变化和吸油情况的影响,结果显示预干燥工艺能够显著降低薯片的含油率。然而,关于脱水程度对高蛋白质和高脂肪原料油炸过程中品质的影响的研究较少。本文旨在研讨鲷鱼鱼肉脱水程度对油炸品质的影响,为今后淡水鱼的加工特别是高蛋白质高脂肪鱼类的加工提供指导。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

鲜活斑点叉尾鲷鱼,体质量 1.5~2.0 kg/尾,购于华润万家超市;油炸用油为金龙鱼食用调和油。

石油醚(30~60 ℃)、三氯乙酸、硫代巴比妥酸(TBA)、氢氧化钾、碘化钾、硫代硫酸钠等,均为国产分析纯。

1.2 仪器与设备

TA-XT2i 物性分析仪,英国 Stable Micro 公司制造;CR-400 型色彩色差计,日本 ONICA MINOLTA 株式会社制造;UV-1000 型紫外-可见分光光度计,上海天美科学仪器有限公司制造。

1.3 实验方法

1.3.1 鲷鱼样品的制备 鲜活斑点叉尾鲷鱼,去头,去尾,去内脏,清洗,均匀分割成规格为 4 cm×3 cm×1.5 cm 的鱼块。放入 6 g/dL 的盐水中腌制 2 h,

然后捞出用清水冲洗沥干,放置于 60 ℃热风干燥箱中干燥至目标含水率分别为质量分数 75%、70%、65%、60%,冷却至室温,将干燥到不同含水率(未脱水,水分质量分数 75%、70%、65%、60%)的鱼块于 180 ℃的油中油炸 3 min,取出沥干。

1.3.2 脂肪含量的测定 将经过油炸的鱼肉沥干冷却至室温作为试样,脂肪的测定方法按照 GB/T5009.6—2003 中的索氏抽提法。

1.3.3 色泽分析 将油炸好的鱼肉沥干冷却至室温,取出块状鱼肉用色差仪测量其 L^* 、 a^* 和 b^* 值,不同条件下每组取 3 块,重复测定 6 次取平均值。

1.3.4 质构分析 将油炸好的鱼肉沥干冷却至室温,取出块状鱼肉采用 TA-XT2i 物性分析仪,使用平底柱形 P25 探头(直径 25 mm)对试样进行两次压缩 TPA 模式测试。测试条件为:测试前速率 2 mm/s,测试速率 1 mm/s,测试后速率 5 mm/s,压缩体积程度 40%,停留间隔时间 5 s,负重探头类型 Auto-5kg,数据收集率 200 pps。不同条件下每组至少测定 3 个样品,取平均值。记录其硬度、弹性、咀嚼性数据。测定参数参考 Rustad T 等的报道^[6]。

1.3.5 酸价的测定 酸价的测定按照 GB/T5009.37—2003。

1.3.6 过氧化值的测定 过氧化值的测定按照 GB/T5009.37—2003 中的滴定法。

1.3.7 硫代巴比妥酸值(TBA)的测定 取 10.00 g 粉碎的肉样,加 50 mL 质量分数 7.5% 的三氯乙酸(含质量分数 0.1% EDTA),振摇 30 min,双层滤纸过滤 2 次。取 5 mL 上清液,加入 5 mL 0.02 mol/L 的 2-硫代巴比妥酸溶液,沸水浴中保温 40 min,取出冷却 1 h 后,以 1 600 r/min 离心 5 min,取上清液,加入 5 mL 氯仿摇匀,静置分层后取上清液,分别在 532 nm 和 600 nm 处比色,记录吸光值并用公式计算 TBARS 值。

$$T = \frac{(A_{532} - A_{600}) \times 7\ 206}{155m} \quad (1)$$

式(1)中, A_{532} 和 A_{600} 分别为 532 nm 和 600 nm 波长下测得的吸光度值; m 为样品质量(g);7 206 为丙二醛的摩尔质量(g/mol)乘上 100;155 为吸光系数。

1.3.8 数据分析 每个样品设 3 个平行,采用 Origin 8.6 和 SPSS 17.0 软件进行数据分析。测定结果以平均值±标准偏差表示。以 $P < 0.05$ 为差异显著,除色泽外其余测得数据均以干基计。

2 结果分析

2.1 脱水程度对油炸鱼肉含油率的影响

脱水程度对油炸鱼肉含油率的影响如图 1 结果显示:总体上油炸过程中鱼肉的含油率随着脱水程度的增大而显著降低,未脱水的鱼肉油炸后的含油量较高,为质量分数 23.47%,而脱水至 75%水分质量分数的鱼肉油炸后的含油率为 15.25%,降低了 35%的含油量,继续脱水程度至质量分数 65%能够降低大约 63%的含油率,效果较为明显,预干燥的水分质量分数超过 65%以后,含油率的下降呈现较慢的趋势。油炸前含水量较高的鱼肉经过高温油炸之后,表面的水分迅速蒸发,外层形成了外皮壳,内层的水受热形成蒸汽,从壳内的孔隙通道逸出。随着油炸时间的延长,油可以粘附在鱼肉表面,渗入水分蒸发后留下的空间。食品内部压力降低,会使吸油量增加,由于含水量较少的鱼肉油炸冷却后内部压力相对较小,因此吸油率也随之较小^[7]。当脱水程度超过一定范围后,对油炸鱼肉的含油率影响减小,这与 P.Franco^[8]和 J.Rahimi^[9]以及 T.T.Mai Tran^[10]研究得到油炸前的脱水可以降低油炸原料含油率的结果一致。

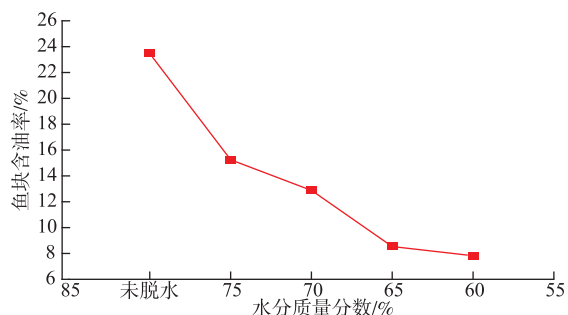


图 1 脱水程度对油炸鱼肉含油率的影响

Fig. 1 Effect of degree of dehydration on oil content of fried Channel Catfish

2.2 脱水程度对油炸鱼肉色泽的影响

从表 1 结果可以看出,脱水程度为质量分数 75%时油炸后鱼肉的 L^* 值最大,水分质量分数为 60%时 a^* 值和 b^* 值最大, a^* 值和 b^* 值在水分质量分数为 70%和 65%时差异不显著,总体上随着脱水程度的增大呈现逐渐增大的趋势, L^* 值则显示先上升后下降的趋势。可能是随着初始油炸水分含量的减少,高温油炸加速组织内物质间的相互作用,如肌原纤维蛋白质完全变性,血红素和球蛋白之间的

结合减弱,蛋白质的含氨基化合物参与美拉德反应,经过一系列缩合、分子重排、裂解、聚合等过程,同时发生焦糖化作用,油脂在高温下发生氧化、聚合等一系列反应,加上鱼块的进一步失水,鱼肉的表面逐渐形成诱人的金黄色,但是随着进一步的受热,鱼块的色泽由金黄色向褐色转变,降低了鱼肉的感官品质^[11]。这与 A.Tajner-Czopek^[12]的研究得到的脱水可以改善油炸原料色泽的结果一致。

表 1 脱水程度对油炸鱼肉色泽的影响

Table 1 Effect of the degree of dehydration on color of fried Channel catfish

水分质量分数/%	L^*	a^*	b^*
对照组	58.54±1.97 ^{ab}	1.12±0.04 ^a	12.14±0.30 ^a
75	64.68±1.25 ^c	2.84±0.13 ^b	23.25±1.03 ^b
70	60.33±1.78 ^b	7.75±0.20 ^c	31.14±0.46 ^c
65	61.58±1.80 ^{bc}	8.17±0.21 ^c	30.27±0.81 ^c
60	55.34±2.15 ^a	12.32±0.44 ^d	33.68±0.87 ^d

注:同一行中不同的小写字母表示有显著性差异 ($p < 0.05$)。

2.3 脱水程度对油炸鱼肉质构的影响

硬度表现为人体的触觉柔软或坚硬,使食品达到一定变形所需要的力,即食品保持形状的内部结合力。弹性是变形样品在去除变形力后恢复到变形前的条件下的高度或体积比率。咀嚼性是一项综合质地分析参数,它是鱼肉硬度、凝聚力和弹性综合作用的结果^[13]。结果如图 2—4 所示,随着油炸前鱼肉水分含量的下降,油炸鱼肉的硬度和咀嚼性都有较为明显的上升趋势,然而弹性呈现下降的趋势。鱼肉在高温油炸的起始阶段热量用于失水的快速蒸发,蛋白质部分变性,随着油炸初始水分的减少,鱼肉组织会进一步受热而导致蛋白质变性和外皮壳增厚,而烘干后的样品由于加热脱水,肌原纤维热收缩变细,肌肉蛋白质变质凝聚,使鱼肉质结结实,能减少高温油炸时的热破坏,并且从上述实验结果可知,经烘干的鱼肉油炸后的质地不易松散,更加结实,嚼劲性更强^[14-15]。但是脱水程度过高,会使得在油炸过程过度失水,形成的硬壳会降低鱼肉的口感。

2.4 脱水程度对油炸鱼肉氧化特性的影响

酸价、过氧化值和 TBA 值的这种不同的变化是因为它们分别反映了脂肪的水解程度和氧化程度。酸价反映的是脂肪水解的程度,通常随水解程度的加剧而增大;过氧化值是衡量脂肪氢过氧化物的指

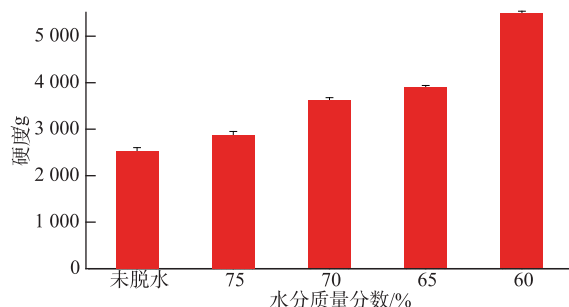


图 2 脱水程度对油炸鱼肉硬度的影响

Fig. 2 Effect of degree of dehydration on hardness of fried Channel catfish

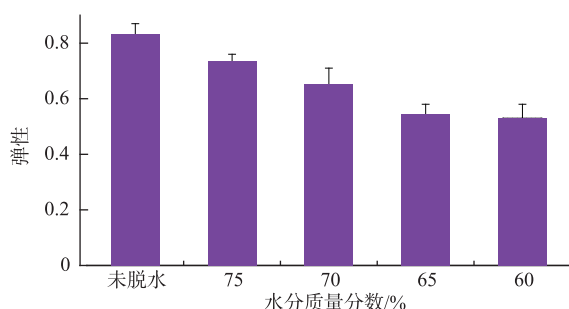


图 3 脱水程度对油炸鱼肉弹性的影响

Fig. 3 Effect of degree of dehydration on spring of fried Channel catfish

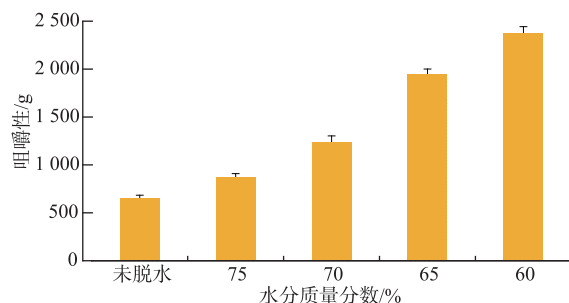


图 4 脱水程度对油炸鱼肉咀嚼性的影响

Fig. 4 Effect of degree of dehydration on chewiness of fried Channel catfish

标,表明脂肪初级氧化的程度,其生成的过氧化物还会分解产生醛、酸、酮和羧基酸;TBA 值是脂肪的氧化终产物,随氧化程度加深 TBA 值不断增大^[16]。脱水程度与油炸鱼肉酸价、过氧化值和 TBA 值的关系如图 5—7 结果所示,硫代巴比妥酸(TBA)和鱼肉酸价随着脱水程度的增大,总体上呈现上升的趋势,可能是由于油炸的初始水分较少,会使得加热蒸发水分后,鱼肉中所含较高脂肪和油炸过程中吸收的油脂在高温下发生更为强烈的氧化,同时鱼肉中的脂肪酸在高温下也会发生进一步水解。而过氧化值则呈现随着脱水程度的增大,先增加后减小的

趋势。过氧化值在刚开始阶段,鱼肉随着高温油炸下热量的增加,氧化程度加剧,生成的氢过氧化物增加,导致过氧化值增加,随着进一步高温受热,先前生成的氢过氧化物会分解,当分解速率大于生成速率时,过氧化值就会下降^[17]。

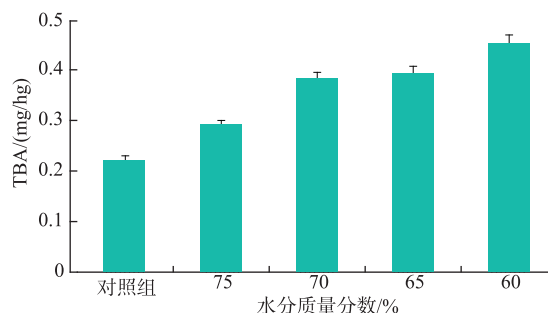


图 5 脱水程度对油炸鱼肉 TBA 值的影响

Fig. 5 Effect of degree of dehydration on TBA value of fried Channel catfish

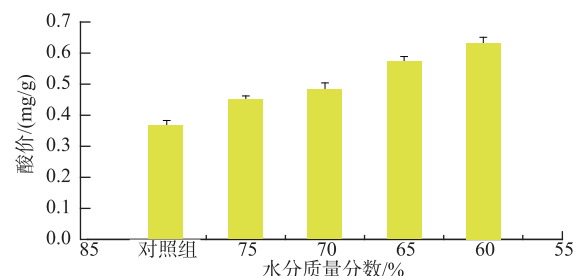


图 6 脱水程度对油炸鱼肉酸价的影响

Fig. 6 Effect of degree of dehydration on acid value of fried Channel catfish

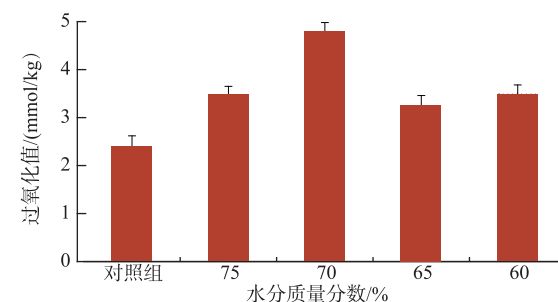


图 7 脱水程度对油炸鱼肉过氧化值的影响

Fig. 7 Effect of degree of dehydration on acid value of fried Channel catfish

3 结 语

通过研究脱水程度对鱼肉油炸过程中感官品质和氧化特性相关指标的影响,得出随着油炸前鱼肉中初始水分的减少,TBA 和酸价呈现出逐渐上升

的趋势,过氧化值呈现先上升后下降,表明油炸过程中脂肪氧化程度的加剧。然而降低油炸前鱼肉中初始水分可以显著降低鱼肉的含油率,鱼肉的色泽也随着脱水程度而在油炸之后逐渐变成诱人的金黄色,再逐渐加深向黄褐色转变,表明一定程度的

预干燥脱水可以改善鱼肉油炸后的色泽,同时能够增强鱼肉的硬度和咀嚼性。综上所述,油炸前鱼肉适当的预干燥脱水可以提高鱼肉的油炸品质,当脱水程度至油炸前鱼肉水分质量分数 70%时,能够保证产品的最佳感官品质,且脂肪的氧化程度较低。

参考文献:

- [1] 王玉华,万刚. 斑点叉尾鲴鱼片的加工工艺、营养成分及质构分析的研究[J]. 肉类工业,2011(11):25-27.
WANG Yuhua, WAN Gang. Studying on processing technique, nutrient component and texture analysis of channel catfish slice [J]. **Meat Industry**, 2011(11):25-27. (in Chinese)
- [2] 夏文水,罗永康. 大宗淡水鱼贮运保鲜与加工技术[M]. 北京:中国农业出版社,2014:180-181.
- [3] 金华丽,谷克仁. 油炸食品安全性分析及危害预防[J]. 中国油脂,2010,35(9):74-77.
JIN Huali, GU Keren. Safety analysis of fried food and its harm prevention [J]. **China Oils and Fats**, 2010, 35 (9):74-77. (in Chinese)
- [4] SUKUMAR D K K, BHAT N, RASTOGI K. Effect of pre-drying on kinetics of moisture loss and oil uptake during deep fat frying of chickpea flour-based snack food[J]. **LWT**, 2003, 36:91-98.
- [5] FRANCO P, PEDRO M. Effect of pre-drying on texture and oil uptake of potato chips[J]. **LWT**, 2005, 38:599-604.
- [6] DUUN A S, RUSTAD T. Quality of super chilled vacuum packed Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets stored at -1.4 and -3.6 °C [J]. **Food Chemistry**, 2008, 106:122-131.
- [7] 曾敏,谭兴和. 预干燥时间对微波低油薯片的影响[J]. 食品科技,2007(5):157-160.
ZENG Min, TAN Xinghe. Discussion on the conditions of microwave techniques producing low oil content potato chips[J]. **Food Science and Technology**, 2007(5):157-160. (in Chinese)
- [8] PEDRESCHI Franco, MOYANO Pedro. Effect of pre-drying on texture and oil uptake of potato chips [J]. **Food Science and Technology**, 2005, 38(6):599-604.
- [9] JAMSHID Rahimi, MICHAEL O. Ngadi effect of batter formulation and pre-drying time on oil distribution fractions in fried batter[J]. **Food Science and Technology**, 2014(59):820-826.
- [10] Mai TRAN T T, CHEN Xiaodong. Reducing oil content of fried potato crisps considerably using a 'sweet' pre-treatment technique[J]. **Journal of Food Engineering**, 2007, 80:719-726.
- [11] IKOKO J, KURI V. Osmotic pre-treatment effect on fat intake reduction and eating quality of deep-fried plantain [J]. **Food Chemistry**, 2007, 102:523-531.
- [12] TAJNER-CZOPEK A, ADAM Figiel. Effects of potato strip size and pre-drying method on french fries quality [J]. **Europe Food Research Technology**, 2008(227):757-766.
- [13] 姜启兴,夏文水. 加热温度对鳊鱼色泽和质构的影响研究[J]. 食品工业科技,2013,34(17):67-70.
JIANG Qixing, XIA Wenshui. Study on the effect of heating temperature on color and texture of bighead carp [J]. **Science and Technology of Food Industry**, 2013, 34(17):67-70. (in Chinese)
- [14] 吕梦莎,梅灿辉,李汴生,等. 预烘干对即食梅香黄鱼热杀菌前后色泽和质构特性的影响[J]. 食品与发酵工业,2011,37(11):33-38.
LV Mengsha, MEI Canhui, LI Biansheng, et al. Effects of pre-drying process on color and texture characteristics of ready-to-eat fermented yellow croaker before and after thermal sterilizing [J]. **Food and Fermentation Industries**, 2011, 37 (11):33-38. (in Chinese)
- [15] TAIWOA K A, BAIK B O D. Effects of pre-treatments on the shrink age and textural properties of fried sweet potatoes[J]. **LWT**, 2007(40):661-668.
- [16] 孙灵霞,赵改名,李苗云,等. 油炸工艺对鸡肉串品质的影响[J]. 河南农业大学学报,2010(6):710-714.
SUN Linxia, ZHAO Gaiming, LI Miaoyun, et al. Effects of frying process on quality of chicken strings [J]. **Journal of Henan Agriculture University**, 2010(6):710-714. (in Chinese)
- [17] FERIOLI F, CABONI M F, DUTTA P C. Evaluation of cholesterol and lipid oxidation in raw and cooked minced beef stored under oxygen-enriched atmosphere[J]. **Meat Sci**, 2008, 80(3):681-685. (in Chinese)