鲮鱼油炸过程中棕榈油指标的变化与控制

陈穗，徐婷，崔鹏举

（广东美味鲜调味食品有限公司，广东中山 528437）

摘要：本研究对鲮鱼油炸过程中棕榈油指标的变化进行了感官及理化分析，并采用“Dalsorb 吸附剂+板框过滤”的方法，对油炸后的棕榈油进行处理。结果表明：随着油炸时间的延长，棕榈油色泽逐渐加深、流动性及透明度逐渐变差，并且有大量鱼渣出现；棕榈油的酸价、羰基价、极性组分随油炸时间的延长不断增大（酸价由初始 0.06 mg KOH/g 上升至 2.34 mg KOH/g，羰基价由初始 3.64 meq/kg 上升至 17.70 meq/kg，极性组分由初始 3.07%上升至 15.1%），过氧化值的变化无明显规律；其中酸价、极性组分变化更接近国标上限，可优先做为评价指标，但考虑到极性组分检测时间长的原因，建议在线监控以酸价指标为主。采用“Dalsorb 吸附剂+板框过滤”的方法，能够明显的降低煎炸后棕榈油的酸价指标（酸价由 2.36 mg KOH/g 下降至 1.50 mg KOH/g），对羰基价和极性组分的处理效果不明显。

关键词：棕榈油；鲮鱼；油炸

文章篇号：1673-9078(2018)05-108-112 DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2018.05.016

Change and Control of Palm Oil Index in the Frying Process of Dace

CHEN Sui, XU Ting, CUI Peng-ju

(Guangdong Meiweixian Flavouring Food Co., Ltd., Zhongshan 528437, China)

Abstract: The change of palm oil index during the frying process of dace was evaluated by sensory and physicochemical analysis in this study, and the "Dalsorb adsorbent + plate filtration" method was used for palm oil treatment after frying. Results show that with the increase of frying time, the color of palm oil was gradually deepened, the liquidity and transparency were gradually degraded, and a large amount of fish dregs appeared. The acid value (from 0.06 mg KOH/g to 2.34 mg KOH/g), carbonyl value (from 3.64 meq/kg to 17.70 meq/kg) and polar component (3.07% to 15.1%) of palm oil increased with the increase of frying time, and there was no obvious change in the peroxide value. The change of acid value and polar component was closer to the upper limit of the national standard and could be used as evaluation index. In addition, the online monitoring should be mainly based on acid value index due to the reason for long detection time of the polar component. The "Dalsorb adsorbent + plate filtration" method could significantly reduce the acid value (from 2.36 mg KOH/g to 1.50 mg KOH/g), and the changes of carbonyl value and polar components were not obvious.

Key words: palm oil; dace; frying

鲮鱼罐头作为广东地区一种特色的油炸类罐头制品，因其松化、回甘可口，携带、食用方便，深受许多成人尤其是儿童喜爱。但是在煎炸过程中油脂发生的各种变化极大地降低了营养价值，特别是未进行处理的油脂，会产生更多对人体有害的物质[1~4]，经常食用对身体极为不利。因此对于鲮鱼罐头工业化生产过程，对煎炸过程的油脂质量控制与处理是十分必要的。

在油脂研究中，煎炸过程中有众多的化学物理指标，酸价、碘值、皂化值、过氧化值、氧化稳定性、黏度、聚合物的含量、脂肪酸组成、甘二酯和甘三酯的含量等，对于食品生产厂家来说，减缓煎炸油氧化变质的速度，明确各项指标油脂在煎炸过程中的质量变化，找出质量监控指标，延长油脂的使用时间，可以降低食品加工成本，提高产品的质量，符合现代食品工业发展需求。

据作者了解，目前广东各主要鲮鱼罐头生产企业对煎炸所用的棕榈油都有一定的处理（如离心或过滤），但是针对鲮鱼煎炸过程中棕榈油的主要指标（酸价、过氧化值、羰基价、极性组分）的变化规律分析以及处理（如离心或过滤）后的效果评价，鲜有报道。本研究对鲮鱼煎炸过程中棕榈油的感官及主要理化指标（酸价、过氧化值、羰基价及极性组分）进行了详细的测定与分析，在确保煎炸用油符合卫生指标要求下，对比鲮鱼煎炸过程中多个指标的变化情况，选出质量监控的优先指标，为鲮鱼罐头工业化生产过程中煎炸环节的质量监控与品质管理提供了一定的参考，

收稿日期：2017-12-28

作者简介：陈穗（1975-），女，硕士，高级工程师，研究方向：食品加工与开发

通讯作者：崔鹏举（1983-），男，研发主管，主要从事食品加工技术开发

另外对部分企业所采用的“Dalsorb 吸附剂+板框过滤”处理煎炸后棕榈油的方法进行了系统的效果评价。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

鲮鱼，购于市场；棕榈油（熔点 24 ℃），中粮新沙粮油工业（东莞）有限公司；Dalsorb 吸附剂：主要成分硅酸镁，上海鲁和机械工程有限公司；乙醚、95%乙醇、异丙醇、酚酞指示剂、冰乙酸、三氯甲烷、碘化钾、硫代硫酸钠、石油醚(沸程 30~60 ℃)、无水硫酸钠、可溶性淀粉、重铬酸钾乙醇、2,4-二硝基苯肼、三氯乙酸、氢氧化钾、铝粉、硅胶、海砂，以上均为分析纯；苯，色谱纯。

全自动杀鱼机：生产设备（尺寸 3.1×2.2×1.5 m，处理量 500 kg/h），佛山力恒食品机械有限公司；油炸机：生产设备（尺寸 28.7×4×2.36 m，处理量 500 kg/h），佛山华谋食品机械有限公司；HHOF-40 型板框过滤机，上海鲁和机械工程有限公司；T6-紫外可见分光光度计，北京普析通用仪器有限公司；HH-W 型三用恒温水箱，常州市国立试验设备研究所；BSA124S 型、BSA623S 型电子分析天平，德国赛多利斯股份有限公司；JJ1000 型电子天平，常熟市双杰测试仪器厂。

1.2 方法

1.2.1 鲮鱼的预处理

鲮鱼经全自动杀菌机去头尾、去肠杂、清洗后，盐腌 4~6 h，等待油炸。

1.2.2 油炸与过滤处理

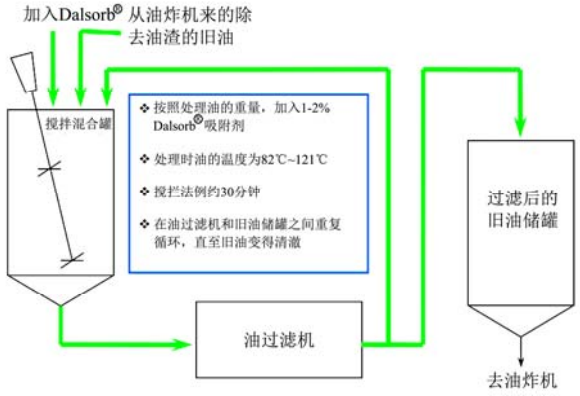


图 1 煎炸后棕榈油过滤流程

Fig.1 Filtration process of palm oil after frying

油炸：油炸机中放置 4 t 棕榈油，并每小时补油 60 kg，保证油炸机油量维持在 4 t，通过输送方式投入鲮鱼，每小时投鱼量 500 kg，温度控制在 160 ℃~180 ℃，连续油炸 10 h，每 2 h 取样进行感官与理化分析。

过滤处理与取样分析：首先将煎炸 10 h 后的棕榈油过 40 目网筛去渣，待油温冷却至 120 ℃后，加入 Dalsorb 吸附剂，搅拌 30 min，最后进板框过滤机过滤，将 4 t 棕榈油过滤用时需 5 h，过滤流程见图 1。取样时间点设置：过滤前（0 h），过滤后（5 h），冷却后（24 h）。过滤后棕榈油可作为下次生产使用。

1.2.3 感官评价

由 5 名经过培训的实验员组成评价小组，对煎炸油进行感官评价，分别从气味、透明度和流动性等方面进行描述分析。

1.2.4 酸价

参照 GB/T 5009.229-2016《食品中酸价的测定》。

1.2.5 过氧化值

参照 GB/T 5009.227-2016《食品中过氧化值的测定》。

1.2.6 羰基价

参照 GB/T 5009.37-2003《食用植物油卫生标准的分析方法》中 4.3 项测定。

1.2.7 极性组分

参照 GB/T 5009.202-2003《食用植物油煎炸过程中的极性组分（PC）的测定》。

1.2.8 数据统计

采用 SPSS 19.0 软件，进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 鲮鱼油炸过程中棕榈油的感官变化

由表 1 可知，鲮鱼油炸过程中，随着油炸时间的延长，棕榈油色泽逐渐加深、流动性及透明度逐渐变差，并且有大量鱼渣出现；其中颜色加深主要是因油脂在高温下发生了聚合反应生成了一系列聚合物，同时降低了油脂的透明度和流动性[5~8]。

表 1 感官评价

Table 1 Organoleptic evaluation

煎炸时间/h	感官变化（样品 60 ℃时观察）
对照	淡黄色,透明,流动性强
2	颜色加深,呈金黄色,透明,流动性好
4	颜色加深,呈浅棕黄色,透明,流动性好
6	颜色加深,呈棕黄色,透明,流动性好,淡焦香味
8	颜色加深,呈棕红色,透明一般,流动性一般,焦香味
10	颜色加深,呈深棕色,透明性差,流动性差,有大量鱼渣

2.2 鲮鱼油炸过程中棕榈油酸价的变化

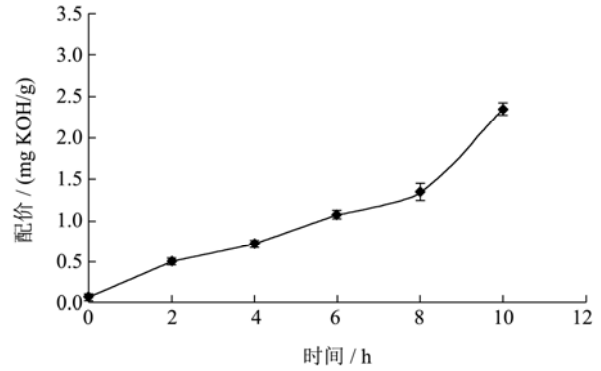


图 2 鲮鱼油炸过程中棕榈油酸价的变化

Fig.2 Change of acid value of palm oil during the frying process of dace

由图 2 可知，在 0~10 h 内，随着油炸时间的延长，棕榈油的酸价呈逐渐上升趋势；前 6 h，变化较缓慢，酸价由 0.06 mg KOH/g 上升到 1.07 mg KOH/g；酸价大于 1.0 mg KOH/g 后，上升趋势变快，试验中 10 h 时，酸价已上升到 2.34 mg KOH/。

造成煎炸油酸价升高的原因是在高温条件下油脂的氧化分解速度加快，分解成游离脂肪酸，同时油炸过程中，鲮鱼的水分也促进煎炸油的水解生成游离脂肪酸[9~13]；因此酸价可作为煎炸油质量评价的一项重要指标。

2.3 鲮鱼油炸过程中棕榈油过氧化值的变化

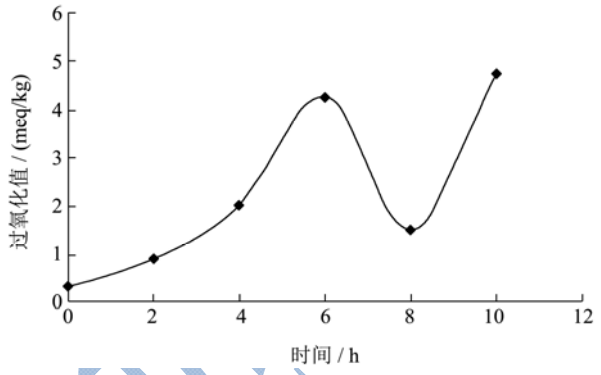


图 3 鲮鱼油炸过程中棕榈油过氧化值的变化

Fig.3 Change of peroxide value of palm oil during the frying process of dace

由图 3 可知，在鲮鱼油炸过程中，棕榈油过氧化值与时间的变化呈现波动状态，首先由 0.37 meq/kg 上升到 4.27 meq/kg，然后又下降至 1.53 meq/kg，之后又上升至 4.78 meq/kg。据资料可知，在整个油炸过程中，体系中氢过氧化物的量是先逐渐增多，随着其生成速度的降低，分解速度的加快，其含量又降低，即一直处于生成和分解的平衡状态，表现为煎炸过程中过氧化值呈波动变化，因此不适合作为煎炸油质量的评价指标[14~17]。

2.4 鲮鱼油炸过程中棕榈油羰基价的变化

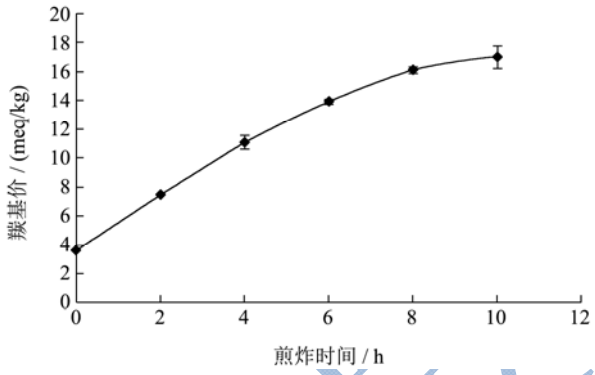


图 4 鲮鱼油炸过程中棕榈油羰基价的变化

Fig.4 Change of carbonyl value of palm oil during the frying process of dace

羰基价反映了油脂氧化产物，尤其是酮醛等有害物质的含量和油脂酸败劣变的程度，是煎炸油热裂变的指标[18~20]。由图 4 可知，在煎炸过程中，随着煎炸时间延长，棕榈油羰基价呈线性上升的趋势，由 3.64 meq/kg 上升到 17.70 meq/kg。

2.5 鲮鱼油炸过程中棕榈油极性组分的变化

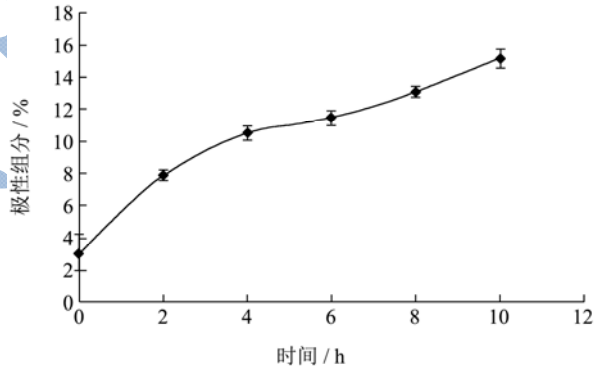


图 5 鲮鱼油炸过程中棕榈油极性组分的变化

Fig.5 Change of polar component of palm oil during the frying process of dace

油脂在煎炸时，伴随氧化、聚合和水解等一系列反应，不断产生极性化合物。因此，油脂中极性化合物的含量是一个衡量油脂是否过度地被反复使用和有害程度的指标[21~24]。从图 5 可知，在鲮鱼油炸过程中，随着油炸时间的延长，棕榈油极性组分呈上升的趋势，由 3.07%上升到 15.1%。

2.6 鲮鱼油炸过程中棕榈油质量评价指标的选择

同国家标准对比发现（见表 2），煎炸后棕榈油的酸价、极性组分最大值更接近国标上限，可优先做为

评价指标，但考虑到极性组分检测时间长的原因，建　　议在线监控以酸价指标为主。

表 2 煎炸棕榈油过程指标与国标要求对比

Table 2 Comparison of GB7102.1 and process index for fried palm oil

指标	最大值	《GB 7102.1 食用植物油煎炸过程中卫生标准》	检测时长/h
酸价，mg KOH/g	2.34	≤5.0	0.5
羰基价，meq/kg	17.7	≤50	1
极性组分，%	15.1	≤27	6

2.7 “Dalsorb 吸附剂+板框过滤”处理对煎炸棕榈油指标的影响

表 3 “Dalsorb 吸附剂+板框过滤”处理对煎炸棕榈油指标的影响

Table 3 Effects of "Dalsorb adsorbent + plate filtration" treatment on the index of fried palm oil

	温度，℃	酸价，mgKOH/g		极性组分，%		羰基价，meq/kg	
		对照	处理组	对照	处理组	对照	处理组
0 h（过滤前）	160±1.53	2.36±0.03	2.36±0.03	1.51±0.56	1.51±0.56	17.7±0.82	17.7±0.82
5 h（过滤后）	81±1.00	2.60±0.04	1.49±0.04*	15.4±0.26	15.1±0.59	18.3±0.47	17.8±0.30
24 h（冷却后）	30±1.53	3.02±0.06	1.50±0.04*	16.0±0.21	16.1±0.30	18.3±0.61	18.3±0.72

注：“*”表示 $p<0.05$。

由表 3 可知，同未过滤组比较，采用“Dalsorb 吸附剂+板框过滤”处理，能够明显的降低酸价指标，统计学上呈显著差异，酸价由 2.36 mg KOH/g 下降至 1.5 mg KOH/g；但对极性组分和羰基价的影响不明显。造成停止煎炸后油脂酸价仍在上升原因主要是在油炸过程中有许多鲮鱼碎屑等物质以及余温，仍在促进油脂的氧化分解。因此，通过过滤可以及时去除微小的杂质，可以减缓油脂氧化变化，采用 Dalsorb 吸附剂能有效吸附油脂分解的小分子酸性物质，降低油脂酸价，减缓油脂氧化变化[25]。

3 结论

油炸鲮鱼过程中，随着煎炸时长的延长，棕榈油可用性会随着时间的增加而降低；在油炸 10 h 内，随着时间的增加各个指标都呈现不同的变化，其中过氧化值指标在整个油炸过程中波动较大，不适合作为煎炸油质量的评价指标，酸价、羰基价、极性组分指标均随着油炸时间的延长而增加，其中酸价、极性组分变化更接近国标上限，可优先做为评价指标，但考虑到极性组分检测时间长的原因，建议在线监控以酸价指标为主。采用“Dalsorb 吸附剂+板框过滤过滤”处理的方法，能够明显降低酸价指标，在一定程度上改善煎炸油的品质。

参考文献

[1] 张小芳,邹文中,潘志民.HACCP 在豆豉风干鲮鱼罐头生产中的应用[J].价值工程,2014,18:314-316
ZHANG Xiao-fang, ZOU Wen-zhong, PAN Zhi-min. The application of HACCP in the processing of cans of air dried lobster sauce dace [J].Value Engineering, 2014, 18: 314-316

[2] 陈媛,张智武,张立伟.食用油脂安全及对人体健康的影响[J].西部粮油科技,2001,26(2):42-45
CHEN Yuan, ZHANG Zhi-wu, ZHANG Li-wei. The influence of human health and the safety of edible oils and fats [J]. China Western Cereals & Oils Technology, 2001, 26(2): 42-45

[3] 李翠玲.煎炸油的研究初探[J].食品科技,2009,8:112-113
LI Cui-ling. Summarization of frying oil [J]. Food Science and Technology, 2009, 8: 112-113

[4] 张虹,高霞.高温加热对植物油脂品质的影响[J].食品科技,1998,6:8-12
ZHANG Hong, GAO Xia. Great heating effects on the quality of plant oils [J]. Food Science and Technology, 1998, 6: 8-12

[5] Pamela J White. Methods for measuring changes in deep-fat frying oil [J]. Food Technology, 1991, 2: 75-78

[6] 栗波,郎志强,王鹏,等.食用油高温煎炸质变过程的研究[J].广东化工,2012,39(6):31-32
LI Bo, LANG Zhi-qiang, WANG Peng, et al. Qualitative deterioration changs of edible oil in deep-frying [J]. Guangdong Chemical Industry, 2012, 39(6): 31-32

[7] 许荣华,闫喜霜,姜慧,等.煎炸油羰基价的影响因素及其与黏度的关系研究[J].食品科学,2008,29(4):17-18
XU Rong-hua, YAN Xi-shuang, JIANG Hui, et al. Study on factors affecting carbonyl value of flying oil and relationship between carbonyl value and viscosity [J]. Food Science, 2008,

29(4): 17-18

[8] 李东锐,毕艳兰,肖新生,等.食用油煎炸过程中的品质变化研究[J].中国油脂,2006,31(6):34-36
LI Dong-rui, BI Yan-lan, XIAO Xin-sheng, et al. Research on the change of edible oil quality during frying process [J]. China Oils and Fats, 2006, 31(6): 34-36

[9] 马玉婷,侯利霞,刘玉兰,等.玉米油在油条煎炸过程中的品质变化[J].食品与机械,2016,2:16-19
MA Yu-ting, HOU Li-xia, LIU Yu-lan, et al. Quality changes of corn oil during frying dough sticks [J]. Food and Machinery, 2016, 2: 16-19

[10] 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,2014,2:577-585
WANG Tong-zhen, YU Lin, QIU Si-cong, et al. Effect of frying time on th fatty acids content in vegetable oils [J]. Journal of Food Safety and Quality, 2014, 2: 577-585

[11] 赵建春,刘改顺,张可,等.煎炸过程食用油的品质变化及控制措施研究进展[J].食品与机械,2013,5:261-264
ZHAO Jian-chun, LIU Gai-shun, ZHANG Ke, et al. A review on quality change and control measures of frying oil [J]. Food and Machinery, 2013, 5: 261-264

[12] 季敏,张剑,谢凤,等.以棕榈油为基础的鱼制品煎炸用油及其氧化稳定性研究[J].粮食与油脂,2016,2:65-67
JI Min, ZHANG Jian, XIE Feng, et al. Palm based frying oil for fish snack and its physical-chemical properties [J]. Cereals and Oils, 2016, 2: 65-67

[13] 何天宇,刘春英,康丹,等.不同植物油油炸面制品中反式脂肪酸含量的研究[J].中国食品卫生杂志,2017,2:149-154
HE Tian-yu, LIU Chun-ying, KANG Dan, et al. Research on trans fatty acid content in different kinds of vegetable oil fried flour products [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2017, 2: 149-154

[14] Josphat Njenga Gichure, Catherine Nkirote Kunyanga, Jasper K Imungi. Standardization of cut size and pre-drying time of beef to mainstream pastoral processing in Kenya's meat industry [J]. Pastoralism, 2017, 7: 1-7

[15] 石龙凯,刘玉兰,王莹辉,等.油脂煎炸过程中多环芳烃含量的变化[J].现代食品科技,2015,4:311-315
SHI Long-kai, LIU Yu-lan, WANG Ying-hui, et al. A study examing changes in polycyclic aromatic hydrocarbon(PAH) content of edible oils upon frying [J]. Modern Food Science and Technology, 2015, 4: 311-315

[16] 吴时敏.煎炸用油和油炸食品的质量安全问题及对策[J].食品科学技术学报,2015,1:6-12
WU Shi-min. Quality and safety issues and countermeasures for frying oils and fried [J]. Journal of Food Science and Technology, 2015, 1: 6-12

[17] 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
XU Ting-ting, LI Jing, KAN Li-jiao, et al. The thermal oxidative stability of edible oils with different fatty acids pattern [J]. Science and Technology of Food Industry, 2013, 34(24): 93-97

[18] 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
WANG Jin-ying, ZHONG Hai-yan, ZHOU Bo. Chemical reactions and main products of oils and fats during deep-frying [J]. China Oils and Fats, 2015, 40(11): 37-43

[19] 蒋晓菲,杨叶波,金青哲,等.5 种精制食用油在煎炸薯条过程中的品质变化[J].中国油脂,2014,8:47-51
JIANG Xiao-fei, YANG Ye-bo, JIN Qing-zhe, et al. Quality changes of five kinds of refined oils during potato chips frying [J]. China Oils and Fats, 2014, 8: 47-51

[20] 王兴国,金青哲.煎炸过程的科学管理及煎炸油品质控制[J].中国食品学报.2015,15(1):1-5
WANG Xing-guo, JIN Qing-zhe. Scientific management of frying process in catering industry and quality control of frying oil [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2015, 15(1): 1-5

[21] 邓云,吴颖,杨铭铎,等.煎炸油中产生的极性成分对食品微观结构和质构的影响[J].农业工程学报,2004,20(6):160-164
DENG Yun, WU Ying, YANG Ming-duo, et al. Effects of polar components in frying oil on microstructure and texture of fried food [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2004, 20(6): 160-164

[22] Lucie Drabova, Monika Tomaniova, Kamila Kalachova, et al. Application of solid phase extraction and two-dimensional gas chromatography coupled with time-of-flight mass spectrometry for fast analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in vegetable oils [J]. Food Control, 2013, 33(2): 489-497

[23] 宫春波,王朝霞,董峰光,等.食用植物油中多环芳烃的污染情况及健康风险评价[J].中国油脂,2013,38(5):75-79
GONG Chun-bo, WANG Zhao-xia, DONG Feng-guang, et al. Contamination degree and health risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in edible vegetable oil [J]. China Oils and Fats, 2013, 38(5): 75-79

[24] 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
ZHOU Ya-lin, ZHOU Ling-guo, LI Zhi, et al. Influencing

factors for polar compounds created in oil during deep-frying [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2010, 25(3): 50-53

[25] 刘睿杰,金青哲,常明,等.硅酸镁对煎炸油处理效果的评价[J].中国油脂,2013,38(10):72-74

LIU Rui-jie, JIN Qing-zhe, CHANG Ming, et al. Effect of magnesium silicate on frying oil [J]. China Oils and Fats, 2013, 38(10): 72-74

现代食品科技