

红烧过程对黄河鲤鱼品质的影响

白晓州 郑州旅游职业学院烹饪食品系 河南郑州 450000

摘要 主要研究红烧过程对黄河鲤鱼品质的影响。选取原料肉油炸后,炖煮5、10、30min和成品肉为目标物,分析各目标物的水分、粗脂肪、pH值、色泽、质构、过氧化值(peroxide value,POV)、硫代巴比妥酸(thiobarbituric acid reactive substances,TBARS)值、脂肪酸组成的变化。结果表明,与原料肉相比,黄河鲤鱼在红烧过程中:(1)水分含量明显降低,脂肪含量在油炸后先有明显的上升而炖煮后又有下降;(2)pH值随着油炸和炖煮的过程而有一个明显的提升;(3)POV先增大后减小,在炖煮5min后达到最大值;(4)TBARS逐渐增大;(5)饱和脂肪酸(saturated fatty acid,SFA)含量变化不大,而不饱和脂肪酸(unsaturated fatty acids,UFA)含量略微上升,其中DHA和EPA含量升高明显($p < 0.05$)。

关键词 红烧黄河大鲤鱼 过氧化值 硫代巴比妥酸值 脂肪氧化 脂肪酸含量变化

Effect of braised process on the quality of Huanghe carp

BAI Xiaozhou

Abstract The effect of braised process on the quality of Huanghe carp was mainly studied. Raw material meat was selected and it was fried, then it was stewed for 5 min, 10 min and 30 min, and they were taken as the target together with the meat product. The changes of moisture, crude fat, pH value, color, texture, peroxide value (POV), thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) value and fatty acid composition on the target were analyzed. The results showed that compared with the raw material meat, and during the braising process of Huanghe carp, the moisture was significantly reduced, and the fat content first increased significantly after frying and then decreased after stewing; The pH value had significant increase with the process of frying and stewing; POV first increased and then decreased, and reached the maximum value after boiling for 5 minutes; TBARS increased gradually; The content of saturated fatty acid (SFA) changed little, while the content of unsaturated fatty acids (UFA) increased slightly, and the contents of DHA and EPA increased significantly ($p < 0.05$).

Key words braised Huanghe big carp; peroxide value; thiobarbituric acid reactive substances; lipid oxidation; fatty acid content change

黄河作为我国的第二大河流,全长5464km,流域面积75万 km^2 ,素有“铜头、铁尾、豆腐腰”之称,穿越河南境内的692km,主要位于豆腐腰上,水中含有大多数水生生物赖以生存的营养物质,因此又被称之为“母亲河”。黄河途经河南地区水域中许多大大小小的黄河滩边,由于气候相对温和,年日照时间长,滩边生长了茂盛的水草,在此优越的生存环境下也孕育着许多以食草为主的鱼类,黄河

大鲤鱼就是其中的典型代表^[1~3]。黄河鲤鱼体态丰满,肉质肥厚,细嫩鲜美,营养丰富,自古就有“岂其食鱼,必河之鲤^[4]”,因此以黄河鲤鱼为原料的菜肴屡见不鲜。

黄河鲤鱼的传统做法有“清蒸、糖醋、红烧”等,而作为河南豫菜的招牌菜,“红烧黄河大鲤鱼”以其色泽红亮、味浓、肉质细嫩、肥而不腻、口感软糯、唇齿留香、肉质筋软、鲜咸味美等特点被众多人们喜爱。这些独特的风味和口感,与黄河鲤鱼在红烧的过程中,脂肪和脂肪酸发生的化学变化(氧化、分解)

作者简介:白晓州(1979-),男,硕士,讲师,研究方向为食品加工工艺, E-mail: wang0814105@126.com

是分不开的^[5]。

目前,大多数研究都集中在不同的储存或者物理改性对鱼肉品质的影响^[6-8],而对于烹饪手段对鱼肉品质及口感的变化鲜有研究。本文以黄河大鲤鱼为原料,以豫菜大师陈进长老先生研发的“红烧黄河大鲤鱼复合调味汁”为主要调料,以红烧的方式,做成豫菜“红烧黄河大鲤鱼”,主要研究了红烧过程中鲤鱼肉各种成分的变化,以期对红烧黄河大鲤鱼的独特风味和口感做出科学的解释。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

黄河大鲤鱼、鸡蛋、淀粉、大葱、生姜、花生油、酱油、料酒、食盐、冰糖、味精、白醋、陈氏红烧黄河大鲤鱼复合调味汁,购于丹尼斯(河南郑州)超市。

石油醚、苯、三氯甲烷、甲醇,购于天津科梅尔试剂有限公司(天津);

三氯乙酸、乙二胺四乙酸(ethylenediaminetetraacetic acid, EDTA)、硫代巴比妥酸(thiobarbituric acid, TBA)、1,1,3,3-四乙氧基丙烷(1,1,3,3-tetraethoxypropane, TEP),购于上海国药集团化学试剂有限公司(上海)。

1.2 主要仪器

TMS-PRO 型食物物性分析仪,美国 FTC 公司;
SC-80C 型全自动色差仪,北京康光光学仪器有限公司;

UV2550 型紫外-可见分光光度计,日本 Shimadzu 公司;

Agilent 7890A-5975C 型气相色谱质谱联用仪,美国 Agilent 公司;

MX-S/F 型可调式漩涡混合器,北京大龙兴创实验仪器有限公司;

PHS-3C 型 pH 计,上海仪电科学仪器股份有限公司;

FSH-2A 可调高速匀浆机,东莞友联仪器设备有限公司。

1.3 实验方法

1.3.1 样品制备

取经处理洗净的黄河鲤鱼约 700g,打上花刀,在表面涂抹蛋液后裹上淀粉,油温七成热时鱼下锅炸至两面金黄,捞出控油;锅中留底油,放入少许冰糖,炒出糖色,炸好的鱼下锅,加入葱段和姜片,淋上料酒和酱油少许,撒上食盐,加入红烧黄河大鲤鱼复合调味汁 100mL,盖上锅盖,大火炖 30min,小火收汁。加入白醋少许后,出锅装盘。

鱼肉取样:选取原料肉,炸好的鱼肉,炖 5、10、30min 和成品后的鱼肉为检测目标物。

1.3.2 水分含量的测定

依据 GB 5009.3-2016《食品中水分的测定》所规定的方法测定^[9]。

1.3.3 粗脂肪的测定

依据 GB 5009.6-2016《食品中脂肪的测定》所规定的方法测定^[10]。

1.3.4 pH 值的测定

分别取烹饪的不同阶段鲤鱼肉 10g,置于烧杯中,加入 20mL 的去离子水,利用匀浆机(6 000r/min, 15min)匀浆,离心取上清液,用 pH 计测定上清液的 pH 值。

1.3.5 烹饪损失率测定

分别取烹饪的不同阶段鲤鱼肉,用吸水纸吸净表面液体并称其质量,记为 n(g)与原料鱼肉的质量 m(g)对比。

$$\text{烹饪损失率}(\%) = [(m - n) / m] \times 100\% \quad (1)$$

1.3.6 色差值测定

分别取烹饪的不同阶段鲤鱼肉,将其切成长宽 3cm × 3cm 的鱼块,用色差计进行色差测定,以标准白板和黑板校正使其标准化,将切好的鱼肉样品对准镜头压紧,测定鱼肉表面的 L* 值、a* 值、b* 值。每个处理平行测量 5 次。

1.3.7 质构测定

分别取烹饪的不同阶段鲤鱼肉,将其切成长宽 3cm × 3cm 的鱼块,放置于质构仪的载物台上。

探头: P36 型柱形探头。

测试步骤:探头初始下降速度为 5mm/s,测试速度为 1mm/s,测后回升速度为 5mm/s,压缩比为

30% ,停留时间为 5s ,触发力为 5g。

1.3.8 过氧化值(peroxide value ,POV) 测定

依据 GB 5009. 227 - 2016 《食品中过氧化值测定》所规定的方法测定^[11]。

1.3.9 硫代巴比妥酸(TBARS) 值测定

依据 Mielnik^[12] (2006) 等提出的方法稍作修改 ,分别取 10g 烹饪过程中不同阶段鱼肉加入均质机中搅碎 ,向碎末中分别加入 50mL 7. 5% 的三氯乙酸 (其中包含 0. 1% 的 EDTA) ,常温下搅拌 2min ,将混合液过滤后吸取滤液 5mL ,加入 5mL 0. 02mol/L 的 TBA 溶液 ,将混合液置于沸水中煮沸 30min ,冷却至室温 ,将冷却后的混合液用紫外分光光度计测量其在 532nm 处的吸光度值 ,TBARS 值计算公式如下:

$$TBARS(\text{mg/kg}) = \frac{A \times V \times M}{\varepsilon \times I \times m} \quad (2)$$

注: A 为溶液的吸光值; V 为样品液体积; M 为相对分子质量(丙二醛: 72. 063g/mol); m 为鱼肉质量; I 为光程(1cm); ε 为摩尔消光系数(156 000L · mol⁻¹ · cm⁻¹)。

1.3.10 脂肪酸组分测定

1.3.10.1 脂肪的提取

依据 Folch^[13] (1957) 等提出的方法稍作修改 ,分别取烹饪过程中不同阶段鱼 10g 加入均质机中搅碎 ,加入 100mL 的氯仿/甲醇溶液(2: 1, V/V) ,搅拌 ,使溶液和鱼肉充分混合 ,静置后过滤 ,向滤液中加入 20mL 的生理盐水混合均匀 ,静置后等待分层 ,取下层清液 ,加入无水硫酸钠去除水分 ,进一步放入真空旋转蒸发仪中 ,以 44℃ 水浴条件旋转蒸发直至获得脂质样品。

1.3.10.2 脂肪酸甲酯化

依据 Indrasti^[14] (2010) 等方法做少许的修改 ,称取提取的脂肪 0. 05g 置于烧杯中 ,加入 2mL 苯/石油醚混合溶液(1: 1, V/V) ,搅拌使溶液充分与肉混合 ,再加入 2mL 甲醇溶液(含 0. 4mol/mL KOH) ,混匀后静置等待分层 ,向分层的溶液中加入饱和的 NaCl 溶液以分离有机相层 ,静置 20min 后 ,取上层有机相过 0. 22 μ m 滤膜 ,收集过滤后的滤液。

1.3.10.3 脂肪酸组分分析

依据刘登勇^[15] (2019) 等方法做少许修改。检

测条件如下。

气相色谱条件参数: INNOWax 毛细管柱(30m × 0. 32mm ϕ . 25 μ m) ,送样口温度设为 250℃; 检测器温度设为 280℃; 氦气 ,流经速率 1. 0mL/min; 送样体积设为 2 μ L ,分流比 20: 1。

柱箱温度变化: 初始为 140℃ ,维持 2min ,再上升到 200℃(上升速率 6℃/min) ,维持 2min ,继续上升到 230℃(上升速率 2℃/min) ,维持 2min ,最终上升到 250℃(上升速率 4℃/min) ,维持 2min。

质谱条件参数: 接口温度 250℃; 离子源温度 230℃; 溶剂延迟 4min; 全扫描。

1.4 数据分析

实验数据的对比和显著性分析利用 IBM SPSS 19. 0 软件进行 ,数据处理采用 Origin 9. 0 软件。实验为 3 次平行实验。数据结果以平均值 ± 标准差表示。

2 结果与讨论

2.1 红烧黄河鲤鱼过程中水分含量、粗脂肪含量、烹饪损失率和 pH 值的变化

由表 1 可知 ,相比原料鱼肉 ,油炸后的鱼肉中粗脂肪的显著上升 ,这与 Weber^[16] (2008) 和 Sioen^[17] (2006) 等研究结果相似 ,油煎后鱼肉脂肪含量上升

表 1 黄河鲤鱼在红烧过程中水分含量、粗脂肪含量、烹饪损失率和 pH 值的变化

Table 1 Changes in water content , crude fat content , cooking loss rate and pH valueduring processing of Yellow River carp in brown sauce

物化指标	原料肉	油炸后	炖 5min	炖 10min	炖 30min	成品
水分含量 /g · 100g ⁻¹	62. 7 ± 0. 87 ^a	57. 46 ± 0. 63 ^b	54. 98 ± 0. 55 ^c	52. 12 ± 0. 92 ^d	51. 57 ± 0. 57 ^d	51. 22 ± 0. 69 ^d
脂肪含量 /g · 100g ⁻¹	9. 37 ± 0. 45 ^b	11. 78 ± 0. 39 ^a	8. 54 ± 0. 29 ^c	8. 23 ± 0. 32 ^c	8. 12 ± 0. 41 ^c	8. 04 ± 0. 22 ^c
pH 值	6. 17 ± 0. 02 ^f	6. 22 ± 0. 01 ^e	6. 31 ± 0. 01 ^d	6. 39 ± 0. 01 ^c	6. 46 ± 0. 01 ^b	6. 49 ± 0. 01 ^a
烹饪损失率/%	-	33. 42 ± 0. 19 ^b	35. 71 ± 0. 22 ^a	35. 88 ± 0. 29 ^a	36. 01 ± 0. 25 ^a	36. 08 ± 0. 31 ^a

的主要原因很可能是吸收了添加的花生油。而油炸后的进一步炖煮,随着炖煮时间的延长,鱼肉中脂肪的含量又有一个明显的回落,这是由于脂肪组织中部分结缔组织遇高温成紧缩态,细胞内外的压力差过大导致其破碎,脂肪流出。一方面脂肪受热后易熔化解成脂肪酸和某些风味物质^[18]。同时由于脂肪的受热收缩,导致水分随着油炸和炖煮的进行而大量损失,在炖煮进行 30min 后水分损失达到饱和。而 pH 值在油炸和炖煮过程中随着时间的延长而呈现上升趋势,这是由于油炸后再经高温炖煮,鱼肉蛋白质的结构成分改变,酸性基团水解导致 pH 值升高^[19]。

2.2 红烧过程对黄河鲤鱼色泽的影响

表 2 中 L^* 表示明度, a^* 和 b^* 表示色度, a^* 正值表示偏红, 负值表示偏绿; b^* 正值表示偏黄, 负值表示偏蓝^[20]。由表可知, 与原料鱼肉相比, 油炸后和炖煮后能显著增加 L^* 和 b^* 值, 而略微减小 a^* 值 ($p < 0.05$)。说明通过红烧的过程能够显著增加黄河鲤鱼的明度和黄度, 给人以鲜艳的色泽, 以增加食欲。

表 2 黄河鲤鱼在红烧过程中色泽的变化

Table 2 Changes in color during processing of Yellow River carp in brown sauce

项目	原料肉	油炸后	炖 5min	炖 10min	炖 30min	成品
L^*	48.74 ± 0.89 ^b	75.48 ± 1.14 ^a	79.42 ± 1.22 ^a	79.89 ± 0.97 ^a	80.22 ± 1.89 ^a	79.74 ± 1.74 ^a
a^*	-4.57 ± 0.76 ^a	-6.98 ± 0.85 ^b	-6.59 ± 0.76 ^b	-6.77 ± 0.81 ^b	-6.82 ± 0.77 ^b	-6.36 ± 0.74 ^b
b^*	1.41 ± 0.46 ^b	13.57 ± 0.66 ^a	12.83 ± 0.74 ^a	13.04 ± 0.75 ^a	12.95 ± 0.69 ^a	13.28 ± 0.72 ^a

2.3 红烧过程对黄河鲤鱼肉质构的影响

食物的质构主要包括硬度、弹性、咀嚼性、黏度、回复性等, 主要表明了食物质地和组织结构特性^[21]。由表 3 可知, 红烧过程对黄河鲤鱼的硬度和回复性影响显著 ($p < 0.05$)。其中在油炸后的硬度最大, 是由于鲤鱼经高温后发生美拉德反应, 肌肉中的胶原蛋白在高温中会因变性而收缩, 从而导致肌纤维之间的空隙变小, 肉质变硬。而进一步的炖煮后

由于水分子进入鱼肉组织间隙中, 软化了组织, 所以硬度又显著下降^[19]。红烧过程对鱼肉咀嚼性的影响与硬度的原因一致, 但红烧并不影响鲤鱼的弹性、黏度和回复性 ($p > 0.05$)。

表 3 黄河鲤鱼在红烧过程中质构特性的变化

Table 3 Changes in texture characteristics during processing of Yellow River carp in brown sauce

项目	原料肉	油炸后	炖 5min	炖 10min	炖 30min	成品
硬度	268.44 ± 39.45 ^d	468.34 ± 57.43 ^a	384.17 ± 69.48 ^b	317.15 ± 47.9 ^c	208.79 ± 56.4 ^e	201.73 ± 69.78 ^e
弹性	0.89 ± 0.04 ^a	0.85 ± 0.07 ^a	0.87 ± 0.05 ^a	0.88 ± 0.04 ^a	0.87 ± 0.05 ^a	0.92 ± 0.06 ^a
咀嚼性	93.45 ± 12.48 ^d	177.29 ± 18.49 ^a	139.44 ± 14.76 ^b	114 ± 15.49 ^c	78.45 ± 8.56 ^e	74.66 ± 7.96 ^e
黏度	0.61 ± 0.07 ^a	0.65 ± 0.05 ^a	0.67 ± 0.04 ^a	0.63 ± 0.05 ^a	0.64 ± 0.05 ^a	0.66 ± 0.05 ^a
回复性	0.32 ± 0.03 ^a	0.35 ± 0.04 ^a	0.31 ± 0.03 ^a	0.34 ± 0.03 ^a	0.34 ± 0.01 ^a	0.36 ± 0.05 ^a

2.4 红烧黄河鲤鱼过程中脂肪氧化分析

2.4.1 红烧过程对黄河鲤鱼肉过氧化氢值 (POV) 的影响

过氧化氢, 具有强氧化性, 容易损伤 DNA 和激活致癌因子, 主要在脂肪氧化过程中产生, 属于初级代谢产物的一种^[22]。监测鱼肉的过氧化氢的含量。可以反映出鱼肉在红烧过程中不同阶段下脂肪酸氧化的程度。如图 1 所示, 原料鱼肉经过油炸后, POV 值稍微的上升, 进一步炖煮 5min, POV 值达到最大值, 随着加热可以促进脂肪的氧化, 而随着继续炖煮, POV 值急剧下降, 这是因为在继续加热中生成的过氧化氢极不稳定, 迅速分解, 成品鱼肉中的 POV 值相比原料肉有显著的下降^[23]。表明红烧后的鱼肉比生鱼肉对人体的危害大大减小。

2.4.2 红烧过程对黄河鲤鱼肉中硫代巴比妥酸 (TBARS) 值影响

脂肪氧化的终产物大部分为丙二醛, 其浓度的大小代表了脂肪氧化的程度, 用 TBARS 值表示。黄河鲤鱼在红烧工程中的 TBARS 值变化如图 2 所示, 原料肉经油炸后, 由于油炸时间较短, 鱼肉的表面温度较高, 而内部温度增幅不大, 此时肉脂肪氧化也主

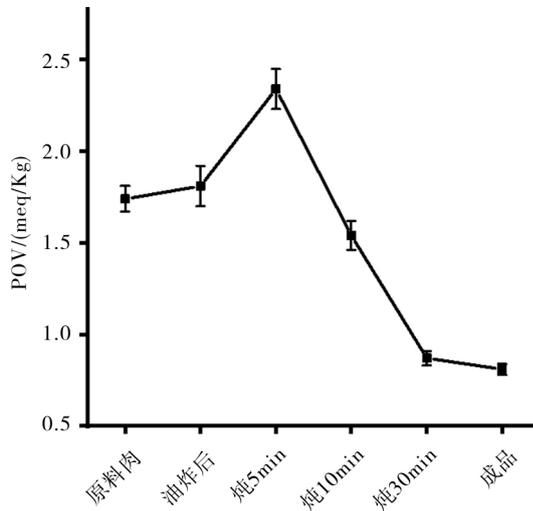


图1 黄河鲤鱼红烧过程中 POV 变化

Fig. 1 Change of peroxide value (POV) during processing of Yellow River carp in brown sauce

要以初级氧化为主。而油炸过后的继续炖煮,随着时间的延长,鱼肉内部温度持续升高,脂肪受热氧化加剧,更多的终产物丙二醛生成, TBARS 值显著上升。

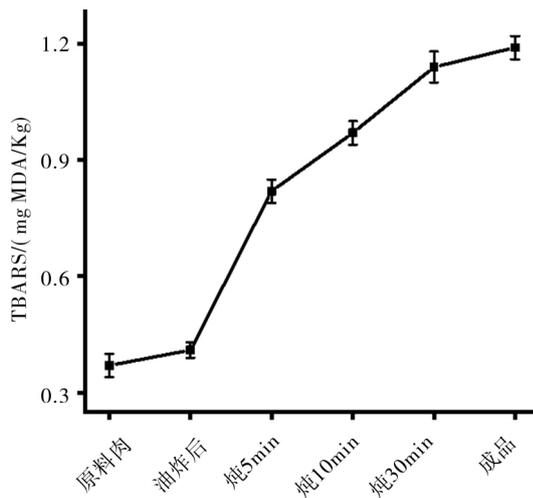


图2 黄河鲤鱼红烧过程中 TBARS 值变化

Fig. 2 Change in thiobarbituric acid (TBARS) value during processing of Yellow River carp in brown sauce

2.4.3 红烧过程对黄河鲤鱼肉脂肪酸组分变化

肉制品在烹饪过程中,其脂肪酸的含量和种类由于受热香料等原因发生明显的变化,这一变化是决定肉品风味、营养价值以及氧化稳定性的关键指标^[24]。表4中给出了黄河鲤鱼原料肉和成品过程中脂肪酸的一系列变化。

表4 黄河鲤鱼红烧过程中脂肪酸组分的变化

Table 4 Change in fatty acid composition during processing of Yellow River carp in brown sauce

脂肪酸	原料肉	油炸后	炖 5min	炖 10min	炖 30min	成品
$C_{12:0}$	-	-	-	-	-	-
$C_{14:0}$	2.94 ± 0.02 ^a	2.87 ± 0.02 ^c	2.86 ± 0.01 ^c	2.89 ± 0.01 ^b	2.81 ± 0.01 ^d	2.81 ± 0.01 ^d
$C_{16:0}$	18.92 ± 0.05 ^a	18.56 ± 0.06 ^b	18.39 ± 0.09 ^{bc}	18.07 ± 0.07 ^d	18.18 ± 0.05 ^c	18.48 ± 0.04 ^b
饱和脂肪酸	3.78 ± 0.04 ^a	3.59 ± 0.08 ^b	3.44 ± 0.02 ^c	3.23 ± 0.05 ^d	3.31 ± 0.07 ^d	3.27 ± 0.04 ^d
$C_{17:0}$	0.17 ± 0.01 ^c	0.89 ± 0.05 ^b	1.04 ± 0.07 ^a	1.03 ± 0.02 ^a	0.98 ± 0.08 ^a	1.01 ± 0.03 ^a
$C_{18:0}$	0.01 ^c	0.05 ^b	0.07 ^a	0.02 ^a	0.08 ^a	0.03 ^a
$C_{20:0}$	-	-	-	-	-	-
ΣSFA	25.81 ± 0.21 ^a	25.91 ± 0.17 ^a	25.73 ± 0.22 ^a	25.29 ± 0.13 ^a	25.28 ± 0.18 ^a	25.57 ± 0.21 ^a
$C_{16:1n-7}$	3.98 ± 0.03 ^e	5.14 ± 0.05 ^a	5.09 ± 0.04 ^{ab}	4.98 ± 0.06 ^b	4.67 ± 0.06 ^c	4.46 ± 0.03 ^d
单不饱和脂肪酸	32.33 ± 0.14 ^a	32.19 ± 0.18 ^a	32.24 ± 0.22 ^a	32.28 ± 0.29 ^a	32.20 ± 0.27 ^a	32.17 ± 0.19 ^a
$C_{18:1n-9}$	1.83 ± 0.08 ^e	1.96 ± 0.06 ^d	2.07 ± 0.08 ^c	2.89 ± 0.07 ^a	2.67 ± 0.03 ^b	2.79 ± 0.07 ^{ab}
$C_{20:1n-9}$	38.14 ± 0.13 ^d	39.29 ± 0.15 ^b	39.40 ± 0.09 ^{ab}	39.15 ± 0.16 ^c	39.54 ± 0.15 ^a	39.42 ± 0.18 ^{ab}
ΣMUFA	18.36 ± 0.07 ^a	17.98 ± 0.06 ^b	18.07 ± 0.07 ^b	17.81 ± 0.08 ^c	17.55 ± 0.18 ^d	17.07 ± 0.04 ^e
$C_{18:2n-6}$	0.83 ± 0.02 ^a	0.67 ± 0.03 ^b	0.64 ± 0.02 ^b	0.51 ± 0.03 ^c	0.32 ± 0.04 ^d	0.27 ± 0.03 ^e
$C_{20:4n-6}$	4.12 ± 0.05 ^a	3.44 ± 0.07 ^b	3.23 ± 0.07 ^c	3.19 ± 0.06 ^c	3.18 ± 0.05 ^c	3.04 ± 0.04 ^d
$C_{18:3n-3}$	6.22 ± 0.09 ^f	6.37 ± 0.07 ^e	6.45 ± 0.09 ^d	6.84 ± 0.07 ^c	6.99 ± 0.04 ^b	7.56 ± 0.06 ^a
多不饱和脂肪酸	6.12 ± 0.07 ^f	6.34 ± 0.06 ^e	6.48 ± 0.09 ^d	6.91 ± 0.07 ^c	7.14 ± 0.08 ^b	7.37 ± 0.05 ^a
$C_{22:6n-3}$ (DHA)	36.05 ± 0.12 ^a	34.80 ± 0.13 ^b	34.87 ± 0.14 ^b	35.26 ± 0.17 ^b	35.18 ± 0.22 ^b	35.01 ± 0.19 ^b
ΣPUFA	19.18 ± 0.04 ^a	18.67 ± 0.06 ^b	18.73 ± 0.11 ^b	18.32 ± 0.08 ^c	17.87 ± 0.08 ^d	17.35 ± 0.10 ^e
$\Sigma n-6$	16.46 ± 0.08 ^d	16.17 ± 0.09 ^d	16.16 ± 0.05 ^d	16.93 ± 0.06 ^c	17.31 ± 0.07 ^b	17.97 ± 0.11 ^a
$\Sigma n-3$	12.35 ± 0.11 ^e	12.80 ± 0.13 ^d	12.95 ± 0.15 ^d	13.75 ± 0.12 ^c	14.13 ± 0.16 ^b	14.79 ± 0.15 ^a
ΣEPA + DHA						

续表 4

	脂肪酸	原料肉	油炸后	炖 5min	炖 10min	炖 30min	成品
脂肪 酸分 析	PUFA/SFA	1.40	1.34	1.36	1.39	1.39	1.37
	UFA/SFA	2.87	2.85	2.89	2.94	2.96	2.91
	n-3/n-6	0.86	0.87	0.86	0.92	0.97	1.04
总脂肪 酸含量		100	100	100	100	100	100

由表 4 可知,黄河鲤鱼在烹饪过程中,饱和脂肪酸(SAF)含量基本保持不变,而不饱和脂肪酸(UFA)中单不饱和脂肪酸(MUFA)含量略微增加,多不饱和脂肪酸(PUFA)含量略微下降,UFA的含量为 SAF 的近 3 倍,研究表明肉品的嫩度和风味是和 MUFA 的含量多少有关^[25],而本实验中红烧后的成品 MUFA 的增加为红烧黄河鲤鱼的肉质鲜嫩可口,味道好的特点提供了理论依据,且因此红烧黄河鲤鱼的香味基本以烹饪后不饱和脂肪酸变化所呈现。在烹饪过程中,n-3 类脂肪酸 DHA(C_{22:6n-3})和 EPA(C_{20:5n-3})经过油炸加炖煮后含量都有所提高,说明红烧鲤鱼能为人们提供较为丰富的 DHA 和 EPA,有助于预防心血管疾病^[26]。而经过炖煮后的成品,多不饱和脂肪酸含量少许下降,可能是经过长时间的高温炖煮,多不饱和脂肪酸氧化分解。

3 结论

黄河大鲤鱼在红烧过程中,由于其水分、粗脂肪、pH 值、色泽、自购特性、过氧化值、硫代巴比妥酸值、脂肪酸组成等成分发生了变化,导致其品质也发生改变。其中在油炸和炖煮后,脂肪适度氧化后产生独特的风味物质,与油炸过程中发生美拉德反应,生成的风味物质相互作用产生良好的风味,使红烧黄河大鲤鱼具有很好的口感和独特的香味。此外,红烧加工后的黄河大鲤鱼中的不饱和脂肪酸 DHA 和 EPA 含量显著增加。由此可见,黄河大鲤鱼在烹饪加工后,各种成分的变化使其品质有较大的提升。

参考文献

1 陈会民,杨辉.黄河鲤鱼居孟津只为就近跃龙门[J].河南

农业 2016 (25) : 23
2 徐丽敏,刘红云,刘四凤等.黄河鲤鱼研究进展[J].安徽农业科学 2017 45(25) : 117 - 119
3 魏龙飞.正宗黄河鲤鱼出郑州[J].农产品市场周刊,2017 (44) : 26 - 27
4 邱园园.黄河鲤鱼鱼鳞胶原蛋白的提取、性质及胶原肽活性研究[D].洛阳:河南科技大学硕士学位论文,2013.
5 纪有华,路新国.红烧肉烹饪工艺及其影响因素研究[J].扬州大学烹饪学报 2010 27(2) : 31 - 36
6 胡维杰,沈韬,马良等.不同预处理方式对鲢鱼肉冷藏品质的影响及其机制[J].食品科学 2019 40(23) : 220 - 226
7 赵宏强.超高压处理对冷藏鲈鱼片品质变化的影响及对腐败希瓦氏菌的作用机制研究[D].上海:上海海洋大学硕士学位论文,2018.
8 李贝贝,龚恒,艾有伟等.市售条件下冷鲜鲟鱼肉货架期及品质变化规律研究[J].食品科技 2018 43(4) : 122 - 127,135
9 中华人民共和国国家卫生部和国家标准化管理委员会.GB 5009.3 - 2016 食品中水分的测定[S].北京:中国标准出版社 2016.
10 中华人民共和国国家卫生部和国家标准化管理委员会.GB 5009.6 - 2016 食品中脂肪的测定[S].北京:中国标准出版社 2016.
11 中华人民共和国国家卫生部和国家标准化管理委员会.GB/T 5009.37 - 2003 食用植物油卫生标准的分析方法[S].北京:中国标准出版社 2016.
12 M B Mielnik, E Olsen, G Vogt, et al. Grape seed extract as antioxidant in cooked, cold stored turkey meat [J]. LWT - Food Science and Technology, 2006, 39 (3) : 191 - 198
13 J M Floch, M S - S G Lees, G H Sloane - stanley. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues [J]. Journal of Biological Chemistry, 1957, 226 (1) : 497 - 509
14 D Indrasti, Y B C Man, S Mustafa, et al. Lard detection based on fatty acids profile using comprehensive gas chromatography hyphenated with time - of - flight mass spectrometry [J]. Food Chemistry, 2010, 122(4) : 1273 - 1277
15 刘登勇,王冠,白璐等.猪五花肉在三种红烧工艺加工过程中的脂肪氧化规律[J].食品工业科技 2019 40(11) : 57 - 62

(下转第 37 页)

宜人, 香辣味美, 咀嚼感很好, 且携带和食用方便, 既可以开袋即食, 产品常温放置, 保质期可达 12 个月。

本研究手撕烤兔产品不仅风味独特, 而且具有兔肉三高三低(高蛋白、高赖氨酸、高消化率, 低脂肪、低胆固醇、低热量) 的特点, 对兔肉食品的深度开发与应用具有深远意义。

参 考 文 献

- 1 周永昌, 万发勇. 无公害兔肉生产技术 [J]. 肉类工业, 2003 (1): 19 - 22
- 2 周永昌, 葛正广, 彭小侠等. 中国兔肉生产现状及发展 [J]. 肉类工业, 2006 (4): 1 - 4
- 3 陈娥英. 兔肉营养价值的评定 [J]. 福建畜牧兽医, 2005, 27 (5): 10 - 11
- 4 王伟, 李鹏霞, 任玉洁. 我国兔肉产业发展趋势 [J]. 肉类工业, 2007 (1): 1 - 3
- 5 胡洪森. 全面拓展兔肉消费渠道和提高消费水平 [J]. 肉类工业, 2007 (9): 6 - 7
- 6 中华人民共和国国家标准. GB 5009.33 - 2010 第二法(1).
- 7 中华人民共和国国家标准. GB 5009.12 - 2010 第一法 (0.005).
- 8 中华人民共和国国家标准. GB/T 5009.123 - 2003 第一法 (0.0002).
- 9 中华人民共和国国家标准. GB/T 5009.15 - 2003 第一法 (0.0001).
- 10 中华人民共和国国家标准. GB/T 5009.26 - 2003 第二法 (1.0).
- 11 中华人民共和国国家标准. GB 4789.2 - 2010 食品安全国家标准 食品微生物检验菌落总数测定 [S].
- 12 中华人民共和国国家标准. GB/T 4789.3 - 2003 食品卫生微生物学检验大肠菌群测定 [S].
- 13 中华人民共和国国家标准. GB 4789.4 - 2010 食品安全国家标准 食品卫生微生物学检验沙门氏菌检验 [S].
- 14 中华人民共和国国家标准. GB 4789.5 - 2012 食品安全国家标准 食品微生物学检验志贺氏菌检验 [S].
- 15 中华人民共和国国家标准. GB 4789.10 - 2010 第二法. 食品安全国家标准 食品卫生微生物学葡萄球菌检验 [S].
- 16 钟碧疆. 滚揉腌制参数对速冻卤肉品质影响 [J]. 肉类工业, 2016 (11): 1 - 4
- 17 王福记, 徐衍胜. 肉制品斩拌和滚揉技术在烤肠加工中的结合应用 [J]. 肉类工业, 2015 (11): 25 - 27

(收稿日期 2020 - 09 - 30)

(上接第 33 页)

- 16 J Weber, V C Bochi, C P Ribeiro, et al. Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fillets [J]. Food Chemistry, 2008, 106(1): 140 - 146
- 17 I Sioen, L Haak, K Raes, et al. Effects of pan - frying in margarine and olive oil on the fatty acid composition of cod and salmon [J]. Food Chemistry, 2006, 98(4): 609 - 617
- 18 沈晓玲, 李诚. 脂类物质与肉的风味 [J]. 肉类研究, 2008, 22(3): 25 - 28
- 19 H J Ma, D A Ledward. High pressure/thermal treatment effects on the texture of beef muscle [J]. Meat Science, 2004, 68(3): 347 - 355
- 20 步营, 李月, 朱文慧等. 不同烹饪方式对海鲈鱼品质和风味的影响 [J]. 中国调味品, 2020, 45(1): 26 - 30
- 21 T T N Dinh, J F Legako, M F Miller, et al. Effects of USDA quality grade and cooking on water - soluble precursors of beef flavor [J]. Meat Science, 2018, 146: 122 - 130
- 22 C Song, W Ding, W Zhao, et al. High peroxidase - like activity realized by facile synthesis of FeS₂ nanoparticles for sensitive colorimetric detection of H₂O₂ and glutathione [J]. Biosensors and Bioelectronics, 2020, 151: 111983
- 23 刘登勇, 谭阳, 盖圣美等. 猪五花肉红烧过程中脂肪和脂肪酸的变化规律 [J]. 食品科学, 2015, 36(23): 28 - 32
- 24 J F Legako, T T Dinh, M F Miller, et al. Effects of USDA beef quality grade and cooking on fatty acid composition of neutral and polar lipid fractions [J]. Meat Science, 2015, 100: 246 - 255
- 25 N D Cameron, M B Enser. Fatty acid composition of lipid in longissimus dorsi muscle of Duroc and British Landrace pigs and its relationship with eating quality [J]. Meat Science, 1991, 29(4): 295 - 307
- 26 D Mozaffarian, R N Lemaitre, L H Kuller, et al. Cardiac benefits of fish consumption may depend on the type of fish meal consumed the cardiovascular health study [J]. Circulation, 2003, 107(10): 1372 - 1377

(收稿日期 2020 - 08 - 25)