

即食油炸红娘鱼的加工工艺研究

林哲寅*

(东山县食品快检中心, 东山 363400)

摘要: **目的** 研究即食油炸红娘鱼最佳加工工艺。**方法** 通过单因素实验和正交实验, 探讨油炸条件及玉米淀粉、白醋、碳酸氢钠的添加量对即食油炸红娘鱼品质的影响。**结果** 影响即食油炸红娘鱼品质的主次因子为油炸条件>碳酸氢钠>玉米淀粉>白醋; 即食油炸红娘鱼的最佳配方为玉米淀粉添加 3%、白醋添加 2%、碳酸氢钠添加 0.3%, 油炸最适宜条件为在温度 170 °C 下, 油炸 3 min; 该工艺加工的即食油炸红娘鱼的理化及安全指标符合水产加工品的国家食品安全标准要求。**结论** 本研究开发的即食油炸红娘鱼最佳加工工艺, 可为即食油炸红娘鱼加工提供生产指导。

关键词: 即食油炸红娘鱼; 加工工艺; 感官评定; 理化指标

Study on processing technology of ready-to-eat fried *Lepidotrigla*

LIN Zhe-Yin *

(Dongshan Food Rapid Analysis Center, Dongshan 363400, China)

ABSTRACT: Objective To study the best processing technology of ready-to-eat fried *Lepidotrigla*. **Methods** The effects of the frying conditions and the addition content of corn starch, white vinegar and sodium bicarbonate on the quality of ready-to-eat fried *Lepidotrigla* were investigated through single factor test and orthogonal test. **Results** The primary and secondary factors affecting the quality of ready-to-eat fried *Lepidotrigla* were frying conditions>sodium bicarbonate>corn starch>white vinegar. The best formulas for ready-to-eat fried *Lepidotrigla* were the additional amount of corn starch 3%, white vinegar 2%, sodium bicarbonate 0.3%, and the optimum frying conditions were as followed: frying temperature 170 °C, frying time 3 min. The physicochemical and safety indexes of ready-to-eat fried *Lepidotrigla* using the above processing technology were in accordance with national food safety standards of aquatic products. **Conclusion** The best processing technology of ready-to-eat fried *Lepidotrigla* from this research can provide production guidance for ready-to-eat fried *Lepidotrigla* processing.

KEY WORDS: ready-to-eat fried *Lepidotrigla*; processing technology; sensory evaluation; physicochemical indexes

1 引言

红娘鱼又称红头鱼、家雀鱼, 隶属于鲂形目, 是鲂形目鲂科红娘鱼属鱼类的通称。红娘鱼广泛分布于地中海、印度-西太平洋及中国沿海地区, 由于它们通体红色, 体型纤细, 颇有妇女之姿, 而得名红娘鱼。红娘鱼由于肉质鲜美, 营养丰富, 富含蛋白质, 含有维生素 B₂、叶酸等多种维

生素及矿物质而深受中国东南沿海、东南亚、南亚等国家和地区人民的喜爱^[1,2]。然而目前以红娘鱼为主要原料的加工食品品类不多, 市面流通常见的红娘鱼类加工品多是以将红娘鱼进行清洗、切割、冷冻等简单工艺处理的初加工品为主, 整体利用率尚不高。本研究以福建东山县海域捕捞的翼红娘鱼(*Lepidotrigla alata*)为主要原料, 配以玉米淀粉、碳酸氢钠、白醋等辅料, 经腌制、烘干、油炸(熟制)等工序, 通

*通讯作者: 林哲寅, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品加工工艺研究和食品检验技术与质量控制。E-mail: 273975029@qq.com

*Corresponding author: LIN Zhe-Yin, Master, Engineer, Dongshan Food Rapid Analysis Center, Dongshan, Zhangzhou 363400, China. E-mail: 273975029@qq.com

过单因素实验确定玉米淀粉、碳酸氢钠、白醋等 3 种辅料添加量比例及油炸条件,并通过感官评定及正交实验最终确定即食油炸红娘鱼产品的较优工艺,从而研制出一款美味可口、口感优良,食用方便的即食休闲食品,为红娘鱼的工业化生产及同类产品的开发研制提供必要的参考依据。

2 材料与方法

2.1 实验材料

冰鲜红娘鱼[翼红娘鱼(*Lepidotrigla alata*)](体长约 11 cm),购于东山铜陵镇大沃渔港码头;大豆油、玉米淀粉、碳酸氢钠、白醋,购于东山县西埔镇超市。

2.2 实验仪器

BDR 不锈钢搅拌罐(上海班得瑞实业有限公司);BSE36CC2P 立式电炸炉(广州展卓商用设备制造有限公司);烘干房、冷藏库(自制)(温控范围为 $-10\sim 8\text{ }^{\circ}\text{C}$);YH-A6002 电子天平(瑞安市英衡电器有限公司)。

2.3 实验方法

2.3.1 红娘鱼工艺流程

配料
↓
原料前处理→腌制(调味)→烘干→油炸(熟制)→包装(入库)

2.3.2 工艺要点

(1) 原料前处理

选取冰鲜红娘鱼宰杀后,除去鱼头、鱼鳞及内脏,顺着鱼脊椎骨方向将其切成两半,仅留两边鱼肉,去除鱼骨,并清洗沥干。

(2) 腌制(调味)

将玉米淀粉、白醋、碳酸氢钠等配料按比例混合,配以少量食用盐、白砂糖等调料在搅拌罐中混合均匀,然后将鱼片放入搅拌罐中进行搅拌浸渍,并将搅拌浸渍后的鱼肉放置在 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的冷藏环境下腌制入味 $8\text{ h}^{[3]}$ 。

(3) 烘干

将腌制后的鱼肉均匀摆放在网披上,送入烘干房进行烘干,在 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的热风条件下烘干,至鱼肉水分含量在

41%左右^[4,5]。

(4) 油炸(熟制)

将烘干后的鱼肉(长约 9 cm,质量约为 8 g)置于盛有大豆油的油炸锅中,在 $160\sim 180\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度下,油炸熟制 $2\sim 5\text{ min}^{[6,7]}$ 。

(5) 包装(入库)

将油炸后的红娘鱼冷却后进行封口包装,并置于阴凉通风的仓库中贮存。

2.3.3 实验设计

(1) 单因素影响因子的确定

即食油炸红娘鱼是以翼红娘鱼为主要原料,配以玉米淀粉、碳酸氢钠、白醋等配料并加入适量的食用盐、白砂糖等调料经过腌制、烘干、油炸(熟制)等工序加工而成。在其他 3 个影响因子不变的条件下,通过感官评定分别研究不同用量的玉米淀粉、碳酸氢钠、白醋等对即食油炸红娘鱼片品质的影响;通过感官评定和含油率测定作为考查指标,研究不同油炸条件(不同温度和时间)对即食红娘鱼品质的影响,其中含油率测定参照 GB 5009.6-2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》^[8]方法进行检测。

(2) 正交实验优化设计

为全面考量即食油炸红娘鱼片各影响因子之间的相互影响,通过正交实验优化设计^[9]即食油炸红娘鱼最佳的加工工艺,设计了有关实验因素、水平,相关感官评定及实验处理结果。

根据正交实验优化设计的实验结果,参照国家相关水产加工品的食品安全标准及水产品污染物限量标准要求对最佳加工工艺生产的即食油炸红娘鱼的理化及安全指标进行测定,以验证是否符合水产加工品相关国家食品安全标准要求。

2.3.4 分析方法

(1) 感官评定

根据表 1 感官评分标准的要求,由 10 人组成感官评分小组,对加工完成的即食油炸红娘鱼的色泽、组织形态、气味、口感等感官指标分别进行品评打分,并取 10 人打分的平均分数作为成绩。

表 1 即食油炸红娘鱼感官评分标准

Table 1 Sensory scoring criteria for ready-to-eat fried *Lepidotrigla*

评定标准	优秀(20~17分)	良好(16~13分)	一般(12~9分)	差(8分以下)
色泽	色泽鲜艳, 通体金黄色	色泽较鲜艳, 略带黄褐色	色泽略显暗淡, 部分呈现焦黄色	明显呈炸焦糊的黑色
组织形态	鱼片延展性良好、未见收缩, 软硬适宜, 富有弹性	鱼片延展性较好、略有收缩, 质感略硬, 弹性稍差	鱼片延展性较差、收缩较为严重, 质感较硬, 弹性差	鱼片延展性差、收缩严重, 质感生硬, 无弹性
滋味及气味	油炸香气浓郁, 具有红娘鱼特有的鲜香味, 没有腥味、焦味及其他异味	油炸香气较为浓郁, 略带红娘鱼特有的鲜香味, 略有腥味、焦味或其他异味	香气不明显, 腥味、焦味或其他异味较重	无香气, 焦味、腥味或其他异味严重
口感	口感酥脆, 咀嚼性良好, 不生硬	3项有1项达不到要求	3项有2项达不到要求	3项都达不到要求

(2) 理化及安全指标

参照国家标准 GB 10136-2015《食品安全国家标准 动物性水产制品》^[10]及 GB 2762-2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》^[11]测定即食油炸红娘鱼片中过氧化值、挥发性盐基氮、N-二甲基亚硝胺及苯并(a)芘含量,以确认所开发的即食油炸红娘鱼片是否符合国家食品安全标准。其中过氧化值按照 GB 5009.227-2016《食品安全国家标准 食品中过氧化值的测定》^[12]第一法进行测定,挥发性盐基氮按照 GB 5009.228-2016《食品安全国家标准 食品中挥发性盐基氮的测定》^[13]第二法进行测定,N-二甲基亚硝胺按照 GB 5009.26-2016《食品安全国家标准 食品中 N-亚硝胺类化合物的测定》^[14]第一法进行测定,苯并(a)芘按照 GB 5009.27-2016《食品安全国家标准 食品中苯并(a)芘的测定》^[15]进行检测。

3 结果与分析

3.1 单因素实验结果

3.1.1 不同油炸条件对即食红娘鱼感官品质的影响

将腌制后的红娘鱼分别置于油温在 160、170、180 °C 的大豆油中进行油炸熟制 2~5 min,研究不同油炸温度和时间对于红娘鱼片品质的影响。总体而言,在相同油炸时间下,油温越高,鱼肉外表整体色泽越深,同时鱼肉往往能较快地呈现出较好的气味,但时间过长也越容易出现稍稍的焦味及收缩现象;随着油炸温度的升高,油炸时间的延长,鱼片的咀嚼性和弹性呈现出先上升后下降趋势,而硬度和酥脆度则逐渐增加。同时在 160~180 °C 的油炸温度下红娘鱼的含油率随着油炸温度及时间的延长而逐渐增加,因此在兼顾感官评分的同时应尽量减少油炸的温度和时间来降低油炸红娘鱼成品的含油率。

由表 2 可知,油温在 160~180 °C 油炸的成品即食油炸红娘鱼整体品质都较为良好,180 °C 油温稍高,160 °C 及 170 °C 时候整体油温较为适宜,总体来看以油炸条件在油温 160 °C、油炸 4 min,油温 170 °C、油炸 3 min 及油温 170 °C、油炸 4 min 时即食油炸红娘鱼成品得分较高,其中以油温 170 °C、油炸 4 min 得分最高。

3.1.2 白醋的添加量对即食红娘鱼感官的影响

白醋具有良好抑菌效果,有利于去除红娘鱼的海腥味,同时有利提高即食油炸红娘鱼的咀嚼性^[16,17]。在即食油炸红娘鱼中添加 1%、1.5%、2%、2.5%、3% 的白醋,研究不同白醋的添加量对即食油炸红娘鱼感官指标的影响,实验结果见表 3。

由表 3 可知,白醋添加量为 1.5%、2%、2.5% 时,油炸红娘鱼的品质较好,其中白醋添加量为 1.5% 的油炸红娘鱼品质最佳。继续添加白醋时,对于改变红娘鱼的质感影响不大,去腥效果未见提高,反而使得红娘鱼成品的醋酸

味逐渐明显,随着添加量的增大逐渐地掩盖了红娘鱼特有的香味,因此白醋的适宜添加量为 1.5%。

表 2 不同油炸条件对油炸红娘鱼片产品感官评分的影响
Table 2 Effects of different frying conditions on sensory score of ready-to-eat fried *Lepidotrigla* product

油炸条件(温度/°C, 时间/min)	色泽	组织形态	滋味及气味	口感	总分	含油率/%
160, 2	15	17	16	12	60	8.2
160, 3	16	17	16	16	65	8.6
160, 4	17	17	16	18	69	8.9
160, 5	16	16	15	16	63	9.6
170, 2	16	16	15	16	63	10.5
170, 3	17	17	17	18	69	10.8
170, 4	17	18	18	18	71	11.0
170, 5	15	16	15	16	62	11.1
180, 2	16	16	16	15	63	11.3
180, 3	17	17	16	15	65	11.6
180, 4	16	15	15	15	61	11.8
180, 5	15	15	14	14	58	12.2

表 3 白醋添加量对油炸红娘鱼产品感官评分的影响
Table 3 Effects of white vinegar addition proportion on sensory score of ready-to-eat fried *Lepidotrigla* product

添加量/%	色泽	组织形态	滋味及气味	口感	总分
1.0	15	15	15	15	60
1.5	15	16	17	16	64
2.0	15	16	15	17	63
2.5	15	16	13	16	61
3.0	15	16	12	16	59

3.1.3 碳酸氢钠的添加量对即食红娘鱼感官的影响

碳酸氢钠具有一定的去腥作用,可通过影响肉质的蛋白结构来提高产品整体适口性及嫩度,从而增强产品的口感,同时能有效提升油炸后产品的酥脆度^[18-20]。在即食油炸红娘鱼中添加 0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5% 的碳酸氢钠,研究不同碳酸氢钠的添加量对即食油炸红娘鱼片感官指标的影响,实验结果见表 4。

由表 4 可知,碳酸氢钠添加量为 0.1%、0.2%、0.3% 时,油炸红娘鱼的品质较好,其中碳酸氢钠添加量为 0.2% 的油炸红娘鱼品质最佳。继续添加碳酸氢钠时,虽然酥脆

表 4 碳酸氢钠添加量对油炸红娘鱼产品感官评分的影响
Table 4 Effects of sodium bicarbonate addition proportion on sensory score of ready-to-eat fried *Lepidotrigla* product

添加量/%	色泽	组织形态	滋味及气味	口感	总分
0.1	15	14	17	16	62
0.2	16	16	17	17	66
0.3	16	16	15	18	65
0.4	16	15	13	16	60
0.5	16	15	12	15	58

度稍有提高,但是咀嚼后口中会有些许涩感,且随着添加量的增加还会感觉到碳酸氢钠特有的“碱味”,同时也掩盖了鱼片的鱼香味和油炸的香气,因此碳酸氢钠的适宜添加量为 0.2%。

3.1.4 玉米淀粉添加量对即食油炸红娘鱼品质影响

玉米淀粉透明性较高,黏度较小,热稳定性较高,在红娘鱼配料中添加玉米淀粉有利于提高油炸后成品的结构性^[21,22]。在即食油炸红娘鱼中添加 1%、2%、3%、4%、5%的玉米淀粉,研究不同玉米淀粉的添加量对即食油炸红娘鱼片感官品质的影响,实验结果见表 5。

由表 5 可知,玉米淀粉添加量为 2%、3%、4%时,即食油炸红娘鱼的感官品质较好,其中玉米淀粉添加量为 3%时,油炸红娘鱼整体色泽最好,组织形态也最佳;进一步增加玉米淀粉的添加量时,不仅掩盖了油炸红娘鱼本身的鱼香味,弹性略微下降,而且口感也逐渐变差。因此,玉米淀粉的添加量为 3%左右为宜。

表 5 玉米淀粉添加量对油炸红娘鱼产品感官评分的影响
Table 5 Effects of corn starch addition proportion on sensory score of ready-to-eat fried *Lepidotrigla* product

添加量/%	色泽	组织形态	滋味及气味	口感	总分
1	15	14	15	15	59
2	17	16	15	16	65
3	18	18	15	18	69
4	18	17	14	17	66
5	18	17	13	15	63

3.2 正交实验结果

本研究通过正交实验确定了油炸条件及玉米淀粉、白醋、碳酸氢钠等 3 种添加量作为影响即食油炸红娘鱼品质的主要因素。各因素均选取单因素实验的 3 个较佳水平量,并采用 $L_9(3^4)$ 正交实验设计,以感官评定结果确定最佳加工工艺。实验因素、水平见表 6,其结果及极差分析见表 7。

表 6 即食油炸红娘鱼加工工艺的正交实验因素与水平表
Table 6 Orthogonal experimental factors and levels of processing technology for ready-to-eat fried *Lepidotrigla*

水平	因素			
	A 油炸条件(温度/°C, 时间/min)	B 白醋添加量/%	C 碳酸氢钠添加量/%	D 玉米淀粉添加量/%
1	160, 4	1.0	0.1	2
2	170, 3	1.5	0.2	3
3	170, 4	2.0	0.3	4

由表 7 的极差分析可知,油炸条件(A)、白醋添加量(B)、碳酸氢钠添加量(C)、玉米淀粉添加量(D) 4 因素对即食油炸红娘鱼品质影响的主要顺序为: $A>C>D>B$ 。油炸条件对

即食油炸红娘鱼品质影响最重要,其次是碳酸氢钠添加量的影响。从正交表的 K 值看最优组合应是 $A_2B_3C_3D_2$,即玉米淀粉添加量 3%、白醋添加量 2%、碳酸氢钠添加量 0.3%、油炸条件为在温度 170 °C 下,油炸 3 min。该组合在正交实验中并未出现,需对该工艺加工的成品进行结果验证。

表 7 即食油炸红娘鱼加工工艺的正交实验方案及结果分析表
Table 7 The schemes and the result analysis of orthogonal experiment for processing technology of the ready-to-eat fried *Lepidotrigla*

实验号	A 油炸条件(温度/°C, 时间/min)	B 白醋添加量/%	C 碳酸氢钠添加量/%	D 玉米淀粉添加量/%	感官评分
1	1(160, 4)	1(1.0)	1(0.1)	1(2)	62
2	1	2(1.5)	2(0.2)	2(3)	65
3	1	3(2.0)	3(0.3)	3(4)	68
4	2(170, 3)	1	2	3	66
5	2	2	3	1	71
6	2	3	1	2	73
7	3(170, 4)	1	3	2	70
8	3	2	1	3	60
9	3	3	2	1	63
K_1	195	198	195	196	$\Sigma=598$
K_2	210	196	194	208	
K_3	193	204	209	194	
k_1	65	66	65	65.3	
k_2	70	65.3	64.7	69.3	
k_3	64.3	68	69.7	64.7	
优水平	A_2	B_3	C_3	D_2	
R_j	5.7	2.7	5	4.6	
主次顺序	$A>C>D>B$				

按 $A_2B_3C_3D_2$ 工艺在上述同样条件下做验证实验。结果表明:以此工艺加工的即食油炸红娘鱼,色泽金黄,鱼片延展性良好,软硬适宜,富有弹性,油炸香气浓郁,具有红娘鱼特有的鲜香味,口感酥脆,咀嚼性良好,不生硬,感官评定分数为 75 分,与按 $A_2B_3C_1D_2$ 工艺(正交实验中感官评定分数最高)加工的即食油炸红娘鱼比较,总体酥脆度更好。 $A_2B_3C_3D_2$ 配方与 $A_2B_3C_1D_2$ 工艺的区别在于提高了碳酸氢钠的含量,在不影响即食油炸红娘鱼滋味及气味的同时,进一步提高了即食油炸红娘鱼口感的咀嚼性及酥脆度。

3.3 即食油炸红娘鱼的理化指标及安全指标

以最优加工工艺 $A_2B_3C_3D_2$ (即玉米淀粉添加 3%、白醋添加 2%、碳酸氢钠添加 0.3%、油炸条件为在温度 170 °C 下,油炸 3 min)加工的油炸即食红娘鱼成品的过氧化值、

挥发性盐基氮、N-二甲基亚硝酸盐、苯并(a)芘等 4 个检测项目的检测结果详见表 8, 经检验, 过氧化值、挥发性盐基氮等 2 个理化指标符合 GB 10136-2015《食品安全国家标准 动物性水产制品》^[10]中理化指标要求, 污染物指标: N—二甲基亚硝酸盐、苯并(a)芘等 2 个安全指标符合 GB 2762-2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》^[11]要求。

表 8 即食油炸红娘鱼理化及安全指标

Table 8 Physicochemical and safety index of ready-to-eat fried *Lepidotrigla*

检验项目	单位	标准要求	检测结果	单项判定
过氧化值	g/100 g	≤0.6	0.092	合格
挥发性盐基氮	mg/100 g	≤30	18.6	合格
N-二甲基亚硝酸盐	μg/kg	≤4.0	未检出(<1.0)	合格
苯并(a)芘	μg/kg	≤5.0	0.4	合格

3.4 即食油炸红娘鱼的产品描述

该即食油炸红娘鱼经添加 1.2%壳聚糖, 0.5 g/kg 乳酸链球菌素, 0.4 g/kg D-异抗坏血酸钠的复合生物防腐剂预估可贮藏 120 d 以上^[23], 该产品的质量标准要求详见表 9。

表 9 即食油炸红娘鱼产品质量指标

Table 9 Product quality index of ready-to-eat fried *Lepidotrigla*

项目	标准要求	项目	标准要求
过氧化值/ (g/100 g)	≤0.6	沙门氏菌/ (25 g)	$n=5$ $c=0$ $m=0$
挥发性盐基氮/ (mg/100 g)	≤30	金黄色葡萄球菌/ (CFU/g)	$n=5$ $c=1$ $m=1000$ $M=10000$
N-二甲基亚硝酸盐/ (μg/kg)	≤4.0	副溶血性弧菌/ (CFU/g)	$n=5$ $c=1$ $m=1000$ $M=10000$
苯并(a)芘/(μg/kg)	≤5.0	感官	表 3 良好以上要求

4 结论

本研究通过对即食油炸红娘鱼的色泽、组织形态、滋味及气味、口感等 4 方面的感官指标进行综合评价, 最终确定即食油炸红娘鱼最佳加工工艺为: 玉米淀粉添加 3%、白醋添加 2%、碳酸氢钠添加 0.3%、并在温度为 170 °C 条件下, 油炸 3 min。同时通过检验验证了实验最佳加工工艺的即食油炸红娘鱼的相关理化指标及安全指标均符合相关国家食品安全标准要求。本研究不仅为红娘鱼的工业化加工提供了可靠的参考依据, 同时也丰富了水产休闲食品的种类。

参考文献

- [1] 胡晓亮, 陈庆余, 谈佳玉. 深水红娘鱼的形态特征参数及其相关性比较分析[J]. 现代食品科技, 2012, 28(12): 1627-1631, 1644.

- Hu XL, Chen QY, Tan JY. Comparative study on biological characteristics and correlation analysis of morphological characteristics of *Lepidotrigla abyssalis* [J]. Mod Food Sci Technol, 2012, 28(12): 1627-1631, 1644.
- [2] 胡芬, 李建生, 李圣法. 东海区红娘鱼属种类组成及其分布特征[J]. 水产学报, 2005, (2): 188-192.
- Hu F, Li JS, Li SF. Species composition and distribution of the genus *Lepidotrigla* in the east China sea [J]. J Fish China, 2005, (2): 188-192.
- [3] 史策. 鲢鱼尸僵及贮藏过程中 ATP 关联物及生化特性变化规律的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2015.
- Shi C. Changes of the ATP-related compounds and biochemical properties of silver carp during early stage post-mortem and chilled storage [D]. Beijing: China Agricultural University, 2015.
- [4] 张琼, 章梁, 黄泽元. 草鱼鱼片热风干燥特性的研究[J]. 武汉工业学院学报, 2008, (4): 13-18.
- Zhang Q, Zhang L, Huang ZY. Study on characteristics of hot air drying of grass carp [J]. J Wuhan Polytech Univ, 2008, (4): 13-18.
- [5] 陈小培, 罗末, 李钰琪, 等. 即食油炸尖尾鳊鱼丝的工艺研究[J]. 浙江海洋大学学报(自然科学版), 2018, 37(4): 320-326.
- Chen XP, Luo W, Li YQ, et al. Research on processing technology of ready-to-eat *Uroconger lepturus* Filaments [J]. J Zhejiang Ocean Univ (Nat Sci Ed), 2018, 37(4): 320-326.
- [6] 张聪, 陈德慰. 油炸食品风味的研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2014, 5(10): 3085-3091.
- Zhang C, Chen DW. Advance in flavor study of the deep-fried food [J]. J Food Saf Qual, 2014, 5(10): 3085-3091.
- [7] 孙洋, 姜启兴, 许学勤, 等. 半干鲢鱼片油炸工艺研究[J]. 食品与机械, 2012, 28(3): 59-61, 67.
- Sun Y, Jiang QX, Xu XQ, et al. Study on frying process of semi-dry silver carp fillets [J]. Food Mach, 2012, 28(3): 59-61, 67.
- [8] GB 5009.17-2016 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定[S]. GB 5009.17-2016 National food safety standard-Determination of fat in food [S].
- [9] 侯代松, 汤秀梅, 丁江生, 等. 正交试验法优化玛咖石斛片处方[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(1): 28-33.
- Hou DS, Tang XM, Ding JS, et al. Formula optimization of maca and *Dendrobium officinale* tablet by orthogonal experimental design [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(1): 28-33.
- [10] GB 10136-2015 食品安全国家标准 动物性水产制品[S]. GB 10136-2015 National food safety standard-Animal aquatic products [S].
- [11] GB 2762-2017 食品安全国家标准 食品中污染物限量[S]. GB 2762-2017 National food safety standard-Contaminant limits in food [S].
- [12] GB 5009.227-2016 食品安全国家标准 食品中过氧化值的测定[S]. GB 5009.227-2016 National food safety standard-Determination of peroxide value in food [S].
- [13] GB 5009.228-2016 食品安全国家标准 食品中挥发性盐基氮的测定[S]. GB 5009.228-2016 National food safety standard-Determination of volatile salt-based nitrogen in foods [S].

- [14] GB 5009.26-2016 食品安全国家标准 食品中 N-亚硝胺类化合物的测定[S].
GB 5009.26-2016 National food safety standard-Determination of N-nitrosamines in food [S].
- [15] GB 5009.27-2016 食品安全国家标准 食品中苯并(a)芘的测定[S].
GB 5009.27-2016 National food safety standard-Determination of benzo(a) pyrene in food [S].
- [16] 王婷. 鲳鱼软罐头食品的加工技术研究[D]. 舟山: 浙江海洋大学, 2016.
Wang T. Study on processing technology of skipjack soft canned food [D]. Zhoushan: Zhejiang Ocean University, 2016.
- [17] 邢贵鹏, 黄卉, 李来好, 等. 罗非鱼加工副产物脱腥工艺及其腥味物质分析[J]. 食品工业科技, 2019, 40(20): 140-145.
Xing GP, Huang H, Li LH, *et al.* Deodorization process of tilapia processing by-products and its fishy odor component analysis [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2019, 40(20): 140-145.
- [18] 杨兵, 李婷婷, 崔方超, 等. 响应面法优化草鱼脱腥工艺[J]. 食品科技, 2015, 40(2): 174-180.
Yang B, Li TT, Cui FC, *et al.* Optimization of deodorization technology for grass carp by response surface methodology [J]. *Food Sci Technol*, 2015, 40(2): 174-180.
- [19] 时海波, 诸永志, 陈晓, 等. 碳酸氢钠联合超声波对羊肉嫩度及其肌动球蛋白含量的影响[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(22): 220-227.
Shi HB, Zhu YZ, Chen X, *et al.* Effect of sodium bicarbonate combined with ultrasonic on the tenderness and actomyosin content of lamb [J]. *Food Ferment Ind*, 2019, 45(22): 220-227.
- [20] 汪磊. 新型油炸食品外裹层材料的开发及应用[D]. 武汉: 华中农业大学, 2010.
Wang L. Development and application of wrapped materials of new-type fried food [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2010.
- [21] 高金锋, 刘瑞, 晁桂梅, 等. 荞麦、糜子与玉米淀粉理化性质比较研究[J]. 中国粮油学报, 2014, 29(10): 16-22.
Gao JF, Liu R, Chao GM, *et al.* Comparative on the physicochemical properties of buckwheat, broomcorn millet and maize starches [J]. *J Chin Cereals Oils Assoc*, 2014, 29(10): 16-22.
- [22] 姜素英, 过世东, 刘海英. 香酥罗非鱼骨片的研制[J]. 食品与生物技术学报, 2012, 31(6): 661-666.
Jiang SY, Guo SD, Liu HY. Study on crisp tilapia bone chips [J]. *J Food Sci Biotechnol*, 2012, 31(6): 661-666.
- [23] 张艳, 聂青玉, 王圣开. 即食型烤鱼保藏技术的研究[J]. 中国食品添加剂, 2016, (12): 169-174.
Zhang Y, Nie QY, Wang SK. Research on preservation technology of ready-to-eat baked fish [J]. *China Food Addit*, 2016, (12): 169-174.

(责任编辑: 张晓寒)

作者简介



林哲寅, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品加工工艺研究和食品检验技术与质量控制。

E-mail: 273975029@qq.com