

# 调味金枪鱼鱼松配方优化

李文敬<sup>1</sup>, 龚海平<sup>1\*</sup>, 袁超璐<sup>1</sup>, 曾媛<sup>1</sup>, 李磊<sup>1</sup>, 陈益敏<sup>1</sup>, 郑平安<sup>2</sup>, 王加斌<sup>3</sup>

(1. 舟山维本检测有限公司, 舟山 316000; 2. 舟山海力生海洋生物研究院有限公司, 舟山 316012;  
3. 海力生集团有限公司, 舟山 316100)

**摘要:** **目的** 优化调味金枪鱼鱼松配方。**方法** 对金枪鱼碎肉制作鱼松进行研究。通过 $L_9(3^4)$ 正交试验设计对其配方进行优化, 以感官评定得分和鱼松疏松度为考核指标, 考察棕榈油、绵白糖、豌豆粉、调味料(生姜粉+五香粉+白酒)添加量对鱼松品质的影响。**结果** 棕榈油、绵白糖、豌豆粉、调味料的用量为16%、14%、16%、(0.8+0.8+3)%。按此条件生产的鱼松产品呈金黄色, 色泽均匀一致, 呈绒状, 纤维疏松, 口感肉质细腻, 有鱼香味。**结论** 本研究将金枪鱼下脚料用于鱼松生产, 出品率为72%, 增加了鱼松产品的多样性, 提高了金枪鱼下脚料的附加值。

**关键词:** 金枪鱼; 调味; 鱼松

## Formulation optimization of seasoned tuna dried fish floss

LI Wen-Jing<sup>1</sup>, GONG Hai-Ping<sup>1\*</sup>, YUAN Chao-Lu<sup>1</sup>, ZENG Yuan<sup>1</sup>,  
LI Lei<sup>1</sup>, CHEN Yi-Min<sup>1</sup>, ZHENG Ping-An<sup>2</sup>, WANG Jian-Bin<sup>3</sup>

(1. Zhoushan Weiben Testing Co., Ltd., Zhoushan 316000, China; 2. Zhoushan Hailisheng Marine Biological Institute Co., Ltd., Zhoushan 316012, China; 3. Zhoushan Hailisheng Group Co. Ltd., Zhoushan 316000, China)

**ABSTRACT: Objective** To optimize the formulation of seasoned tuna dried fish floss. **Methods** The preparation of dried fish floss from tuna mince was studied. Through the orthogonal experiment design of  $L_9(3^4)$ , the formula was optimized. Using sensory evaluation scores and looseness degree of dried fish floss as indicators, the effects of addition of palm oil, sugar, pea flour and seasonings (ginger powder, wolfberry powder, and white wine) on quality of dried fish floss were investigated. **Results** The optimal dosages of palm oil, sugar, pea powder and condiment were 16%, 14%, 16%, and 0.8% ginger powder+0.8% wolfberry powder+3% white wine, respectively. The dried fish floss products produced under this condition were golden yellow, uniform in color, velvety, loose in fiber, delicate in texture, and fishy in flavor. **Conclusion** In this study, tuna scraps were used in the production of dried fish floss, with a yield rate of 72%, which increased the diversity of dried fish floss products and increased the added value of tuna scraps.

**KEY WORDS:** tuna; seasoned; dried fish floss

## 1 引言

金枪鱼类(tuna)是硬骨鱼纲(osteichthyes)鲈形目(percoformes)鲭科(scombridae)鱼类中具有胸甲(指胸区和侧线

前部明显扩大的鳞片)的几个属鱼类的总称<sup>[1-3]</sup>。金枪鱼肉质柔嫩、鲜美, 蛋白质含量很高, 生物价高达90, 氨基酸配合优越; 富含二十二碳六烯酸(docosahexaenoic acid, DHA)、二十碳五烯酸(eicosapentaenoic acid, EPA)等具有生物活性的高度

\*通讯作者: 龚海平, 高级工程师, 主要研究方向为海洋精深食品加工。E-mail: gonghaiping@hailisheng.com

\*Corresponding author: GONG Hai-Ping, Senior Engineer, Zhoushan Weiben Testing Co., Ltd., Zhoushan 316000, China. E-mail: gonghaiping@hailisheng.com

多不饱和脂肪酸,可促进大脑发育、有效预防心脑血管疾病;同时,蛋氨酸、牛磺酸、矿物质和维生素含量丰富,是国际营养协会推荐的绿色无污染健康美食<sup>[4]</sup>。近年来水产企业顺应国际市场的发展趋势,金枪鱼加工规模日趋壮大。金枪鱼加工过程中白肉部分做成鱼柳出口,用于加工罐头食品,而金枪鱼的红肉、碎肉则作为下脚料处理,下脚料直接出售,价格低市场前景不乐观。经研究,金枪鱼下脚料中除了含有大量的蛋白质,还含有多种生物活性物质,均具有较高的利用价值<sup>[5]</sup>。

经市场调查研究,开发一款营养丰富、味道鲜美的鱼松迫在眉睫。传统鱼松生产过程中经常有脱腥处理<sup>[6]</sup>,这是因为金枪鱼肌肉中含有粗脂肪致使鱼肉含有浓重的腥味,而鱼肉的脂肪中含有大量不饱和脂肪酸,特别是DHA、EPA及亚麻酸。为了保留粗脂肪的营养成分,提高鱼松的营养价值,本研究以金枪鱼(鲣鱼)鱼柳加工过程中产生的碎肉为原料,碎肉经粗加工去骨去皮去刺,采用调味脱腥工艺替代萃取法脱腥工艺,利用正交实验法对影响鱼松品质的工艺进行优化,以期生产一种营养丰富老少皆宜的产品。

## 2 材料与方 法

### 2.1 材 料

金枪鱼(鲣鱼)碎肉:海力生集团有限公司;绵白糖、盐、味精、五香粉、生姜粉、豌豆粉(120目)、麦粉、24°棕榈油:均为市售食品级。

乙醚、氢氧化钠、硫酸、硝酸银、盐酸、硼酸、乙醇、甲基红、溴甲酚绿(分析纯,国药集团化学试剂有限公司);磷酸二氢钾、氯化钠、平板计数琼脂培养基、月桂基硫酸盐胰蛋白胨、煌绿乳糖胆盐、结晶紫中性红胆盐琼脂(国药集团化学试剂有限公司)。

### 2.2 仪器与设备

XFH-30CA 电热式压力蒸汽灭菌器(浙江新丰医疗器械有限公司);Z90 可倾斜式蒸汽夹层锅(温州市龙湾沙城正丰机械设备有限公司);ZD-091 高师多功能斩拌机(广州安狮食品机械有限公司);XKC-160 电动封罐机(温州市凯驰包装机械有限公司);MB45 卤素水分测定仪(美国奥豪斯)。

### 2.3 方 法

#### 2.3.1 鱼松生产工艺流程

原料解冻→蒸煮→冷却→斩拌→炒松→冷却→包装→成品。

操作要点如下:

##### (1) 原料解冻

选择无异味无氧化酸败的碎肉在室温下自然解冻3~5 h,去除鱼刺、鱼骨、鱼皮备用。

##### (2) 蒸 煮

将处理好的碎肉置于电热式压力蒸汽灭菌器中进行

蒸煮,蒸煮条件为105℃,70 min。

##### (3) 冷 却

蒸煮结束的碎肉置于不锈钢盘中进行自然冷却1~2 h。

##### (4) 斩 拌

蒸煮冷却后的碎肉,加入绵白糖、盐、味精、五香粉、生姜粉于斩拌机内斩拌均匀,斩拌条件为:料盘转速16 r/s,刀转速1450 r/s,斩拌5 min,此条件下鱼肉蓬松无结块。

##### (5) 炒 松

炒松共分2个阶段:第1阶段压力为0.04 MPa,将斩拌均匀的物料放在可倾斜式蒸汽夹层锅中炒30 min,水分控制在15%~20%;第2阶段压力为0.01 MPa先加入豌豆粉和麦粉炒15 min,充分炒匀后加入棕榈油,炒10~15 min,水分控制在5%以下。

##### (6) 冷 却

室温下自然冷却0.5~1 h。

##### (7) 包 装

将合格的鱼松装入灭菌的塑料盒中,用封口机严密封口。

#### 2.3.2 鱼松加工工艺单因素试验

单因素试验时配方中的盐、味精、麦粉保持不变,分别考察棕榈油、绵白糖、豌豆粉、调味料(生姜粉+五香粉+白酒)添加量对鱼松品质的影响,以产品感官品质的综合评分和鱼松的疏松度作为考核指标,每个试验重复3次取平均值筛选出各因素最佳取值。

#### 2.3.3 正交试验设计<sup>[7]</sup>

采用 $L_9(3^4)$ 正交试验法筛选产品最佳配方,因素水平设计见表1。

表1 鱼松配方优化正交试验设计因素与水平  
Table 1 Levels and factors of orthogonal experiment of optimization of dried fish floss formula

水平	因素			
	A 棕榈油/%	B 绵白糖/%	C 豌豆粉/%	D 调味料/%
1	12	12	13	0.4+0.4+3
2	14	14	16	0.6+0.6+3
3	16	16	19	0.8+0.8+3

注: D 调味料为生姜粉+五香粉+白酒。

#### 2.3.4 鱼松疏松度的测定

取适量鱼松,轻轻装满25 mL的烧杯称重,求得单位质量鱼松的体积,以反应鱼松的疏松度( $\text{cm}^3/\text{g}$ )<sup>[8,9]</sup>。

#### 2.3.5 鱼松感官评定

由20名有经验的评定者根据鱼松的色泽、滋味与气味、形态进行评定,满分100分取平均值为最终结果,评分标准见表2<sup>[10,11]</sup>。

表 2 鱼松食品感官评分标准  
Table 2 Sensory evaluation standards of dried fish floss

项目(0~100 分)	分值			
色泽 (0~25 分)	色泽均匀, 金黄有光泽 20~25 分	颜色较暗, 光泽稍弱 15~20 分	有杂色, 光泽弱 10~15 分	暗淡, 无光泽 5~10 分
滋味 (0~25 分)	肉质细腻, 无糊口感, 咸甜 适口, 无金枪鱼碎肉特有 的酸味 20~25 分	肉质细腻, 无糊口感, 咸甜 失调, 有金枪鱼碎肉特有 的酸味 15~20 分	肉质粗硬, 有糊口感, 咸甜适口, 无金枪鱼碎肉 特有的酸味 10~15 分	肉质粗硬, 有糊口感, 咸甜失调, 有金枪鱼碎 肉特有的酸味 5~10 分
气味 (0~25 分)	有鱼香味, 无异味 20~25 分	有鱼香味, 稍有鱼腥味 15~20 分	调味料重, 无鱼香味 10~15 分	鱼腥味重 5~10 分
形态 (0~25 分)	蓬松状良好, 呈细绒状, 肉丝分明质地均匀 20~25 分	蓬松状较好, 有些许成团, 质地均匀 15~20 分	不呈蓬松状, 质地不均匀 10~15 分	完全呈团状板结在一起 5~10 分

### 3 结果与分析

#### 3.1 单因素试验结果

##### 3.1.1 棕榈油添加量对鱼松品质的影响

本研究选用价格相对低廉、稳定性好且具有市场发展前景的 24°棕榈油<sup>[12]</sup>。由图 1 可知, 棕榈油的添加量是影响鱼松品质的一个关键因素。当棕榈油添加量在 10%~14% 之间时, 鱼松的感官品质及疏松度都呈上升趋势, 在添加量为 14% 时, 感官评价得分和鱼松疏松度都达到了最大, 而随着棕榈油用量的增加, 鱼松的感官评价得分和鱼松的疏松度呈下降的趋势。添加适量的油脂不仅可以赋予鱼松丰富的香味, 还有利于鱼松形成酥脆多绒的状态; 油脂添加量太多会造成油脂味重, 掩盖鱼香味并且产生油腻感, 油脂用量过多还会使鱼松颜色逐渐加深<sup>[13]</sup>, 脆度变大, 在炒制过程中纤维易断裂进而影响鱼松的疏松度。因此棕榈油添加量为 14%。

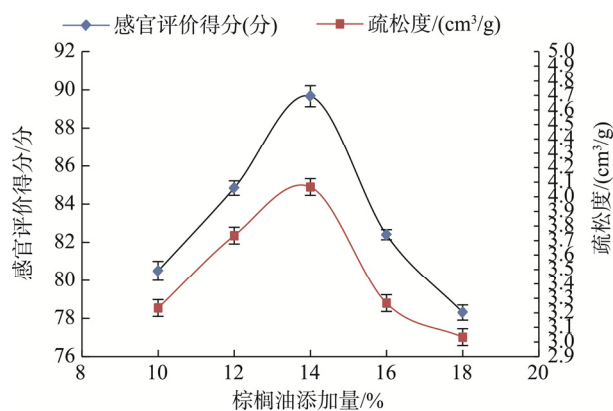


图 1 棕榈油添加量对鱼松品质的影响

Fig.1 Effect of palm oil addition amount on the quality of dried fish floss

##### 3.1.2 绵白糖添加量对鱼松品质的影响

糖是最基本的风味辅料, 在鱼肉制品中起赋予甜味和增添制品色泽<sup>[14,15]</sup>的作用。本实验用绵白糖来调和掩盖

金枪鱼碎肉中的不愉快的酸味, 并赋予鱼松良好的品相。由图 2 可以看出, 绵白糖的添加量对鱼松的品质有显著的影响。在 8%~14% 范围内, 绵白糖的添加量越大, 酸味减小的越快, 且绵白糖在鱼松的炒制过程中发生美拉德反应, 赋予鱼松诱人的金黄色, 鱼松的感官品质随之提高, 而对于鱼松的疏松度没有太大的影响。而当绵白糖的用量超过 14% 时, 鱼松的品质有所下降, 分析其原因, 一方面糖的用量多, 掩盖了鱼肉本身的香味, 加深了鱼松的色泽, 另一方面绵白糖添加过多, 糖在炒制过程中液化, 易与鱼肉粘结一起, 鱼松不容易形成绒毛, 疏松度下降<sup>[16]</sup>。因此绵白糖的添加量为 14%。

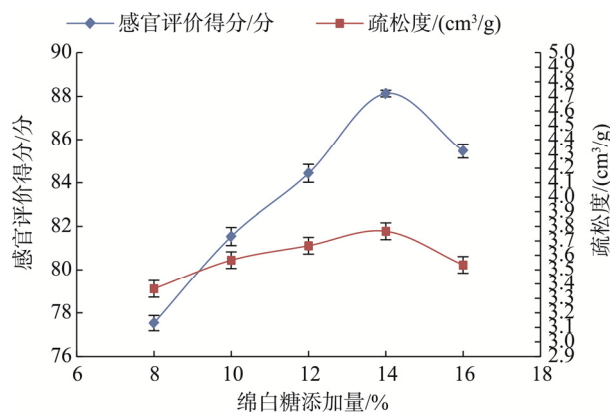


图 2 绵白糖添加量对鱼松品质的影响

Fig.2 Effect of sugar addition amount on the quality of dried fish floss

##### 3.1.3 豌豆粉添加量对鱼松品质的影响

本实验在鱼松的炒制过程中添加豌豆粉, 豌豆粉粒度小, 粉感几乎没有, 色泽金黄。鱼松加工中加入豌豆粉比加入其他植物蛋白粉更能赋予鱼松鲜亮的色泽, 并且豌豆粉的吸油感不是很强, 可以减少油的用量。在鱼松中添加豌豆粉不仅改善了鱼松的颜色, 增加了营养, 还降低了成本<sup>[17-19]</sup>。由图 3 可以看出, 鱼松的感官得分随着豌豆粉的

添加量先上升后下降,鱼松的疏松度一直呈下降趋势。当豌豆粉的添加量为13%时,豌豆粉经炒制产生的豆香味赋予鱼松最佳的品质,而随着豌豆粉添加量的增多,鱼松感官品质和疏松度都在下降,这是由于豌豆粉添加的多,鱼香味被掩盖,并且豌豆粉添加量增大还会产生糊口感,对于疏松度的影响则是过多的豆粉与鱼肉粘成团,团粒数多,影响了鱼肉纤维的形成,且越炒越僵,不具备鱼松的状态。因此豌豆粉的添加量为13%。

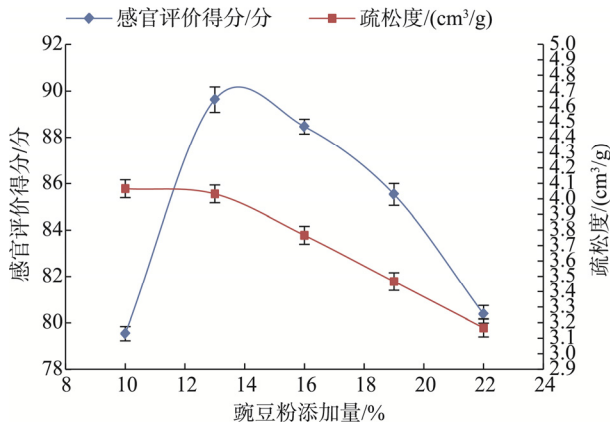


图3 豌豆粉添加量对鱼松品质的影响

Fig.3 Effect of pea powder addition amount on the quality of dried fish floss

### 3.1.4 调味料添加量对鱼松品质的影响

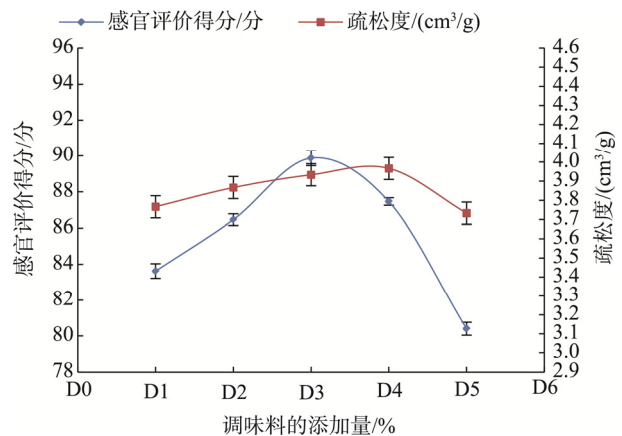
图4可以看出,调味料的用量主要影响鱼松感官评价得分,对鱼松的疏松度也有一定的影响。调味料在鱼肉制品加工中除了可以赋予产品一定的风味外,还具有防腐抗菌,抗氧化的作用<sup>[20]</sup>。调味料的用量少,鱼松的鱼腥味较重,口感差,调味料用量太大,掩盖了鱼肉本身的口感,所以经试验调味料的用量在(0.6+0.6+3)%时鱼松的口感最佳。调味料对产品疏松度的影响体现在:研究发现为了延长产品的货架期,一般通过控制产品水分含量来达到抑制微生物的目的。而水分含量过低导致鱼松的纤维结构易断,不易成绒毛状,从而影响鱼松的疏松度。产品中添加一定量的调味料可以帮助抑菌,避免水分过低造成口感粗糙,绒毛状减少。因此鱼松制品中添加一定的调味料既可以保证产品的口感赋予产品一定的绒毛状,又可以延长产品的货架期。因此调味料(生姜粉+五香粉+白酒)的添加量为(0.6+0.6+3)%。

## 3.2 鱼松配方优化正交试验

采用  $L_9(3^4)$  正交试验筛选产品最佳配方,结果见表3。

由表3可知,各因素对鱼松感官品质影响程度强弱次序为  $A>C>D>B$ ,最优试验组合为  $A_3B_2C_2D_3$ 。不在9个试样中,对  $A_3B_2C_2D_3$  进行4次平行试验,测得感官评分为94.1分,疏松度为  $4.0 \text{ cm}^3/\text{g}$ ,所以以  $A_3B_2C_2D_3$  为鱼松感官评分最优组合;对鱼松疏松度影响的主次顺序为  $A>C>D>B$ ,最优试验方案是  $A_3B_2C_1D_3$  与8号样品相符。 $A_3B_2C_2D_3$  与

$A_3B_2C_1D_3$  相比,豌豆粉用量大,在不影响鱼松品质的情况下添加豌豆粉,一方面可以改善鱼松的色泽,增加蛋白质的含量,最重要的是可以降低产品的成本。所以经过成本核算,并综合考虑产品的品质风味营养及疏松度  $A_3B_2C_2D_3$  优于  $A_3B_2C_1D_3$ 。本研究选择  $A_3B_2C_2D_3$  作为产品的最终配方,即棕榈油的用量为16%、绵白糖的用量为14%、豌豆粉的用量为16%、调味料的用量为(0.8+0.8+3)%。按此配方生产的鱼松产品呈金黄色,色泽均匀一致,呈绒状,纤维疏松,口感肉质细腻,有鱼香味。



注: D1:0.2+0.2+3; D2:0.4+0.4+3; D3:0.6+0.6+3; D4:0.8+0.8+3; D5:1.0+1.0+3。

图4 调味料对鱼松品质的影响

Fig.4 Effect of condiment addition amount on the quality of dried fish floss

表3 鱼松配方正交试验设计及结果

Table 3 Orthogonal experiment design and results of dried fish floss

序号	因素				考核指标	
	A	B	C	D	感官评分	疏松度
1	1	1	1	1	76.8	3.5
2	1	2	2	2	79	3.4
3	1	3	3	3	76.8	3.4
4	2	1	2	3	84	3.8
5	2	2	3	1	81.2	3.4
6	2	3	1	2	82.4	3.8
7	3	1	3	2	90	3.6
8	3	2	1	3	93.6	4.1
9	3	3	2	1	91.3	3.8
$k_1$	77.5	83.6	84.3	83.1		
感官评分 $k_2$	82.5	84.6	84.8	83.8		
$k_3$	91.6	83.5	82.7	84.8		
R	14.1	1.1	2.1	1.7	$A_3B_2C_2D_3$	

续表 3

序号	因素				考核指标	
	A	B	C	D	感官评分	疏松度
疏松度	$k_1$	3.4	3.6	3.8	3.6	
	$k_2$	3.7	3.7	3.7	3.6	
	$k_3$	3.8	3.6	3.5	3.8	
	R	0.4	0.1	0.3	0.2	$A_3B_2C_1D_3$

### 3.3 鱼松出品率

冷冻后的碎肉原料 5075 g, 高压蒸煮脱水后碎肉为 4390 g, 最后鱼松成品为 3666 g, 鱼松出品率为 72%。鱼松产品的质量指标见表 4。

表 4 鱼松产品的质量指标  
Table 4 Quality indicators of dried fish floss

项目	指标	结果
感官指标	色泽	色泽均匀一致, 金黄色
	滋味	肉质细腻, 无糊口感, 咸甜适口
	气味	有鱼香味, 无异味
理化指标	形态	蓬松状良好, 呈细绒状, 肉丝分明质地均匀
	水分	2.34
	盐分	1.34
	脂肪	17.6
微生物指标	蛋白质	32.7
	菌落总数	270
	大肠菌群	<3

## 4 结论

通过单因素试验及正交试验, 确定鱼松最佳配方为棕榈油的用量为 16%、绵白糖的用量为 14%、豌豆粉的用量为 16%、调味料的用量为(0.8+0.8+3)%。此条件生产的鱼松产品呈金黄色, 色泽均匀一致, 呈绒状, 纤维疏松, 口感肉质细腻, 有鱼香味。金枪鱼下脚料用于鱼松生产, 出品率为 72%, 增加了鱼松产品的多样性, 提高了金枪鱼下脚料的附加值, 加快综合利用金枪鱼的步伐, 有助于我国金枪鱼加工技术迅速达到国际先进水平。

### 参考文献

- [1] 孙静, 黄健, 侯云丹, 等. 顶空固相微萃取-气质联用分析大眼金枪鱼肉的挥发性成分[J]. 食品科学, 2011, 32(22): 230-233.  
Sun J, Huang J, Hou YD, et al. Analysis of volatile compounds of Bigeye tuna (*Thunnus obesus*) meat by headspace solid-phase microextraction combined with gas chromatography-mass spectrometry [J]. Food Sci, 2011, 32(22): 230-233.

- [2] Hernández-martínez M, Gallardo-velázquez T, Osorio-revilla G, et al. Prediction of total fat, fatty acid composition and nutritional parameters in fish fillets using MID-FTIR spectroscopy and chemometrics [J]. LWT-Food Sci Technol, 2013, 52(1): 12-20.
- [3] 钱雪丽, 苏红, 樊馨怡, 等. 金枪鱼头汤中脂肪酸组成、维生素 E 含量分析及微观形貌观察 [J]. 上海海洋大学学报, <http://kns.cnki.net/kcms/detail/31.2024.S.20190515.2030.008.html>.  
Qian X, Su H, Fan XY, et al. Analysis of fatty acid composition, vitamin E and microscopic morphology of tuna (*Thunnus obesus*) headsoup [J]. J Shanghai Ocean Univ, <http://kns.cnki.net/kcms/detail/31.2024.S.20190515.2030.008.html>.
- [4] 姜晓娜, 冯俊丽, 戴志远, 等. 冷链物流中包装材料对黄鳍金枪鱼品质的影响 [J]. 中国食品学报, <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.4528.ts.20190809.1733.010.html>  
Jiang XN, Feng JL, Dai ZY, et al. Effect of packing materials on quality of yellow fin tuna in cold chain logistics [J]. J Chin Inst Food Sci Technol, <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.4528.ts.20190809.1733.010.html>
- [5] 王峰, 杨金生, 尚艳丽, 等. 黄鳍金枪鱼营养成分的研究与分析 [J]. 食品工业, 2013, 34(1): 187-189.  
Wang F, Yang JS, Shang YL, et al. The analysis of nutrition components in yellow-fin tuna [J]. Food Ind, 2013, 34(1): 187-189.
- [6] 邓后勤, 夏延斌, 曹小彦, 等. 麻辣风味鱼松的调味研究 [J]. 现代食品科技, 2006, 1: 48-50.  
Deng HQ, Xia YB, Cao XY, et al. Study on the hot dried fish floss from tilapia' flesh fritter [J]. Mod Food Sci Technol, 2006, 1: 48-50.
- [7] 张吴平, 杨坚. 食品试验设计与统计分析 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2019.  
Zhang WP, Yang J. Food experimental design and statistical analysis [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2019.
- [8] 张乾能, 熊善柏, 张京, 等. 鱼松加工工艺参数的研究 [J]. 食品与生物技术学报, 2010, 29(6): 844-858.  
Zhang QN, Xiong SB, Zhang J, et al. Study on technological parameter of shred fish producer [J]. J Food Sci Biotechnol, 2010, 29(6): 844-858.
- [9] 王玮琼, 熊光权, 钜晓艳. 响应面法优化鲈鱼鱼松加工工艺 [J]. 湖北农业科学, 2017, 56(4): 716-721.  
Wang WQ, Xiong GQ, Chu XY. Optimization of processing techniques by response surface for *Micropterus salmoides* dried fish floss [J]. Hubei Agric Sci, 2017, 56(4): 716-721.
- [10] 吕顺, 钟桥福, 陆剑锋, 等. 微波干燥法加工草鱼松的工艺条件研究 [J]. 食品工业, 2017, 38(7): 98-101.  
Lv S, Zhong QF, Lu JF, et al. Study on technical condition of microwave drying for grass carp meat floss [J]. Food Ind, 2017, 38(7): 98-101.
- [11] 李庆玲, 霍健聪, 邓尚贵. 响应面法优化鳊鱼鱼松加工工艺 [J]. 食品工业, 2015, 36(6): 101-104.  
Li QL, Huo JC, Deng SG. Optimization of processing techniques for miichthysmiiuy dried fish floss by response surface methodology [J]. Food Ind, 2015, 36(6): 101-104.
- [12] 李静, 王永, 杨耀东, 等. 棕榈油与常见食用油脂肪酸组分的比较分析 [J]. 南方农业学报, 2016, 47(12): 2124-2128.  
Li J, Wang Y, Yang YD, et al. Comparison of fatty acid component between palm oil and common edible oils [J]. J Southern Agric, 2016, 47(12): 2124-2128.
- [13] 朱东阳, 康壮丽, 潘开林, 等. 棕榈油对马铃薯泥品质的影响 [J]. 食品

- 科技, 2018, 43(6): 189–198.
- Zhu DY, Kang ZL, Pan KL, *et al.* Effect of palm oil on characteristics of mashed potato [J]. *Food Sci Technol*, 2018, 43(6): 189–198.
- [14] 滕静, 李仲禧, 胡晓倩, 等. 柚皮素对 3 种美拉德化学反应模型中挥发物形成、褐变强度及抗氧化能力的影响[J]. *中国食品学报*, 2018, 18(6): 9–18.
- Teng J, Li ZX, Hu XQ, *et al.* The effects of naringenin on volatile formation, browning intensity and antioxidant capacity in three Maillard reaction models [J]. *J Chin Inst Food Sci Technol*, 2018, 18(6): 9–18.
- [15] Zhao J, Wang TZ, Xie JC, *et al.* Meat flavor generation from different composition patterns of initial Maillard stage intermediates formed in heated cysteine-xylose-glycine reaction systems [J]. *Food Chem*, 2019, 274: 79–88.
- [16] 陈晓, 时海波, 杨恒, 等. 畜禽副产物蛋白质及其水解物的美拉德反应在食品加工中的应用[J]. *食品安全质量检测学报*, 2019, 10(13): 4272–4277.
- Chen X, Shi HB, Yang B, *et al.* Application of Maillard reaction of livestock by-product protein and hydrolysate in food processing [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(13): 4272–4277.
- [17] 张美莉, 卢宇, 徐焯. 豌豆面条加工工艺的研究[J]. *食品工业*, 2018, 39(9): 23–28.
- Zhang ML, Lu Y, Xu Y. Study on the inhibitory effect of the growth and reproduction of salt tolerant file yeast of soy sauce [J]. *Food Ind*, 2018, 39(9): 23–28.
- [18] 张守文, 程宇. 豌豆的营养成分及在食品工业中的应用—有待进一步深入开发的食品配料[J]. *中国食品添加剂*, 2014, (4): 154–158.
- Zhang SW, Cheng Y. The nutritional ingredient of pea and and its application in food industry [J]. *China Food Addit*, 2014, (4): 154–158.
- [19] 郭婷, 孙宝国, 汪丽萍, 等. 微粉化对豌豆粉理化性质的影响[J]. *食品工业科技*, 2014, 35(3): 67–71.
- Guo T, Sun BG, Wang LP, *et al.* Effect of micronization on the physicochemical properties of pea powder [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2014, 35(3): 67–71.
- [20] 陈婷婷, 王阳光, 宋茹. 天然调味料对鱿鱼腐败菌的抑菌作用研究[J]. *浙江海洋学院学报*, 2014, 33(1): 47–52.
- Chen TT, Wang YG, Song R. Antibacterial activity of natural sauces on the spoilage bacteria from squid [J]. *J Zhejiang Ocean Univ*, 2014, 33(1): 47–52.

(责任编辑: 武英华)

### 作者简介



李文敬, 工程师, 主要研究方向为食品分析与检测, 海洋精深食品加工。  
E-mail: liwenjingde@126.com



龚海平, 高级工程师, 主要研究方向为海洋精深食品加工。  
E-mail: gonghaiping@hailisheng.com