

## 即食香鱼的加工工艺研究

骆红玲<sup>1</sup>, 刘海英<sup>\*1</sup>, 王 荣<sup>2</sup>

(1. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122; 2. 泰兴市江泰水产专业合作社, 江苏 泰兴 225400)

**摘要:** 研究了即食香鱼产品加工工艺条件。以感官品质为指标, 通过单因素及正交实验确立了最优卤制工艺。为了使产品获得良好的口感, 优化了预干燥和油炸工艺。结果表明, 最优卤制、预干燥和油炸工艺分别为: 盐质量分数 10%、盐渍时间 30 min、卤制时间 2 h; 预干燥温度 40~50 ℃、香鱼预干燥程度为水分质量分数 60%; 油炸温度 180 ℃、油炸时间 4 min。

**关键词:** 香鱼; 卤制; 预干燥; 油炸; 工艺

**中图分类号:** TS 254.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673—1689(2015)07—0738—06

## Study on the Processing Technology of Instant Ayu

LUO Hongling, LIU Haiying<sup>\*1</sup>, WANG Rong<sup>2</sup>

(1. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Taixing Jiangtai Aquatic Professional Cooperatives, Taizhou 225400, China)

**Abstract:** This manuscript determined the processing technology of instant ayu. Based on the sensory quality of products, the marinating processing was optimized with both the single-factor and the orthogonal experiments, and pre-drying and frying technologies were also established for a better taste. Results showed that the best marinating, pre-drying and frying technologies were: 10% of salt concentration, salting for 30 min and then marinating for 2 h; pre-drying at 40~50 ℃ to 60% of moisture content; frying at 180 ℃ for 4 min.

**Keywords:** ayu, marinating, pre-drying, frying, processing

香鱼(*Plecoglossus altivelis*) 属鲑形目, 胡瓜鱼亚目, 香鱼科, 俗称留香鱼、海胎鱼、肥鱼等, 是亚洲的特产鱼类<sup>[1]</sup>。因脊背上有一条满是香脂的腔道能散发出诱人的香味而得名, 在我国和日本素有“淡水鱼之王”、“川鱼之王”的美誉<sup>[2-3]</sup>。其肉质醇厚细嫩, 富含蛋白质、多种氨基酸及其他营养物质, 营养价值高, 其干品经分析, 粗蛋白含人体必需氨基酸达 68.85%, 烤香鱼干有治疗风团病(俗称冷丹)的作

用<sup>[4-5]</sup>。香鱼具有生长快、商品周期短、经济价值高等特点, 近些年来, 国外市场需求量大、价格高, 国内消费市场也在逐步形成<sup>[6]</sup>。研究香鱼的系列食品和各种食法, 不断提高香鱼的附加值和知名度, 以拓宽香鱼的销售市场<sup>[7]</sup>。目前香鱼的加工方法主要有冻制品加工、冻香鱼鲞和内脏制品的加工及香鱼干焙制加工<sup>[8]</sup>, 徐鹏飞<sup>[9]</sup>、单乐洲<sup>[10]</sup>等人报道了焙制香鱼干的传统方法, 得到的香鱼干色泽金黄, 肉质松

收稿日期: 2014-07-27

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金项目(JUSRP21010)。

\* 通信作者: 刘海英(1973—), 男, 河北唐山人, 工学博士, 副教授, 主要从事水产品加工及贮藏工程研究。E-mail: liuhaiying@jiangnan.edu.cn

脆,可直接食用或捏碎做为调味品,具有特别的鲜香味。随着人们生活节奏的加快,饮食时间逐渐缩短,营养丰富的各种休闲食品必会愈来愈受到消费者的青睐,其中鱼制品尤受广大消费者喜爱<sup>[1]</sup>。目前,针对香鱼休闲即食产品的研究国内外均尚未见报道。为此,将香鱼经过一系列工艺研究<sup>[12-16]</sup>制成方便,营养,美味的即食产品,研究探讨最佳腌制、预干燥及油炸工艺参数对香鱼品质的影响,旨在为即食香鱼的工业化生产提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

冷冻香鱼:购于上海和信冷冻食品公司。

### 1.2 仪器与设备

油水混合油炸锅:瑞安市食品机械总厂产品;GZX-9140MBE 数显鼓风干燥箱:上海博讯实业公司医疗设备厂产品;TA-XT2i 物性测试仪:英国 STab Micro System 产品;HH-S 型水浴锅:郑州长城科技工贸有限公司产品;2DX-35BI 型座式自动电热压力蒸汽灭菌锅:上海申安医疗器械厂产品;DZQ 真空包装机:上海尤溪机械设备有限公司产品;CR-400/410 色差计:柯尼卡美能达(中国)投资有限公司产品。

## 2 实验方法

### 2.1 工艺流程

原料选择与解冻→去腮、去内脏、清洗、剖刀→盐渍→浸卤→起卤→预干燥→油炸→冷却→

↑

制卤

真空包装→杀菌→冷却→成品

### 2.2 操作要点

**2.2.1 原料选择与解冻** 选择新鲜度较好有明显香气、大小均匀(70~80 g/条)、体态完整的冷冻香鱼。用自来水室温下解冻至半解冻状态。

**2.2.2 原料的预处理** 去除鱼鳃、内脏、黑膜,洗静血污,在鱼背两面均匀地各剖3刀。

**2.2.3 制卤** 经过多次预实验得到的卤水配方(质量分数)为:盐 2.4%、糖 8.0%、鸡精 0.4%、味精 0.6%、料酒 8.0%、香辛料适量;按配方将各种香辛料放进水里先用大火煮至沸腾,再改为慢火煮1 h,控制水的消耗应补充至原来的加水量,加入糖、盐、味

精、鸡精、料酒煮沸后冷却至室温。

**2.2.4 杀菌** 采用高压高温杀菌,杀菌温度选择121℃条件下保温15 min。

### 2.3 单因素实验

**2.3.1 盐浓度的确定** 选择不同盐质量分数(8%~12%),腌制30 min,预干燥至水分质量分数约60%,不经调味处理直接油炸(180℃,4 min),通过感官评定选择适当的盐渍浓度。

**2.3.2 盐渍时间的确定** 10%盐质量分数下盐渍10~50 min,其它工艺参数条件不变进行实验,选择适当的盐渍时间。

**2.3.3 卤制时间的确定** 将腌制好的香鱼卤制0.5~2.5 h,其它工艺参数条件不变,通过感官评定选择适当的卤制时间。

**2.3.4 预干燥程度的确定** 香鱼于50℃下预干燥至不同水分质量分数70%~50%,油炸(180℃,4 min)后检测香鱼的含油率并进行感官评定,确定香鱼的最佳预干燥程度。

**2.3.5 预干燥曲线的绘制** 香鱼于40~70℃下干燥,每0.5 h取出称重,将香鱼质量换算成水分质量分数(湿基),绘制不同干燥温度下香鱼水分质量分数随干燥时间的变化曲线。

**2.3.6 预干燥温度的确定** 香鱼于40~70℃下干燥至水分质量分数约60%,油炸后检测香鱼的色差,确定香鱼的最佳预干燥温度。

**2.3.7 油炸温度的确定** 将预干燥后的香鱼于140~200℃下油炸4 min,测含油率和感官评定确定最佳油炸温度。

**2.3.8 油炸时间的确定** 预干燥后的香鱼于180℃下油炸2~6 min,通过测香鱼含油率和感官评定确定最佳油炸温度。

### 2.4 正交实验

根据单因素实验初步确定关键因素的水平范围,采用 $L_9(3^4)$ 正交表对盐浓度,盐渍时间和卤制时间进行优化,以感官评定为指标。

### 2.5 主要评价指标的测定

**2.5.1 盐质量分数的测定**  $\text{AgNO}_3$  滴定法(GB/T12457-2008)。

**2.5.2 水分质量分数的测定** 105℃常压干燥法(GB/T9695.15-2008)。

**2.5.3 含油率的测定** 索氏抽提法(GB/T144772-2008)。

**2.5.4 色差的测定** CR-400/410 色差计。

**2.5.5 感官评价** 评分小组由 20 位 (10 男 10 女, 年龄在 20 到 40 岁之间) 受过培训的感官评定人员组成, 采用 9 分制, 由评分小组打出分值, 取其平均值。具体评分标准如表 1 所示。

表 1 油炸香鱼感官评分标准

Table 1 Sensory evaluation indexes of fried ayu

| 咸味     | 五香味   | 油腻感 | 质地 | 色泽    | 分值  |
|--------|-------|-----|----|-------|-----|
| 过咸或过淡  | 过浓或过淡 | 严重  | 不好 | 发白或焦黑 | 1~3 |
| 偏咸或不偏淡 | 稍浓或稍淡 | 一般  | 一般 | 暗黄    | 4~6 |
| 适中     | 适中    | 适中  | 适中 | 金黄    | 7~9 |

### 3 结果与分析

#### 3.1 盐质量分数的确定

从图 1 可以看出, 同一条件下, 香鱼感官得分随盐质量分数先上升后下降, 这是因为盐质量分数越大渗透作用越强香鱼的咸度越大, 当盐质量分数为 10 % 时得分最高, 说明此盐质量分数下咸度最合适一般人的口味要求, 过淡或过咸都影响香鱼的感官得分。

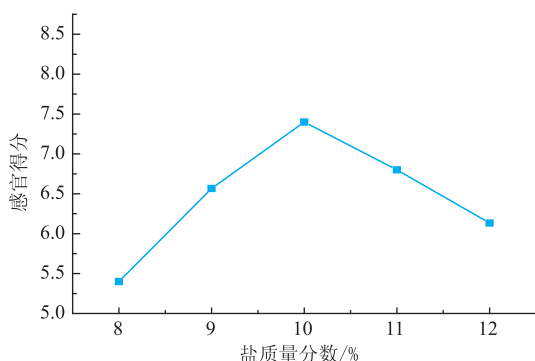


图 1 盐质量分数对香鱼风味的影响

Fig. 1 Effects of salt concentrations on the flavor of ayu

#### 3.2 盐渍时间的确定

从图 2 可以看出, 同一条件下, 随着盐渍时间的增大, 香鱼的咸度增大, 感官得分先增后减, 当盐渍时间为 30 min 时的感官得分最高, 说明此盐渍时间下的咸度最符合一般人的口味要求。

#### 3.3 卤制时间的确定

从图 3 可以看出, 随着卤制时间的增加, 感官得分先升高后降低, 当卤制 2 h 时得分最高, 超过 2 h 开始下降, 因为卤制时间太久, 五香味太重掩盖了香鱼本身的香味, 使整体风味下降。

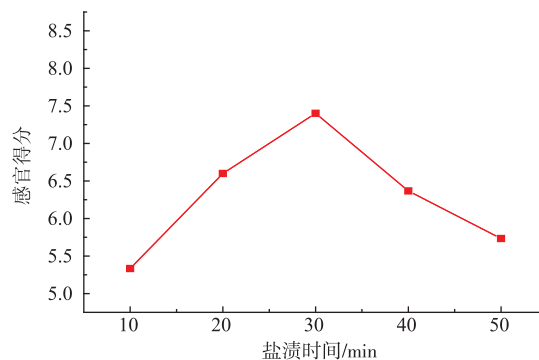


图 2 盐渍时间对香鱼风味的影响

Fig. 2 Effects of salting time on the flavor of ayu

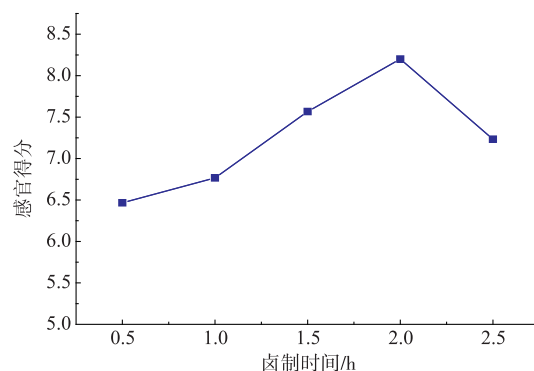


图 3 卤制时间对香鱼风味的影响

Fig. 3 Effects of marinating time on the flavor of ayu

#### 3.4 正交实验结果

正交实验结果见表 2。从表 2 的主次排序可知, 影响感官得分的各因素依次为: 盐质量分数(A) > 盐渍时间(B) > 卤制时间(C), 最佳卤制工艺为  $A_2B_2C_3$ , 即盐质量分数 10 %、盐渍时间 30 min、卤制时间 2 h。按照方案  $A_2B_2C_3$  进行验证试验, 香鱼卤制工艺的感官评定得分为  $8.2 \pm 0.2$ , 高于其它方案组合。

表 2 卤制工艺正交试验结果

Table 2 Design table of factors and levels in the orthogonal test of marinating process

| 试验号<br>列号 | A(盐质量<br>分数/%) | B(盐渍时<br>间/min) | C(卤制时<br>间/h) | 感官评定<br>得分 |
|-----------|----------------|-----------------|---------------|------------|
| 1         | 1(9)           | 1(20)           | 1(1)          | 5.9±0.1    |
| 2         | 1              | 2(30)           | 2(1.5)        | 6.8±0.2    |
| 3         | 1              | 3(40)           | 3(2)          | 6.5±0.3    |
| 4         | 2(10)          | 1               | 2             | 6.9±0.3    |
| 5         | 2              | 2               | 3             | 8.3±0.1    |
| 6         | 2              | 3               | 1             | 7.2±0.2    |
| 7         | 3(11)          | 1               | 3             | 6.8±0.2    |
| 8         | 3              | 2               | 1             | 7.0±0.1    |

续表 2

| 试验号<br>列号 | A(盐质量<br>分数/%) | B(盐渍时<br>间/min) | C(卤制时<br>间/h) | 感官评定<br>得分 |
|-----------|----------------|-----------------|---------------|------------|
| 9         | 3              | 3               | 2             | 6.4±0.3    |
| $k_1$     | 6.4            | 6.5             | 6.7           |            |
| $k_2$     | 7.5            | 7.4             | 6.7           |            |
| $k_3$     | 6.7            | 6.7             | 7.2           |            |
| $R$       | 1.1            | 0.9             | 0.5           |            |
| 主次排序      | $A>B>C$        |                 |               |            |
| 最佳条件      | $A_2$          | $B_2$           | $C_3$         |            |

### 3.5 预干燥程度的确定

从图 4 可以看出,随着水分质量分数的升高,香鱼油炸后的含油率也随之升高,而感官得分呈现出先升后降的趋势,说明适当的含油率有利于提高香鱼的感官品质。将香鱼的预干燥程度控制在水分质量分数约为 60 %品质最好。

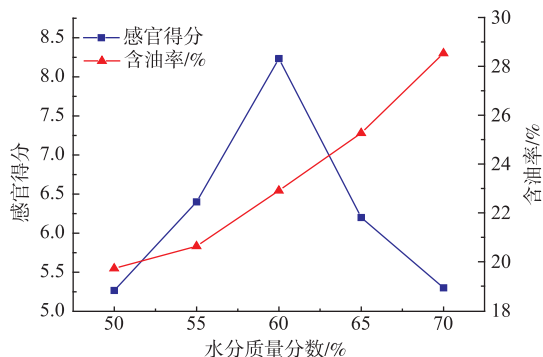


图 4 香鱼水分质量分数对香鱼风味和含油率的影响

Fig. 4 Effects of ayu (*Plecoglossus altivelis*) moisture contents on the flavor and oil contents of ayu

### 3.6 预干燥曲线的绘制

香鱼在不同干燥温度下的水分含量随时间的变化规律如图 5,由图 5 可知,不同温度下预干燥,香鱼水分干燥速率均主要处于恒速阶段,升速和降速阶段不明显。另外,研究范围内,香鱼的水分含量和预干燥时间显示出良好的线性关系。通过线性拟合可以得到各个干燥温度下,鱼块水分含量和干燥温度之间的线性方程。

预干燥温度越高,方程斜率的绝对值越大,即香鱼预干燥的脱水率越大。根据方程可以估算出在不同温度下预干燥到不同水分含量所需要的时间。

### 3.7 预干燥温度的确定

从表 3 可以看出,随着预干燥温度的升高,香

鱼的  $L^*$  值呈现先降后升的趋势,而  $a^*$  值、 $b^*$  值随之升高,这是因为加热会引起肌原纤维收缩和降解,使水分、可溶性蛋白质好脂肪等从组织中流出,鱼肌肉中的蛋白质和糖发生美拉德反应,及蛋白质与脂肪发生褐变反应,导致  $L^*$  值降低, $a^*$  值、 $b^*$  值增加。当温度超过 50 ℃时,香鱼蛋白质开始变性,所以  $L^*$  值出现增高的趋势。应将预干燥温度控制在 50 ℃以内,降低褐变程度。

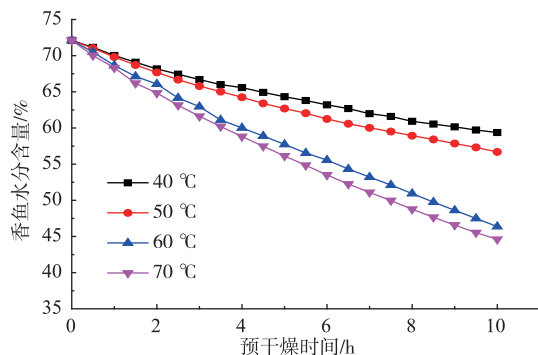


图 5 不同预干燥温度下香鱼脱水曲线

Fig. 5 Moisture loss curve during the pre-drying of ayu at different temperatures

表 3 预干燥温度对香鱼色差的影响

Table 3 Effect sof pre -drying temperature on the chromatism of ayu

| 预干燥温度/℃ | $L^*$                   | $a^*$                  | $b^*$                   |
|---------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| 40      | 42.33±0.07 <sup>b</sup> | 2.45±0.03 <sup>c</sup> | 7.20±0.11 <sup>c</sup>  |
| 50      | 38.98±0.56 <sup>c</sup> | 2.04±0.20 <sup>c</sup> | 7.43±0.62 <sup>c</sup>  |
| 60      | 48.20±0.15 <sup>b</sup> | 3.15±0.02 <sup>b</sup> | 18.18±0.34 <sup>b</sup> |
| 70      | 52.44±0.03 <sup>a</sup> | 5.09±0.05 <sup>a</sup> | 32.33±0.13 <sup>a</sup> |

### 3.8 油炸温度的确定

从图 6 可以看出,随着油炸温度的升高,香鱼含油率先降后升,这是因为较低油温不能及时加热使鱼体有个浸泡吸油的过程,而较高油温可能使香鱼表面水分蒸发剧烈,易形成气泡和孔隙使香鱼表面积存更多的油,这都使香鱼含油率较高。感官得分则呈现出先升后降的趋势,温度过高使香鱼被炸焦风味变差,180 ℃下炸出的香鱼感官品质最好。

### 3.9 油炸时间的确定

从图 7 可以看出,随着油炸时间的延长含油率逐渐增加。感官得分先升后降,这是因为油炸时间过长水分含量减少过多从而影响感官品质,油炸 4 min 获得的香鱼感官品质最佳。

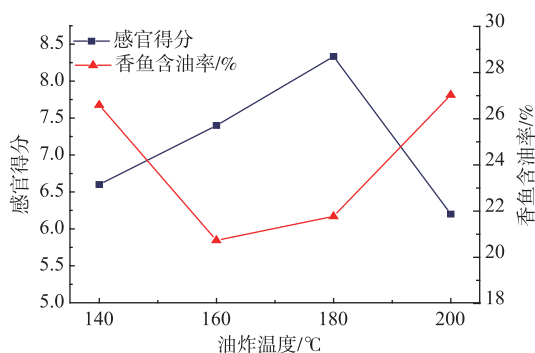


图6 油炸温度对香鱼风味和含油率的影响

Fig. 6 Effects of frying temperatures on the flavor and oil contents of ayu

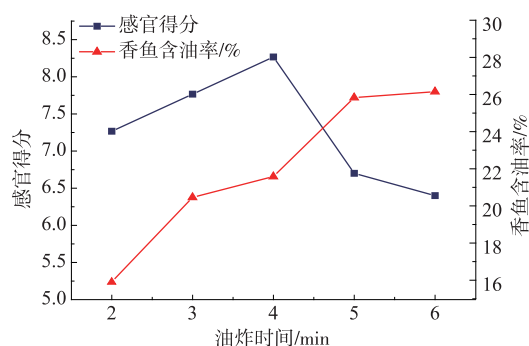


图7 油炸时间对香鱼风味和含油率的影响

Fig. 7 Effects of frying time on the flavor and oil contents of ayu

## 4 结语

作者研究了即食香鱼加工过程中的卤制、预干燥和油炸工艺,发现盐质量分数、盐渍时间和卤制时间对产品风味均有影响,预干燥程度和温度及油炸温度和时间对产品口感,色差及含油率有影响;

通过正交实验确定了卤制的最优工艺条件:盐质量分数 10%、盐渍时间 30 min、卤制时间 2 h;最佳预干燥工艺为:预干燥温度 40~50 °C、香鱼预干燥程度为水分含量 60%;最佳油炸工艺为:油炸温度 180 °C,油炸时间 4 min。此工艺处理得到的香鱼色泽金黄,兼具五香味和香鱼独特的风味,口感软硬适中。

## 参考文献:

- [1] 郑舜. 河鱼之王香鱼[J]. 农民科技培训, 2008(8):17.  
ZHENG Shun. Ayu is the king of the fresh water fish[J]. *Peasant Science and Technology Cultivate*, 2008(8):17. (in Chinese)
- [2] 叶启旺. 我国香鱼的养殖研究现状与开发前景探讨[J]. 淡水渔业, 2003, 33(6):61-63.  
YE Qi wang. Discussion on the current research situation and development prospect of our country's ayu [J]. *Fresh Water Fishery Industry*, 2003, 33(6):61-63. (in Chinese)
- [3] 陈少波, 蔡延奔, 邵鑫斌, 等. 溪流拦网放养和人工养殖香鱼营养成分比较研究[J]. 科技通报, 2006, 22(5):651-654.  
CHEN Shaobo, CAI Yanben, SHAO Xinbin, et al. A comparison on the nutritional ingredients between plecoglossus altivelis stocked in stream with blocking net and those cultured artificially [J]. *Bulletin of Science and Technology*, 2006, 22(5):651-654. (in Chinese)
- [4] 谢旧我. 闽台的香鱼料理[N]. 中国食品质量报, 北京:2002-11-23.
- [5] 叶友泉. 名贵淡水鱼 - 香鱼[N]. 广东科技报, 广州:2000-12-09.
- [6] 陈登遵. 香鱼集约化养殖技术[J]. 科学养鱼, 2013(10):34-35.  
CHEN Dengzun. Intensive aquaculture technology of ayu[J]. *Scientific Fish Farming*, 2013(10):34-35. (in Chinese)
- [7] 谢起浪, 陈少波, 单乐州, 等. 我国香鱼的研究概况与发展方向[J]. 科学养鱼, 2002(9):3-4.  
XIE Qilang, CHEN Shaobo, SHAN Lezhou, et al. Research situation and development direction of our country's ayu [J]. *Scientific Fish Farming*, 2002(9):3-4. (in Chinese)
- [8] 叶岩豹. 香鱼增养殖技术[M]. 杭州:浙江科学技术出版社, 2004:190-194.
- [9] 徐鹏飞. 香鱼干的焙制方法[J]. 科学种养, 2009(9):55.  
XU Pengfei. Curing process of dried ayu[J]. *Scientific Fish Farming*, 2009(9):55. (in Chinese)
- [10] 单乐洲, 陈少波, 仲伟. 香鱼干焙制方法[J]. 科学养鱼, 2002(11):56.  
SHAN Lezhou, CHEN Shaobo, ZHONG Wei. Curing process of dried ayu [J]. *Scientific Fish Farming*, 2002 (11):56. (in Chinese)
- [11] 王晓凡, 从浩, 王海滨. 休闲熟食鱼类食品的研究开发进展[J]. 武汉工业学院学报, 2011, 30(2):37-41.

- WANG Xiaofan, CONG Hao, WANG Haibin. Research review of snack and cooked fish food [J]. **Journal of Wuhan Polytechnic University**, 2011, 30(2): 37-41. (in Chinese)
- [12] 戴阳军, 赵鹏, 韩曜平, 等. 响应面法优化五香凤尾鱼加工工艺[J]. 食品工业科技, 2013, 34(23): 237-241.  
DAI Yangjun, ZHAO Peng, HAN Yaoping, et al. Optimization process of spiced anchovies by response surface methodology[J]. **Science and Technology of Food Industry**, 2013, 34(23): 237-241. (in Chinese)
- [13] 万娟, 张魁, 王拥军, 等. 油炸卤鱼货架期和含油率的研究[J]. 食品与生物技术学报, 2012, 31(2): 177-182.  
WAN Juan, ZHANG Min, WANG Yongjun, et al. Study of shelf life and oil content in fried marinated fish [J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2012, 31(2): 177-182. (in Chinese)
- [14] 汤风雨. 可常温保藏即食糖醋鲤鱼食品的加工工艺研究[D]. 无锡: 江南大学, 2013.
- [15] 王琳, 张魁, 刘亚萍. 即食鲮鱼饼的加工工艺[J]. 食品与生物技术学报, 2014, 33(3): 288-292.  
WANG Lin, ZHANG Min, LIU Ya-ping. Research on the processing of instant fish cake [J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2014, 33(3): 288-292. (in Chinese)
- [16] 池金颖, 张魁, 陈凤杰. 鱼味脆粒的真空微波干燥及保藏[J]. 食品与生物技术学报, 2013, 32(2): 174-181.  
CHI Jinying, ZHANG Min, CHEN Fengjie. Study on vacuum microwave drying and preservation of fish taste crisp[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2013, 32(2): 174-181.

## 会 议 信 息

会议名称(中文): 中国工程院工程科技论坛 ——2015 中国食品安全高端论坛 第一轮会议通知

会议名称 (英文): China Engineering Science and Technology Forum; Chinese Academy Engineering Top-Level Forum on Food Safety in China; 2015

所属学科: 农作物、林木果实产品贮藏、保鲜与安全, 动物食品科学, 公共卫生与预防医学, 有机及精细化工

开始日期: 2015-08-19 结束日期: 2015-08-20

所在城市: 北京市 怀柔县 主办单位: 中国工程院

承办单位: 中国工程院环境与轻纺工程学部、北京工商大学

议题: 中国及全球食品安全现状、未来发展趋势及应对策略

会议主席: 孙宝国院士 组织委员会主席: 孙宝国院士

程序委员会主席: 陈君石院士、江桂斌院士、庞国芳院士、曲久辉院士、魏复盛院士、朱蓓薇院士

联系人: 王静、孙金沅、张玉玉、倪国华

联系电话: 010-68984890

E-MAIL: fsf2015@163.com

通讯地址: 北京市海淀区阜成路 11 号化工楼 304

邮政编码: 100048

会议背景介绍:

为了促进食品安全科学技术的发展, 由中国工程院主办, 中国工程院环境与轻纺工程学部、北京工商大学承办的“中国食品安全高端论坛”将于 2015 年 8 月 18-19 日在北京召开。

中国工程院工程科技论坛是中国工程院领导下的高水平学术论坛, 为促进工程科技领域重大方向性、前沿性问题研究, 提高我国工程科技创新能力和管理水平, 为工程科技界专家特别是中青年科技人才展示其最新科技成果搭建交流平台。此次论坛将汇聚中国食品产业最具影响力的专家学者, 形成对中国食品安全问题的高度共识, 明晰中国食品安全规划路线图, 提出行之有效的应对举措, 促进中国食品产业健康和可持续发展, 提升中国食品安全水平。