

冷冻贮藏的罗非鱼片及其鱼糜凝胶品质的测定

从 浩, 王海滨 *

(武汉工业学院食品科学与工程学院, 湖北 武汉 430023)

摘 要: 为验证冷冻贮藏后罗非鱼片的食用品质及加工特性, 对冷冻贮藏 10 个月和 24 个月的罗非鱼片及其鱼糜品质进行测定。实验数据表明, 和鲜鱼片相比, 冷冻贮藏后的鱼片水分含量和盐溶性蛋白含量下降, 汁液流失率和蒸煮损失率上升; 以冷冻贮藏的鱼片加工鱼糜凝胶食品, 感官评价和嫩度较好, 质构数据和对对照组相比, 硬度有显著性差异($P < 0.01$), 弹性、黏聚性和咀嚼性没有显著性差异。结果表明: 冷冻贮藏的罗非鱼片在保质期内仍适合食用及加工。

关键词: 冷冻贮藏; 罗非鱼; 鱼糜; 品质特性

Determination of Quality Characteristics of Tilapia Fillets and Surimi Gel during Frozen Storage

CONG Hao, WANG Hai-bin*

(College of Food Science and Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China)

Abstract: In order to examine the effect of frozen storage on the food quality and processing characteristics of tilapia meat, quality characteristics of tilapia fillets freeze-stored for 10 or 24 months and surimi products processed from them were measured. The results showed that frozen tilapia fillets exhibited a decrease in water and salt-soluble protein contents and an increase in thawing loss rate and cooking loss rate compared with fresh ones. Surimi products processed from frozen tilapia fillets scored high in sensory evaluations and was tender. Moreover, texture analysis indicated a significant difference ($P < 0.01$) in hardness and no significant difference in springiness, cohesiveness or chewiness compared with the control group. In light of these results, we conclude that frozen tilapia fillets are suitable for consumption and processing within the shelf-life.

Key words: frozen storage; tilapia; surimi; quality

中图分类号: TS254.5

文献标识码: A

文章编号: 1001-8123(2011)12-0006-05

罗非鱼(tilapia)俗称非洲鲫鱼, 20 世纪 70 年代被引入中国, 现在已经成为我国主要的养殖水产品种之一, 因其肉质鲜美、鱼刺少, 优质蛋白及人体必需氨基酸含量高, 并且养殖周期短, 故具有广阔的市场前景^[1]。罗非鱼是我国最具国际竞争力的水产品种之一, 我国已经成为世界上最大的罗非鱼养殖和生产大国, 养殖量和产量均超过世界总量的 50%。2008 年中国出口罗非鱼(含原料鱼)22 万 t 以上, 占总产量比重大约 38.3%^[2]。

目前, 我国的罗非鱼产品主要有两大类: 第一类是经过简单加工后的鱼片, 包括浅去皮、深去皮后的鱼片及条冻罗非鱼, 产品主要出口美国、欧盟等国家和地区; 另一类是罗非鱼加工制品, 主要是鱼糜凝胶制品, 即直接由新鲜或冷冻贮藏后的罗非鱼经斩拌、成

型、加热和冷却工序制成的产品, 主要包括鱼肉火腿肠、鱼丸、鱼糕、鱼面等, 产品主要是内销。鱼糜凝胶食品营养价值高, 携带、食用方便, 可以将鱼类资源特别是大宗低值淡水鱼充分利用, 已经成为淡水鱼产品开发的一大趋势。

冷冻是目前食品加工企业生产、贮藏和销售过程中最常用的技术手段, 冷冻鱼片是鱼类冷冻加工的主要产品形式之一, 冷冻贮藏一方面可以降低鱼肉蛋白内部自身的各类生化反应速率, 另一方面也可以降低微生物的繁殖速率, 但是冷冻处理可能对鱼片的品质产生较大的影响。据湖北楚玉食品有限公司制定的企业标准规定, 要求冻罗非鱼在 -18°C 条件下的保质期为 2 年(24 个月), 但速冻后在 -18°C 长时间冻藏的罗非鱼片及其鱼糜制品

收稿日期: 2011-11-15

基金项目: 武汉工业学院研究生创新基金项目(2010CX012)

作者简介: 从浩(1986—), 男, 硕士研究生, 研究方向为淡水鱼贮藏及深加工。E-mail: conghao5031375@163.com

* 通信作者: 王海滨(1964—), 男, 教授, 博士, 研究方向为农产品加工及贮藏工程。E-mail: whb6412@163.com



的食用及加工品质如何? 鲜见报道。本实验主要对冷冻贮藏的罗非鱼片及其鱼糜制品(以鱼肉火腿肠为代表)的品质进行测定, 为罗非鱼的生产、贮藏保质、品质改良技术及评价方法的建立提供参考。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与试剂

罗非鱼 湖北楚玉食品有限公司养殖基地。

食盐、马铃薯淀粉、大豆分离蛋白、调味料、香辛料 市售; 其他试剂均为分析纯。

1.2 仪器与设备

AL204 型电子分析天平 上海梅特勒-托利多仪器厂; HR7633 型飞利浦食品加工机 珠海经济特区飞利浦家用电器有限公司; JCW-46B 型灌肠机 连云港市朝阳机械厂; SK-1 型手动式鸡心扣封口机 石家庄市长安不锈钢设备制造厂; TG16-WS 台式高速离心机 长沙平凡仪器仪表有限公司; GZX-9140ME 型数显式鼓风干燥箱 上海博讯实业有限公司医疗设备厂; DZF 型真空干燥箱 上海精宏实验设备有限公司; B-220 型恒温水浴锅 上海亚荣生化仪器厂; C-LM3 型数显式肌肉嫩度仪 东北农业大学工程学院; TA.XT2i 物性测试仪 英国 SMS 公司。

1.3 方法

1.3.1 实验分组

取同一养殖基地检验合格后的罗非鱼, 按照工艺要求^[3]进行剖片, 剖片后的鱼片随机分成两组(每组质量相等), 第一组进行冷冻贮藏, 为实验组, 本实验中取冷冻贮藏 10 个月、24 个月的鱼片进行实验; 第二组未经任何冷冻处理, 为对照组。

1.3.2 冷冻贮藏及解冻

将实验组的鱼片置于 4℃ 冰箱中预冷, 待鱼片中心温度降至 10℃ 时取出, 排盘后即送入单冻机急冻, 急冻温度 -35℃ 以下, 急冻后鱼片的中心温度达到 -18℃ 以下。将称质量后的鱼片浸入 0~5℃ 的冰水中镀冰衣, 用聚乙烯塑料袋包装, 包装好的产品即送入 -18℃ 冷藏库内贮存。

解冻时将从冷藏库取出的罗非鱼片置于 4℃ 冰箱中解冻 12 h, 解冻后样品用于实验检测。

1.3.3 鱼片及鱼肉火腿肠的感官评价

鱼片的感官评价参考李汴生等^[4]的方法, 将解冻后样品放入耐热蒸煮袋中, 密封后放在沸水中煮至中心温度达 65~70℃。煮后的样品在未冷却前, 由感官评定人员按色泽、气味、风味、质感 4 个指标进行打分, 各指标的感官评价分值在 0~5 之间, 5 代表最佳, 0 代

表最差, 评分越高, 效果越好。各项的权重为色泽 10%、气味 10%、风味 50%、质感 30%; 鱼肉火腿肠取色泽、气味、滋味和组织形态 4 个指标, 各指标的感官评分在 0~5 之间, 5 代表最佳, 0 代表最差。各项的权重为气味 10%、色泽 10%、组织状态 50%、滋味 30%, 评分越高, 效果越好。鱼肉火腿肠以鱼片为原料按照 1.3.5.1 节方法制作。

感官评定人员由 7 名感官分析人员组成, 先明确本实验的目的、感官评定的指标及注意事项, 并采用双盲法进行检验, 即对样品进行密码编号, 检验样品也随机化, 每次评定由每位评定人员单独进行, 互相不接触交流, 样品评定之间用清水漱口^[5]。每个评定人员的评分结果为各指标得分乘以该指标权重后的加和, 总评分为 7 人评分之和, 满分为 $5 \times 7 = 35$ 。

1.3.4 罗非鱼鱼片加工特性测定

1.3.4.1 水分含量测定

参照 GB 5009.3—2010《食品安全国家标准 食品中水分的测定》测定。

1.3.4.2 汁液流失率测定

按照美国官方分析化学师协会(AOAC)^[6-7]方法进行, 解冻前鱼片质量按冻结后未包冰衣的鱼片质量计。

$$\text{汁液流失率} \% = \frac{\text{冻结后鱼片质量} - \text{解冻后鱼片质量}}{\text{冻结后鱼质量}} \times 100 \quad (1)$$

1.3.4.3 蒸煮损失率测定

按照调整过的 Sanchez-Alonso 等^[8]的方法进行。切取冻藏鱼片靠近鱼背的部位(20 ± 1)g 样品, 密封于聚乙烯塑料袋中, 在 80℃ 水浴锅中加热至中心温度升至 70℃ 后取出, 在冰箱中冷却 0.5 h 后, 用滤纸擦干样品表面水分, 准确称其质量。

$$\text{蒸煮损失率} \% = \frac{\text{蒸煮前鱼片质量} - \text{蒸煮后鱼片质量}}{\text{蒸煮前鱼片质量}} \times 100 \quad (2)$$

1.3.4.4 盐溶性蛋白含量测定

按照 GB/T 9695.19—2008《肉与肉制品取样方法》进行取样, 根据 MFRD^[9]的方法进行测定。准确称取样品两份, 每份 1 g, 各加入 30 mL 高离子磷酸缓冲液(0.5 mol/L KCl、0.01 mol/L NaH₂PO₄、0.03 mol/L NaH₂PO₄)和低离子磷酸缓冲液(0.02 mol/L NaH₂PO₄、0.025 mol/L NaH₂PO₄), 并用高速均质机均质, 前者抽提 3 h, 后者抽提 1 h, 然后分别用高速离心机离心 10 min, 转速为 8000 r/min, 取上清液, 加入 10 mL 15% 三氯乙酸使蛋白质沉淀, 静置 2 h, 再以 8000 r/min 离心 5 min, 倒去上清液, 沉淀用 5 mL 1 mol/L NaOH 溶液溶解, 再分别以

高、低离子浓度磷酸盐缓冲液定容至 25mL, 然后利用考马斯亮蓝法测定蛋白质的含量^[10]。

盐溶性蛋白含量/(mg/g)=高盐溶液中蛋白质含量—低盐溶液中蛋白质含量 (3)

1.3.5 罗非鱼鱼糜凝胶(鱼肉火腿肠)制作及品质测定

1.3.5.1 工艺流程

冷冻鱼片→解冻→漂洗→精滤→脱水→斩拌→灌肠→加热成型→冷却→检测

取出备用的罗非鱼片, 用 5℃ 以下冰水, 按鱼、水比例为 1:4(m/V)混合于容器中, 缓慢搅动, 静置 5min, 待水溶性蛋白等成分充分溶出, 使鱼肉充分沉淀, 倾去上层清液。如此反复清洗 3 次, 第 3 次加 0.3% NaCl 的冰水进行漂洗, 待静置 5min 后小心倒出上层清液, 然后将肉糜倒入滤网中, 放入脱水离心机中脱水 5min。用绞肉机充分绞肉两次, 将鱼肉冷却至 3℃ 以下后进行斩拌, 空斩 5min, 盐斩 10min, 再加添加物斩拌 5min。其中加盐量为鱼肉质量的 3%; 添加物配方(用量为鱼肉糜质量的百分比): 马铃薯淀粉 5%、大豆分离蛋白 3%、多聚磷酸钠 0.3%、蔗糖 4%、蛋清 5%、味精 0.5%、姜粉 1%。将鱼糜浆充入 PVDC 塑料肠衣, 扎紧肠衣两头, 再进行二段式加热凝胶化, 即 (40 ± 2)℃ 凝胶化 30min, (90 ± 2)℃ 凝胶化 20min, 制得直径为 30mm 的火腿肠状鱼糜凝胶。

1.3.5.2 凝胶嫩度测定

采用数显式肌肉嫩度仪进行测定。采样器随机在鱼肉肠不同部位取样, 取样 4 次, 所得样品置于载样台, 记录探头刀片切断样品所需剪切力值, 取 4 次测定值的平均值作为样品嫩度值^[10]。

1.3.5.3 凝胶质构测定

采用物性测试仪进行测定, 应用质构剖面分析方法(texture profile analysis, TPA)。测定参数如下: 测试前速度: 2.0mm/s, 测试速度: 1.0mm/s, 测试后速度: 1.0mm/s, 试样变形(压缩比): 40%, 两次压缩中停顿时间: 5.0s, 探头类型: P100, 样品规格: 10mm 高圆柱体, 测定时环境温度: 25℃。测定结果主要取硬度、弹性、黏聚性、咀嚼性(咀嚼度)4 个指标^[11]。

1.3.6 数据分析

用 SPSS 16.0 统计软件对测定结果进行单因素方差分析。以 $P < 0.05$ 判断差异有显著性, 以 $P < 0.01$ 判断差异极显著。

2 结果与分析

2.1 解冻后罗非鱼片感官评定结果

表 1 冷冻罗非鱼片食用品质感官评定结果(冻藏 10 个月及 24 个月)
Table 1 Sensory evaluation of frozen tilapia fillets freeze-stored for 10 or 24 months

评定 人员编号	鱼片冻藏 时间/月	气 味	色 泽	质 感	风 味	评分 结果	总 评分
1	10	4	5	4	3	3.8	25.2(冻藏 10 个月)
	24	3	4	4	3	3.6	
2	10	3	5	4	3	3.7	
	24	3	4	3	3	3.1	
3	10	3	4	3	4	3.4	
	24	2	4	3	4	3.3	
4	10	2	4	4	4	3.8	22.0(冻藏 24 个月)
	24	3	3	3	4	3.3	
5	10	3	4	3	4	3.4	
	24	3	3	2	3	2.5	
6	10	3	4	4	3	3.6	
	24	2	2	4	3	2.3	
7	10	4	4	3	3	3.5	
	24	4	3	2	3	2.9	

冻藏 10、24 个月后的罗非鱼片解冻后人均得分分别为 3.60 及 3.15(满分为 5 分), 从结果可以看出, 冷冻后罗非鱼片的食用品质总体评分较高, 具有较好的可接受性。

2.2 罗非鱼片加工品质检测结果

2.2.1 水分含量的测定结果

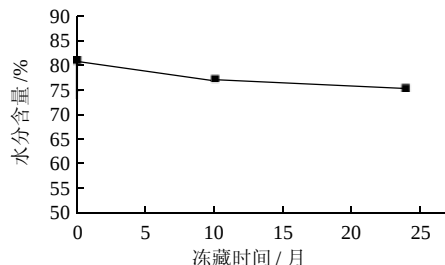


图 1 冻藏后罗非鱼片的水分含量

Fig.1 Change of moisture content in frozen tilapia fillets over storage time

大量实验表明冷冻食品的品质变化主要取决于冻藏温度, 温度越低, 品质保持时间越长, 一般冻藏温度为 -18~-30℃^[12], 我国一般采用最经济的 -18℃。鱼片在冻藏室中温度逐渐下降, 当降至冻结点时体内开始出现冰晶, 冰晶随着温度的降低逐渐增多, 直到达到共晶点, 此时鱼肉中的水分全部冻结。鱼片在冻结和冻藏过程中, 因为水分蒸发和冰晶升华会引起水分的损失。由图 1 可知, 本实验中新鲜罗非鱼肉水分含量为 80.72%, 随着冻藏时间延长逐渐下降到 77.06%(冻藏 10 个月后)、75.39%(冻藏 24 个月)。水分蒸发和冰晶升华首先从鱼片表面开始, 由于本实验鱼片速冻时采用了镀冰衣工艺, 在冻藏过程中冰衣的升华代替了鱼片本身的冰晶升华, 并且隔绝其与外界空气的直接接触, 有效缓解了水分含量的损失。

2.2.2 罗非鱼片蒸煮损失率和汁液流失率的测定结果

蒸煮损失率、汁液流失率是衡量鱼肉蛋白持水性的主要指标^[4], 冻藏后罗非鱼片解冻蒸煮损失率、汁液流失率分别如图2、3所示。可见, 随着冻藏时间的延长, 解冻后罗非鱼片的蒸煮损失率和汁液流失率显著提高。这可能是因为长时间冻藏使鱼肉细胞受损、间隙贮留了过多的水分, 造成持水能力下降、蛋白质溶胀力受损^[13], 所以解冻后相当一部分水分流失或残留在细胞外, 回渗的水分与蛋白质的水合作用不能充分进行, 造成罗非鱼片汁液流失、干耗。

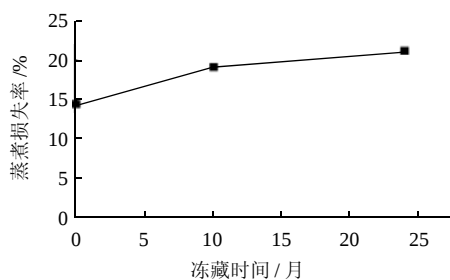


图2 冻藏后罗非鱼片的蒸煮损失率

Fig.2 Change of cooking loss rate in frozen tilapia fillets over storage time

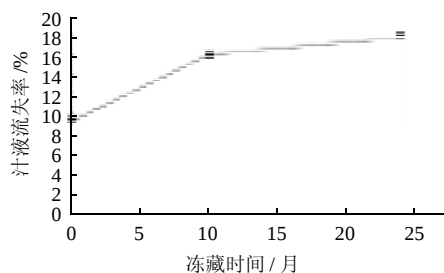


图3 冻藏后罗非鱼片的汁液流失率

Fig.3 Change of thawing loss rate in frozen tilapia fillets over storage time

2.2.3 罗非鱼片盐溶性蛋白含量的测定结果

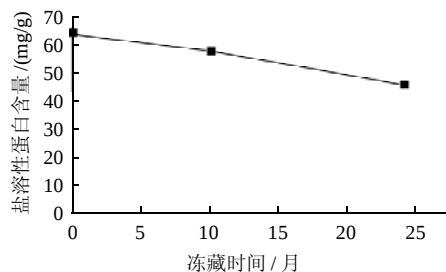


图4 冻藏后罗非鱼片的盐溶性蛋白含量

Fig.4 Change of salt-soluble protein content in frozen tilapia fillets over storage time

鱼肉蛋白质一般由水溶性的肌浆蛋白、盐溶性的肌原纤维蛋白和不溶性的基质蛋白组成, 肌浆蛋白占蛋白总量的20%~30%, 它对鱼糜凝胶制品的弹性不利, 肌

原纤维蛋白占鱼肉蛋白的60%~70%, 是形成凝胶的主要物质, 含量的多少直接影响到鱼糜制品的质量, 通常盐溶性蛋白含量高, 鱼糜的凝胶强度就高^[14]。罗非鱼盐溶性蛋白含量随冻藏时间的延长而下降^[15], 由于鱼品种的原因, 罗非鱼鱼肉中盐溶性蛋白的含量高于常见海水鱼糜中^[16], 由图4可知, 冻藏后鱼片中盐溶性蛋白含量由63.78mg/g下降到57.85mg/g(冻藏10个月后)和55.82mg/g(冻藏24个月后)。

2.3 罗非鱼鱼肉火腿肠品质测定结果

2.3.1 罗非鱼鱼肉火腿肠的感官评定结果

表2 罗非鱼鱼肉火腿肠的感官评定结果

Table 2 Sensory evaluation of surimi sausages processed from tilapia fillets freeze-stored for 10 or 24 months

评定 人员编号	鱼片冻藏 时间 / 月	气 味	色 泽	组 织 形态	滋 味	评分 结果	总 评分
1	10	4	4	4	4	4	27.1(冻藏10个月)
	24	4	5	4	4	4.1	
2	10	3	5	4	5	4.3	
	24	5	4	4	5	4.4	
3	10	3	4	5	3	3.6	
	24	4	5	4	4	4.1	
4	10	4	5	4	4	4.1	
	24	4	4	4	3	3.7	
5	10	5	5	3	4	3.7	
	24	5	5	4	3	3.9	
6	10	3	3	4	4	3.8	28.2(冻藏24个月)
	24	4	3	4	3	3.6	
7	10	4	5	3	4	3.6	
	24	5	4	4	5	4.4	

由表2可知, 由冷冻罗非鱼片加工的鱼肉肠总体评分较高, 具有较好的可接受性。除在气味及滋味方面评分稍偏低外, 在组织形态及色泽方面评分较高, 说明经冷冻保藏的罗非鱼片可制作加工成质量较好的鱼肉火腿肠, 这可能与火腿肠制作过程中添加的外源物质有关(淀粉、大豆蛋白、蛋清、磷酸盐等)。

2.3.2 罗非鱼鱼肉火腿肠嫩度测定结果

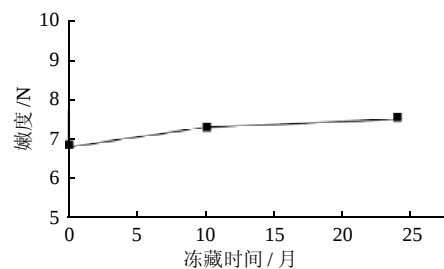


图5 罗非鱼鱼肉火腿肠嫩度测定结果

Fig.5 Effect of frozen storage time of tilapia fillets on the tenderness of surimi sausages



嫩度反映了人牙齿咀嚼食物力量的大小,嫩度值越小代表该物质越柔软。由图5可知,以不同冻藏时间的罗非鱼片加工成的火腿肠嫩度变化较小,可能和鱼片冻藏后盐溶性蛋白损失较小有关,故制得的鱼糜组织松软。

2.3.3 罗非鱼鱼肉火腿肠质构测定结果

表3 罗非鱼鱼肉火腿肠质构测定结果($\bar{x} \pm s$, $n = 3$)

Table 3 Texture properties of surimi sausages processed from tilapia fillets freeze-stored for 10 or 24 months($\bar{x} \pm s$, $n = 3$)

处理	硬度 / N	弹性	黏聚性	咀嚼性 / N
对照组	25.32 $\pm$ 2.19	0.89 $\pm$ 0.03	0.80 $\pm$ 0.004	21.62 $\pm$ 2.17
冻藏10个月	27.74 $\pm$ 1.86 ^a	0.90 $\pm$ 0.01	0.78 $\pm$ 0.014	21.64 $\pm$ 1.77
冻藏24个月	28.41 $\pm$ 1.25 ^b	0.94 $\pm$ 0.03 ^a	0.77 $\pm$ 0.008 ^a	21.04 $\pm$ 0.57

注: a.与对照组相比,差异显著($P < 0.05$); b.与对照组相比,差异极显著($P < 0.01$)。

由表3可知,冻藏后的罗非鱼片加工成鱼肉火腿肠和对照组相比硬度变化较大,冻藏24个月的鱼片制作的火腿肠硬度和对照组相比差异极显著($P < 0.01$),这可能和冻藏后鱼片保水性(即水分含量、汁液流失率和蒸煮损失率)下降有关,在生产加工中可以通过添加品质改良剂进行弥补。冻藏10个月的鱼片制作的火腿肠和空白组相比,在弹性、黏聚性、咀嚼性方面差异不显著,原因可能和鱼片冻藏过程中盐溶性蛋白含量损失较小有关。

3 结 论

3.1 冷冻贮藏10个月及24个月后的罗非鱼片经解冻后,鱼片水分含量和盐溶性蛋白含量下降,汁液流失率和蒸煮损失率上升,加工性能和鲜鱼相比降低。

3.2 以冷冻贮藏10个月及24个月后的罗非鱼片为原料制作鱼肉火腿肠,并对其嫩度、质构特性进行检测,结果表明:以冷冻贮藏时间不超过24个月(两年)的鱼片

为原料制作鱼肉火腿肠除硬度变化较大外,总体接受度较好,适合加工鱼糜制品。

参考文献:

- [1] 郝淑贤,李来好,杨贤庆,等. 5种罗非鱼营养成分分析及评价[J]. 营养学报, 2007, 29(6): 614-618.
- [2] 吴湘生. 2009年中国罗非鱼出口前景分析与预测[J]. 中国水产, 2009(4): 68-71.
- [3] 从浩,王琦,候温甫,等. 罗非鱼原料与鱼片重量分布的相关性和分级加工研究[J]. 武汉工业学院学报, 2011, 30(3): 26-28.
- [4] 李汴生,朱志伟,阮征,等. 不同温度冻藏对脆肉鲩鱼片品质的影响[J]. 华南理工大学学报, 2008, 36(7): 135-136.
- [5] 夏建新,王海滨. 燕麦复合火腿肠的感官、质构及保水特性研究[J]. 食品科学, 2010, 31(1): 98-101.
- [6] AOAC. Official method of analysis[M]. 16th ed. Washington, DC: Association of the Official Analytical Chemists, 1995.
- [7] BOONSUMREJ S, CHAIWANIEHSIRI S, TANTRATIAN S, et al. Effects of freezing and thawing on the quality changes of tiger shrimp frozen by air-blast and cryogenic freezing[J]. Journal of Food Engineering, 2007, 80(1): 292-299.
- [8] SÁNCHEZ-ALONSO I, HAJI-MALEKI R, BORDERIAS A J. Wheat fiber as a functional ingredient in restructured fish products[J]. Food Chemistry, 2007, 100(3): 1037-1043.
- [9] MFRD (Marine Fisheries Research Development). Laboratory manual on analytical methods and procedures for fish and fish product[M]. Singapore: Southeast Asian Fisheries Development Center, 1987.
- [10] 杜国伟. 鲢鱼糜的脱腥技术研究[D]. 无锡: 江南大学, 2006.
- [11] 夏建新,王海滨,徐群英. 肌肉嫩度仪与质构仪对燕麦复合火腿肠测定的比较研究[J]. 食品科学, 2010, 31(3): 145-149.
- [12] 夏松养. 水产食品加工学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008: 84-86.
- [13] 宋广磊,戴志远. 鱼肉蛋白质冷冻变性研究进展[J]. 食品科技, 2006, 31(3): 17-19.
- [14] 周爱梅,曾庆孝,刘欣,等. 冷冻鱼糜蛋白在冻藏中的物理化学变化及其影响因素[J]. 食品科学, 2003, 24(3): 154-156.
- [15] 周爱梅,龚杰,邢彩云,等. 罗非鱼与鳙鱼鱼糜蛋白在冻藏中的生化及凝胶特性变化[J]. 华南农业大学学报: 自然科学版, 2005, 26(3): 103-107.
- [16] 张奎,曾庆孝,朱志伟,等. 罗非鱼与四种海水鱼鱼糜比较[J]. 现代食品科技, 2009, 25(2): 1224-1226.