

# 冰温贮藏对鲢、草、鲤鱼糜制品品质的影响

杨 华<sup>1</sup>, 张建斌<sup>1</sup>, 吴 晓<sup>2</sup>, 马丽珍<sup>3,\*</sup>

(1.天津农学院动物科学与动物医学学院, 天津 300384; 2.山西农业大学食品科学与工程学院, 山西 太谷 030801;  
3.天津农学院食品科学与生物工程学院, 天津 300384)

**摘 要:** 为了明确冰温对淡水鱼糜制品品质的影响, 以鲢鱼、草鱼、鲤鱼鱼糜制品为研究对象, 通过测定三者在冰温贮藏后鱼糜饼的蒸煮损失率、 $L^*$ 值、持水性、质构特性、硫代巴比妥酸反应物(thiobarbituric acid reactive substances, TBARS)值等指标, 分析冰温贮藏过程中其品质的变化。结果表明: 随冰温贮藏时间的延长, 鲢鱼鱼糜制品的蒸煮损失率先降低后升高, 草鱼和鲤鱼鱼糜制品呈降低趋势; 3种鱼糜制品的持水性均随冰温贮藏时间的延长而降低; 鲢鱼鱼糜制品的 $L^*$ 值和剪切力均随冰温贮藏时间的延长而降低, 草鱼和鲤鱼鱼糜制品的 $L^*$ 值、剪切力值随冰温贮藏时间的延长呈波动的变化; 3种鱼的硬度、弹性、黏聚性、咀嚼度随贮藏时间的延长而呈降低。3种鱼糜制品的剪切力值差异显著( $P<0.05$ ), 鲢鱼鱼糜制品的硬度、弹性、黏聚性以及咀嚼度显著低于草鱼和鲤鱼鱼糜制品( $P<0.05$ )。3种鱼糜制品的TBARS值均随冰温贮藏时间的延长而升高。鲢鱼、草鱼和鲤鱼鱼糜制品在冰温( $-1.5\pm 0.03$ ) $^{\circ}\text{C}$ 条件下最佳的贮藏期为3周。

**关键词:** 冰温贮藏; 鱼糜制品; 品质

## Effect of Ice-Temperature Storage on Properties of Silver Carp, Grass Carp and Common Carp Surimi

YANG Hua<sup>1</sup>, ZHANG Jianbin<sup>1</sup>, WU Xiao<sup>2</sup>, MA Lizhen<sup>3,\*</sup>

(1. College of Animal Science and Veterinary Medicine, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China;  
2. College of Food Science and Engineering, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China;  
3. College of Food Science and Biological Engineering, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China)

**Abstract:** This study was designed to explore the effect of ice-temperature storage on the quality of silver carp, grass carp and common carp surimi. Changes in quality indicators including cooking loss,  $L^*$  values, water holding capacity, texture properties and thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) value were measured during the ice-temperature storage of surimi. As the ice-temperature storage time increased, the cooking loss of silver carp surimi fell first then rose, while both grass carp and common carp surimi indicated a progressive decline in cooking loss. Water holding capacity of all three surimi samples declined as the ice-temperature storage time increased. The  $L^*$  values and shearing force of silver carp surimi declined as the ice-temperature storage proceeded while both grass carp and common carp surimi exhibited fluctuations in these two parameters. The hardness, springiness, cohesiveness and chewiness of all surimi samples dropped with increasing ice-temperature storage time. In addition, their shearing forces were significantly different from each other. The hardness, springiness, cohesiveness and chewiness of silver carp surimi were significantly lower than those of grass carp and common carp surimi. TBARS values of three surimi samples increased as a response to increased ice-temperature storage time. The suitable ice-temperature storage duration for silver carp, grass carp and common carp surimi was three weeks.

**Key words:** ice-temperature storage; surimi; properties

DOI:10.7506/spkx1002-6630-201612049

中图分类号: TS254.4

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2016)12-0273-06

引文格式:

杨华, 张建斌, 吴晓, 等. 冰温贮藏对鲢、草、鲤鱼糜制品品质的影响[J]. 食品科学, 2016, 37(12): 273-278.

DOI:10.7506/spkx1002-6630-201612049. <http://www.spkx.net.cn>

YANG Hua, ZHANG Jianbin, WU Xiao, et al. Effect of ice-temperature storage on properties of silver carp, grass carp and common carp surimi[J]. Food Science, 2016, 37(12): 273-278. (in Chinese with English abstract) DOI:10.7506/spkx1002-6630-201612049. <http://www.spkx.net.cn>

收稿日期: 2015-06-28

基金项目: 天津市科委科技支撑项目(13ZCZDNC01600)

作者简介: 杨华(1979—), 女, 副教授, 博士, 研究方向为肉品加工与质量控制。E-mail: sxndyh111@163.com

\*通信作者: 马丽珍(1963—), 女, 教授, 博士, 研究方向为畜禽和水产品加工与质量控制。E-mail: malizhen-6329@163.com

鱼糜制品的保鲜一直是一个世界性的难题,作为生产鱼糜制品的主要原料之一的淡水鱼由于其含水量大,宰杀后鲜度下降很快,容易腐烂变质,不易保存。采用冷冻贮藏容易造成蛋白质变性,解冻后食用及加工品质下降<sup>[1-2]</sup>,而冷却贮藏货架期较短,很难满足大规模生产的需要。为此,寻求一种新型的淡水鱼鱼糜保鲜技术,从而延长其保鲜时间,这对于促进中国淡水鱼养殖和加工业的发展非常重要。

冰温是指0℃以下、冰点以上的温度区域<sup>[3]</sup>,其温度介于冷藏和微冻之间,冰温保鲜是在冰温带的范围内贮藏,食品始终处于不冻结的鲜活状态,其突出的优势在于冰温既可避免因冻结而导致的质构劣化现象,又能保持食品的鲜活状态。绝大多数食品的冰温区域较窄,使食品在稳定的冰温带贮藏,需要有较高的技术和配套器材。冰温保鲜技术已成为继冷却贮藏、冷冻贮藏之后的第3种保鲜新技术。该技术在日本、美国和韩国等一些国家和地区的水果、蔬菜保鲜方面得到了迅速发展<sup>[4]</sup>。中国目前在果蔬<sup>[5-7]</sup>以及鲜肉<sup>[8-13]</sup>方面已有冰温保鲜的研究报道,而对于淡水鱼糜制品的冰温保鲜研究报道不多<sup>[14-16]</sup>。本实验以鲢鱼、草鱼、鲤鱼鱼糜制品为研究对象,通过冰点调节拓宽其冰温带,然后在冰温条件下贮藏,观察其在贮藏期间品质的变化,以期鱼糜制品冰温贮藏的应用提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料及试剂

体质量为(1 500±250)g的鲜活鲢鱼、草鱼和鲤鱼,购于天津市红旗水产批发市场。

谷氨酰胺转氨酶(transglutaminase, TG) 天津市诺奥科技发展有限公司;结冷胶 浙江中青生物科技有限公司;高倍丁香汁、大料汁、小茴香汁 天津市顶兴食品有限公司;葡萄糖、复合磷酸盐、D-异抗坏血酸钠、亚硝酸钠均为化学纯;大豆蛋白粉、玉米淀粉、白胡椒粉、葱姜蒜粉、白砂糖、味精均为市售。

### 1.2 仪器与设备

YC 200鱼类采肉机 潍坊格瑞食品机械有限公司;DK20型消化炉、UDK142型自动凯氏定氮仪 意大利Velp公司;DC-B5/11马弗炉 北京独创科技有限公司;GZX-9076 MBE数显鼓风干燥箱 上海博迅实业有限公司医疗设备厂;DZQ500×2S真空包装机 上海申越包装机械制造有限公司;LD4-40低速大容量离心机 北京医用明星机厂;2018A尊贵型电饼铛 北京利仁科技有限责任公司;JM222便携式数字温度计 天津今明

仪器有限公司;FA1104电子天平 上海精天电子主要仪器有限公司;TCP2全自动测色色差计 北京鑫奥依克广电技术有限公司;Biofuge D-37520 Osterode离心机 德国Kendro实验室制备;TA-TX PLUS质构仪 英国Stable Micro System公司;冰温库 国家保鲜工程中心。

### 1.3 方 法

#### 1.3.1 处理流程

原料鱼前处理→采肉→漂洗→脱水→腌制→真空包装→冰温贮藏→拌料→指标测定。

将活鱼宰杀,去头、内脏、鳞和皮,用滚筒挤压式采肉机2次采肉,收集鱼糜。采用2次盐水的漂洗方式(肉-水质量比1:5,NaCl质量分数为0.5%),水温控制在10~12℃左右,漂洗时先慢速搅拌2min,静止5min使鱼糜充分沉淀,倾去脂肪层、漂洗液,尽量不丢失鱼糜,将沉淀的鱼糜用低速大容量离心机脱水(500×g,3min)。然后将食盐1.5%、复合磷酸盐0.4%、亚硝酸钠0.014%、抗坏血酸钠0.12%、白糖0.8%、葡萄糖0.4%、小苏打0.6%溶于10%的冷却水中,同鱼糜搅拌均匀,冷藏条件下腌制15h。然后用真空包装机包装,做好标记。将包装标记好的鱼糜置于(-1.5±0.03)℃的冰温库中贮藏。在冰温的相应时间内,取出样品,加入大豆分离蛋白粉5%、TG 0.8%、结冷胶0.05%、玉米淀粉7%、味精0.5%、白胡椒粉0.3%,高倍大料汁、高倍桂皮汁、高倍丁香汁、高倍草果汁、高倍花椒汁适量溶于20%的冷却水,搅拌均匀,在冷藏(4℃)条件下腌制2h。将(105±1)g鱼糜制品放于培养皿中,用勺子抹平压实,使成饼状,用电饼铛烤熟(使中心温度达到70℃),冷却后测定各种指标。

#### 1.3.2 实验设计

将真空包装好的鲢鱼、草鱼和鲤鱼鱼糜制品置于(-1.5±0.03)℃的冰温库中贮藏,分别在第1、2、3、4、5、6周进行各项指标测定。

#### 1.3.3 指标测定

##### 1.3.3.1 营养成分的测定

蛋白质含量测定:参照GB/T 5009.5—2003《食品中蛋白质的测定》常量凯氏定氮法;粗脂肪含量测定:参照GB/T 9695.7—1998《肉与肉制品:总脂肪含量测定》索氏抽提法;水分含量测定:参照GB/T 5009.3—2003《食品中水分的测定》直接干燥法;灰分含量测定:参照GB/T 5009.4—2003《食品中灰分的测定》。

##### 1.3.3.2 蒸煮损失率的测定

将湿腌2h的鱼糜制品,精确称取(105±1)g鱼糜制品,放于培养皿中,用勺子抹平压实,使成饼状,于175℃的电饼铛中加热,用数字温度计测量肉样中心温

度,待中心温度达70℃,将饼取出冷却后精确称质量,蒸煮损失率用加热前后样品的质量变化按式(1)来计算:

$$\text{蒸煮损失率}/\% = \frac{\text{生样品质量} - \text{熟样品质量}}{\text{生样品质量}} \times 100 \quad (1)$$

### 1.3.3.3 L\*值的测定

将熟鱼糜制品饼切去表层,在室温条件下平衡一段时间,用取样器取样,用白板对色差仪器进行校准后测定样品的L\*值(亮度)。

### 1.3.3.4 持水性的测定

取3g熟样品,用滤纸包好,2000×g离心15min后,取出样品精确称质量,按式(2)、(3)计算失水率和持水性。

$$\text{失水率}/\% = \frac{\text{离心损失的水分质量}}{\text{样品质量}} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{持水性}/\% = \frac{\text{样品质量} - \text{离心损失的水分质量}}{\text{样品质量}} \times 100 \quad (3)$$

### 1.3.3.5 弹性、黏聚性和咀嚼性和剪切力的测定

采用质构剖面分析(texture profile analysis, TPA)法对样品进行测试并采集数据。

样品处理:将样品统一为直径1cm、高2cm的圆柱体,将待测样品置于测定平台上,室温条件下对鱼糜饼的硬度和弹性等进行测量。测定参数为:测定模式选择下压距离,测试前速率为2mm/s,测试中速率为1mm/s,测试后速率为1mm/s,压缩距离为5mm,两次下压间隔时间为5s,探头型号选择P/35,负载类型为auto-5g,数据收集率为200点/s,测定温度为室温。

### 1.3.3.6 硫代巴比妥酸反应物(thiobarbituric acid reactive substances, TBARS)值的测定

依照Lee等<sup>[17]</sup>的测定方法适当调整。

### 1.3.3.7 感官评价

评判鱼糜制品品质方法采用百分制评定,由实验室10名专业人员品尝,从制品的切面色泽、组织状态、口感滋味等几方面确定分数,评分标准见表1。

表1 感官品质评分标准  
Table 1 Sensory evaluation criteria

评定项目	80~100分	60~80分	40~60分	40分以下
切面色泽(30%)	亮白(24~30分)	较白(18~24分)	灰白(12~18分)	暗灰(12分以下)
组织状态(30%)	切面光滑,密实感强(24~30分)	切面较光滑,密实感较好(18~24分)	切面不光滑,密实感较差(12~18分)	切面松软,密实感差(12分以下)
口感滋味(40%)	口感好,弹性和咀嚼度好,香味浓厚(32~40分)	口感较好,弹性和咀嚼度较好,有鱼香味(24~32分)	口感一般,弹性和咀嚼度一般,香味较淡(16~24分)	口感差,弹性和咀嚼度差,有鱼腥味(16分以下)

## 1.4 数据处理

用Microsoft Excel 2003整理实验数据, Sigma Plot 10.0绘图, Statistix 8.1分析标准偏差。

## 2 结果与分析

### 2.1 鲢鱼、草鱼、鲤鱼肌肉的基本营养成分

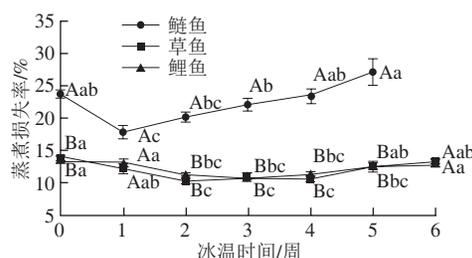
表2 鲢、草、鲤鱼肌肉的基本营养成分  
Table 2 Chemical composition of silver carp, grass carp and common carp muscles

鱼的种类	蛋白含量	脂肪含量	水分含量	灰分含量
鲢鱼	16.85±0.36 <sup>c</sup>	1.45±0.11 <sup>b</sup>	80.54±0.15 <sup>a</sup>	1.00±0.04 <sup>a</sup>
草鱼	18.31±0.04 <sup>b</sup>	2.82±0.31 <sup>a</sup>	77.30±0.43 <sup>b</sup>	0.92±0.02 <sup>a</sup>
鲤鱼	19.18±0.25 <sup>a</sup>	2.51±0.14 <sup>a</sup>	76.53±0.18 <sup>c</sup>	1.11±0.12 <sup>a</sup>

注:同列肩标不同小写字母代表组间差异显著(P<0.05)。

从表2可以看出,3种淡水鱼肌肉的蛋白含量为16.85%~19.18%,脂肪含量为1.45%~2.82%,水分含量为76.53%~80.54%,灰分含量为0.92%~1.11%,其中鲤鱼肌肉中的蛋白含量显著高于草鱼和鲢鱼,草鱼肌肉中脂肪含量最高,鲢鱼肌肉中的水分含量最高,三者肌肉中灰分的含量差异不显著。

### 2.2 冰温贮藏对鲢、草、鲤鱼鱼糜制品蒸煮损失率的影响



小写字母不同表示同组在不同贮藏期间差异显著(P<0.05),大写字母不同表示各组之间差异显著(P<0.05)。下同。

图1 冰温贮藏对鲢、草、鲤鱼鱼糜制品蒸煮损失率的影响

Fig. 1 Changes in cooking loss of silver carp, grass carp and common carp surimi during ice-temperature storage

由图1可看出,鲢鱼鱼糜制品的蒸煮损失率随冰温时间的延长先降低后升高,草鱼和鲤鱼鱼糜制品在冰温贮藏期间蒸煮损失率呈降低趋势。鲢鱼鱼糜制品在冰温至第1周时蒸煮损失率显著降低(P<0.05),由23.69%降低至17.8%,随后2、3、4周又逐渐上升至23.29%,到第5周时,鲢鱼鱼糜制品的蒸煮损失率达到27.06%(P>0.05),此时样品已发黏,出水较多。草鱼鱼糜制品的蒸煮损失率由13.35%降低至13.19%,鲤鱼鱼糜制品由13.35%降低至12.78%,均差异不显著(P>0.05)。冰温至第1周时,鲤鱼鱼糜制品的蒸煮损失增大,而草鱼鱼糜制品则下降,第2周时二者的蒸煮损失率显著降低(P<0.05),之后开始有波动的回升,贮藏至6周时样品出现变坏现象。整个冷藏期内,草、鲤鱼组间差异不显著(P>0.05),鲢鱼鱼糜制品的蒸煮损失率显著高于草鱼和鲤鱼鱼糜制品。

2.3 冰温贮藏对鲢、草、鲤鱼鱼糜制品L\*值的影响

由表3可以看出, 鲢、草、鲤鱼鱼糜制品的L\*值在冰温的前3周内均随贮藏时间的延长而增大, 分别由54.13、54.96、54.12升高至54.21、56.70、58.6, 之后开始下降, 鲢鱼和草鱼最终降低到53.51、54.91, 与冰温贮藏0周时差异不显著 ( $P>0.05$ ), 鲤鱼鱼糜制品的L\*值最终为56.07, 高于第0周时的L\*值且差异显著 ( $P<0.05$ )。

表3 冰温贮藏对鲢、草、鲤鱼鱼糜制品L\*值的影响  
Table 3 Changes in brightness (L\*) of silver carp, grass carp and common carp surimi during ice-temperature storage

冰温时间/周	鲢鱼	草鱼	鲤鱼
0	54.13 ± 0.03 <sup>Aa</sup>	54.93 ± 0.51 <sup>Ac</sup>	54.12 ± 0.66 <sup>Ac</sup>
1	54.13 ± 0.14 <sup>Ca</sup>	54.96 ± 0.05 <sup>Bc</sup>	56.26 ± 0.12 <sup>Ab</sup>
2	54.20 ± 0.17 <sup>Ca</sup>	56.08 ± 0.08 <sup>Ab</sup>	55.68 ± 0.06 <sup>Bb</sup>
3	54.21 ± 0.29 <sup>Ca</sup>	56.70 ± 0.07 <sup>Bc</sup>	58.60 ± 0.70 <sup>Aa</sup>
4	53.85 ± 0.49 <sup>Ba</sup>	56.16 ± 0.31 <sup>Aa</sup>	56.40 ± 0.13 <sup>Ab</sup>
5	53.51 ± 0.41 <sup>Ba</sup>	55.47 ± 0.11 <sup>Abc</sup>	55.48 ± 0.15 <sup>Ab</sup>
6		54.91 ± 0.11 <sup>Bc</sup>	56.07 ± 0.10 <sup>Ab</sup>

注: 小写字母不同表示同组在不同贮藏期间差异显著 ( $P<0.05$ ), 大写字母不同表示各组之间差异显著 ( $P<0.05$ )。

2.4 冰温贮藏对鲢、草、鲤鱼鱼糜制品持水性的影响

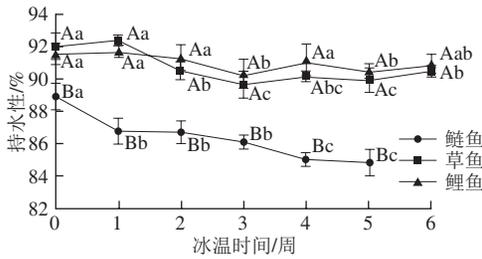


图2 冰温贮藏对鲢、草、鲤鱼鱼糜制品持水性的影响

Fig. 2 Changes in water holding capacity of silver carp, grass carp and common carp surimi during ice-temperature storage

由图2可以看出, 3种鱼糜制品的持水性均随着冰温时间的延长而降低。鲢、草、鲤鱼鱼糜制品的持水性分别为89%、92.19%、91.7%。鲢鱼鱼糜制品在冰温第5周时降低至84.87% ( $P<0.05$ )。草鱼和鲤鱼鱼糜制品呈波动性降低, 最终的持水性分别为90.61%、91.01%, 均低于0周时样品的持水性, 草鱼差异显著 ( $P<0.05$ ), 鲤鱼差异不显著 ( $P>0.05$ )。整个贮藏期内, 草鱼和鲤鱼鱼糜制品间的持水性差异不显著 ( $P>0.05$ ), 而鲢鱼鱼糜制品的持水性显著低于草、鲤鱼鱼糜制品 ( $P<0.05$ )。

2.5 冰温贮藏对鲢、草、鲤鱼鱼糜制品TPA的影响

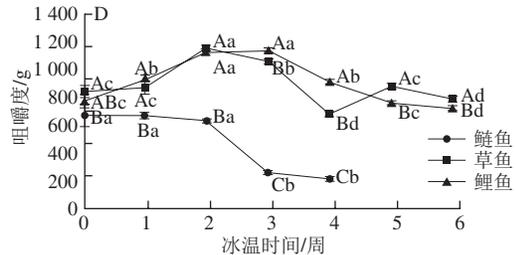
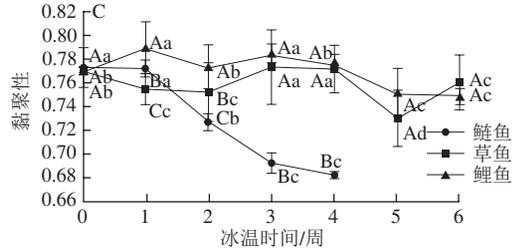
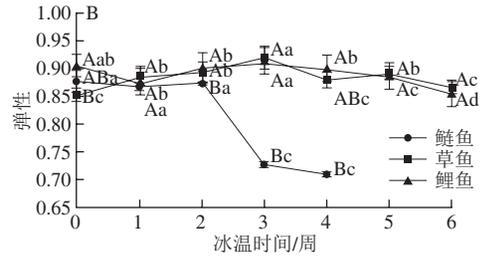
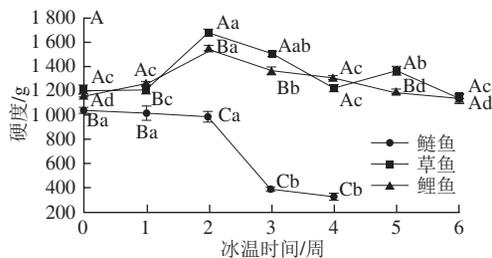


图3 冰温贮藏对鲢、草、鲤鱼鱼糜制品TPA的影响

Fig. 3 Changes in TPA of silver carp, grass carp and common carp surimi during ice-temperature storage

由图3可看出, 鲢鱼鱼糜制品的硬度、弹性、黏聚性、咀嚼度均随冰温时间的延长而呈下降趋势。鲢鱼鱼糜制品的硬度、弹性和咀嚼度在前2周的下降低不显著 ( $P>0.05$ ), 到第3周时显著下降 ( $P<0.05$ ), 第4周与第3周相比差异均不显著 ( $P>0.05$ )。鲢鱼鱼糜制品的黏聚性在第1周时略微降低, 第2、3周显著降低 ( $P<0.05$ ), 第4周下降趋势不显著 ( $P>0.05$ )。

草鱼和鲤鱼的硬度、弹性、黏聚性、咀嚼度均随冰温时间的延长而呈下降趋势, 期间波动较大。草鱼和鲤鱼鱼糜制品的硬度在冰温前2周显著升高 ( $P<0.05$ ), 随后的几周内又逐渐降低, 最终低于0周时样品硬度, 但差异不显著 ( $P>0.05$ )。草鱼和鲤鱼的弹性、黏聚性和咀嚼度变化趋势类似。

2.6 冰温贮藏对鲢、草、鲤鱼鱼糜制品剪切力的影响

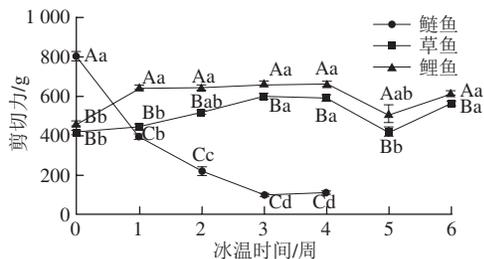


图4 冰温贮藏对鲢、草、鲤鱼鱼糜制品剪切力的影响

Fig. 4 Changes in shearing force of silver carp, grass carp and common carp surimi during ice-temperature storage

由图4可看出, 鲢鱼鱼糜制品的剪切力随着冰温时间的延长而降低, 在冰温的前3周下降趋势显著, 由801.81 g下降到98.27 g, 第4周略有回升, 但与第3周差异不显著 ( $P>0.05$ )。草鱼鱼糜制品的剪切力在第1周时显著增大 ( $P<0.05$ ), 由421.43 g增大到446.27 g。随后第2、3、4周逐渐升高, 与第1周差异不显著 ( $P>0.05$ )。冰温至到第5周时略有下降, 第6周又升高到563.86 g ( $P<0.05$ )。鲤鱼鱼糜制品剪切力的变化情况同草鱼类似, 最终升高至615.63 g ( $P<0.05$ )。

### 2.7 冰温贮藏对鲢、草、鲤鱼糜制品TBARS值的影响

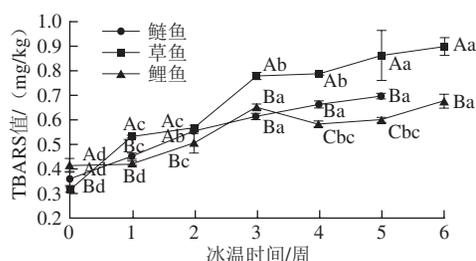


图5 冰温贮藏对鲢、草、鲤鱼糜制品TBARS值的影响

Fig. 5 Changes in TBARS values of silver carp, grass carp and common carp surimi during ice-temperature storage

由图5可以看出, 3种鱼糜制品的TBARS值呈升高的趋势。鲢、草、鲤鱼鱼糜制品对照组的TBARS值分别为0.36、0.31、0.41 mg/kg。鲢鱼鱼糜制品的TBARS值在冰温的前3周显著升高 ( $P<0.05$ ), 第4、5周变化不显著 ( $P>0.05$ )。第5周时TBARS值达到0.70 mg/kg, 与对照组差异显著 ( $P<0.05$ )。草鱼和鲤鱼鱼糜制品的TBARS值随着冰温时间的延长而波动上升, 贮藏到第6周二者的TBARS值分别达到0.90、0.68 mg/kg, 均与对照组差异显著 ( $P<0.05$ )。冰温贮藏3周后, 草鱼鱼糜制品的TBARS值显著高于鲤鱼和鲢鱼鱼糜制品 ( $P<0.05$ )。

### 2.8 鲢、草、鲤鱼鱼糜饼感官评定得分

表4 鲢、草、鲤鱼鱼糜饼感官评定得分  
Table 4 Sensory evaluation scores of silver carp, grass carp and common carp patties

鱼糜饼种类	评定项	冰温时间/周						
		0	1	2	3	4	5	6
鲢鱼	切面色泽	27.2±2.41	26.8±2.61	25.2±3.52	23.5±2.31	19.0±3.27	13.7±2.27	
	组织状态	27.7±3.58	24.1±2.09	22.1±1.39	21.1±3.24	17.6±1.12	9.1±3.12	
	口感滋味	39.1±3.21	32.8±3.04	30.7±2.09	27.6±1.49	21.1±2.88	13.4±1.58	
草鱼	切面色泽	27.8±3.58	27.8±2.09	27.3±1.91	25.8±2.78	23.2±1.57	21.4±2.21	20.8±3.68
	组织状态	27.7±1.21	28.7±2.12	28.9±3.89	27.7±1.03	27.4±3.67	25.6±1.63	20.5±1.34
	口感滋味	38.2±2.58	38.5±3.29	38.2±0.93	35.0±3.67	31.4±1.31	26.1±3.57	26.3±1.23
鲤鱼	切面色泽	27.3±3.98	27.5±1.78	28.5±2.33	26.2±1.22	23.8±2.54	22.4±1.31	18.6±2.38
	组织状态	27.9±2.58	28.5±2.21	28.9±1.07	28.3±1.48	26.8±3.89	26.1±2.85	18.2±3.58
	口感滋味	38.4±2.58	39.0±1.42	36.9±3.86	35.8±2.05	27.9±3.09	26.6±1.23	24.6±1.68

由表4可知, 随着冰温贮藏时间的延长, 3种鱼糜饼的感官评价结果呈下降趋势, 三者无显著性差异 ( $P<0.05$ )。

## 3 讨论

冰温是一个特殊的温度领域, 理论上, 在0℃以下、冰点以上这个温度区域内, 绝大多数的微生物都停止生长, 食品内部的脂质氧化、非酶褐变等化学反应受到抑制, 同时食品处于不结冻的状态, 既可避免因冻结而导致的一系列质构劣化现象, 又比冷藏条件下的贮藏期长。

在研究的3种淡水鱼中, 对其营养分析结果表明, 鲤鱼肌肉中的蛋白含量显著高于草鱼和鲢鱼, 草鱼肌肉中脂肪含量最高, 鲢鱼肌肉中的水分含量最高。在冰温贮藏过程中质构性能的好坏与鱼类的营养结构和蛋白质组成相关<sup>[18]</sup>。持水性和蒸煮损失率密切相关, 整个贮藏期内, 草鱼和鲤鱼鱼糜制品间的持水性和蒸煮损失率差异不显著, 而鲢鱼鱼糜制品的持水性显著低于草、鲤鱼鱼糜制品, 但蒸煮损失率显著高于草鱼鱼糜制品和鲤鱼鱼糜制品, 这有可能和其本身的水分含量高有关系。3种淡水鱼糜制品的脂肪氧化在冰温贮藏期间均显著升高, 可能与3种鱼的脂肪含量及组成有关, 草鱼粗脂肪高于鲤鱼, 显著高于鲢鱼。可能由于草鱼以草为食, 不饱和脂肪酸含量相对偏高, 易氧化, 虽然是低温贮藏, 但对其鱼糜制品的影响也较大, 造成草鱼的TBARS值高于鲤鱼和鲢鱼。草鱼、鲢鱼和鲤鱼的硬度、弹性、黏聚性、咀嚼度均随冰温时间的延长而呈下降趋势。剪切力值的变化体现了嫩度的变化, 肌肉的嫩度是消费者最重视的食用品质之一, 它反映了肌肉的质地。本实验结果表明鲢鱼鱼糜制品的嫩度随着冰温贮藏时间的延长而增大, 而草鱼和鲤鱼鱼糜制品的嫩度随冰温贮藏时间的延长而减小。

大多数微生物体系的温度系数 ( $Q_{10}$ ) 在1.5~2.5之间, 因此在合适的温度区域内, 温度每升高10℃, 生长速率会提高2倍。而在0~10℃的温度区域内生长的微生物的温度系数一般为5, 因此冰温的贮藏性是冷藏的2.0~2.5倍<sup>[19]</sup>。国内有研究<sup>[20]</sup>报道气调保鲜与冰温(-1℃)结合能很好地延长鱼丸的货架期。张瑞宇等<sup>[13]</sup>报道鲜猪肉在-1℃冰温保鲜, 其保质期可延长至14d, 而冷藏(4~5℃)处理组在第8天时已经变质。山根博士<sup>[21]</sup>对鱼的冰温保鲜进行了研究, 结果表明, 冰温能减少鱼中与腐败有关的挥发性含氮物质的生成, 抑制鱼类的腐败速度, 同时能增加与鲜味有关的氨基酸浓度。同时, 山根昭美<sup>[21]</sup>对松叶蟹在各种贮藏方法下的品质进行了对比, 结果表明冰温贮藏效果明显优于冷藏和冷冻。同时, 也有相类似的研究报道<sup>[22-25]</sup>。

本实验结果和相关报道基本一致, 冰温可有效延长鱼糜制品的保质期, 和冷藏相比, 冰温能降低新陈代谢速度, 抑制腐败速度, 可以延长2周的保质期; 和冷冻相

比,冰温能保持鱼糜制品的新鲜状态,避免了因蛋白质冻结而造成的凝胶性降低。本实验中鲤鱼和草鱼的冰温贮藏效果很好,而鲢鱼的质构、持水性以及嫩度却发生了显著的劣化。主要原因可能还是因为鲢鱼的蛋白构成和肌纤维结构导致的,鲢鱼蛋白骨架结构比较疏松,非常容易被破坏,从而引起持水性下降,质构性能降低,质地软烂,耐藏性降低,即使温度很低,也很容易失去新鲜时的品质。

#### 4 结论

随冰温贮藏时间的延长,鲢鱼鱼糜制品的蒸煮损失率先降低后升高,草鱼和鲤鱼鱼糜制品呈降低趋势;3种鱼糜制品的持水性均随冰温贮藏时间的延长而降低。鲢鱼鱼糜制品的蒸煮损失率和持水性显著高于草鱼和鲤鱼鱼糜制品,草鱼与鲤鱼鱼糜制品组间的蒸煮损失率和持水性差异不显著。

鲢鱼鱼糜制品的 $L^*$ 值、剪切力均随冰温贮藏时间的延长而降低,草鱼和鲤鱼鱼糜制品的 $L^*$ 值、剪切力值随冰温贮藏时间的延长呈波动的变化,3种鱼糜制品的硬度、弹性、黏聚性、咀嚼度随贮藏时间的延长而呈下降的趋势。3种鱼糜制品的剪切力值差异显著( $P<0.05$ ),鲢鱼鱼糜制品的硬度、弹性、凝聚性以及咀嚼度显著低于鲤鱼和草鱼鱼糜制品( $P<0.05$ )。

3种鱼糜制品的TBARS值随冰温贮藏时间的延长而升高。贮藏3周后,草鱼鱼糜制品的TBARS值显著高于鲤鱼和鲢鱼鱼糜制品。

#### 参考文献:

- [1] 缪宇平,乔庆林,裘塘根,等. 鲢鱼冻结过程中肌肉组织及蛋白质的变化[J]. 中国水产科学, 2001, 8(2): 85-87.
- [2] SOOTTAWAT B, WONNOP V. Comparative study on physicochemical changes of muscle proteins from some tropical fish during frozen storage[J]. Food Research International, 2003, 36(8): 787-795. DOI:10.1016/S0963-9969(03)00073-5.
- [3] 刘志鸣,王金庆,王建民. 日本冰温技术发展史略[J]. 制冷与空调, 2005(3): 70-74. DOI:10.3969/j.issn.1671-6612.2005.03.020.
- [4] 尹淑涛,薛文通,张惠. 冰温技术及其在食品保鲜中的应用[J]. 农产品加工: 学刊, 2008(7): 138-140. DOI:10.3969/j.issn.1671-9646-B.2008.07.039.aa
- [5] 郇延军,陶谦,王海鸥,等. 巨峰葡萄的冰温高湿保鲜及出库[J]. 无锡轻工大学学报, 2000, 19(1): 26-30. DOI:10.3321/j.issn:1673-1689.2000.01.007.
- [6] 冷平. 冰温贮藏水果、蔬菜等农产品保鲜的新途径[J]. 中国农业大学学报, 1997, 2(3): 79-83.
- [7] 付坦,鲁晓翔,李江阔,等. 冬枣冰温贮藏工艺研究[J]. 食品与机械, 2012, 28(5): 176-180. DOI:10.3969/j.issn.1003-5788.2012.05.047.
- [8] 罗爱平,朱秋劲,郑虹,等. 综合保鲜技术对冷却牛肉的保质研究[J]. 食品科学, 2004, 25(2): 174-179. DOI:10.3321/j.issn:1002-6630.2004.02.041.
- [9] KAFENG L, YULONG B, YONGKANG L, et al. Formation of biogenic amines in crucian carp (*Carassius auratus*) during storage in ice and at 4 °C[J]. Journal of Food Protection, 2012, 75(12): 2228-2233. DOI:10.4315/0362-028x.jfp-12-143.
- [10] 杨万根,朱鹏霄,李红,等. 冷藏过程中冰鲜鸭肉的微生物及品质变化[J]. 肉类工业, 2013, 27(3): 21-25.
- [11] 陈秦怡,王金庆,王国强. 冷藏与冰温贮藏鸭肉的实验比较[J]. 食品工业科技, 2008, 29(6): 271-273.
- [12] 姜长红,王金庆,王国强. 冰温贮藏鸡肉的试验研究[J]. 食品机械, 2008, 24(1): 63-66.
- [13] 张瑞宇,殷翠茜. 新鲜猪肉冰温保鲜的研究[J]. 食品科技, 2006, 31(2): 113-116. DOI:10.3969/j.issn.1005-9989.2006.02.036.
- [14] 吕凯波,熊善柏,王佳雅. 包装处理方式对冰温贮藏黄鳝片品质的影响[J]. 华中农业大学学报, 2007, 26(5): 714-718. DOI:10.3321/j.issn:1000-2421.2007.05.027.
- [15] MAGNUSSENO M, HAUGLAND A, ANNE K, et al. Advances in superchilling-process characteristics and product quality[J]. Trends in Food Science and Technology, 2008, 19: 418-424. DOI:10.1016/j.tifs.2008.04.005.
- [16] 吴成业,叶致,王勤,等. 鲢、鳙、罗非鱼在冰温保鲜过程中的几个鲜度变化研究[J]. 福建水产, 1993(3): 11-14.
- [17] LEE B, HENDRICKS D G, CORNFORTH D P. A comparison of carnosine and ascorbic acid on color and lipid stability in a ground beef pattie model system[J]. Meat Science, 1999, 51(3): 245-253. DOI:10.1016/S0309-1740(98)00121-1.
- [18] 孙卫青,吴晓,杨华,等. 冰温贮藏对草鱼鱼糜脂肪氧化和质构变化的效应[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(4): 913-916. DOI:10.3969/j.issn.0439-8114.2013.04.047.
- [19] 许钟,杨宪时. 水产品chilled高鲜度保藏技术[J]. 食品科学, 1995, 16(11): 61-63.
- [20] 李红霞. 鱼糜制品冰温气调保鲜技术研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2003.
- [21] 山根昭美. 冰温贮藏的科学[M]. 东京: 日本农山渔村文化协会出版社, 1996: 155-158.
- [22] 孙卫青,吴晓,杨华,等. 不同低温贮藏条件下鲢鱼鱼糜品质的变化[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(16): 3959-3965. DOI:10.3969/j.issn.0439-8114.2013.16.053.
- [23] 凌萍华,谢晶,赵海鹏,等. 冰温贮藏对南美白对虾保鲜效果的影响[J]. 江苏农业学报, 2010, 26(4): 828-832. DOI:10.3969/j.issn.1000-4440.2010.04.029.
- [24] TAYLOR R, FJAERA S, SKJERVOLD P. Salmon fillet texture is determined by myofiber-myofiber and myofiber-myocommata attachment[J]. Journal of Food Science, 2002, 67(6): 2067-2071. DOI:10.1111/j.1365-2621.2002.tb09502.x.
- [25] 戴志远,崔雁娜,王宏海. 不同冻藏条件下养殖大黄鱼鱼肉质构变化的研究[J]. 食品与发酵工业, 2008, 34(8): 188-191.