

# 淡腌白鱼气调综合保鲜包装研究

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2017.01.002

卢立新<sup>1,2</sup> 仲济健<sup>1</sup>  
唐亚丽<sup>1,2</sup>

1. 江南大学  
机械工程学院  
江苏 无锡 214122
2. 江苏省食品先进制造  
装备技术重点实验室  
江苏 无锡 214122

**摘要:**以白鱼为研究对象,研究不同保鲜方法对包装白鱼贮藏品质与货架期的影响。分别经辐照、气调-辐照和保鲜剂预处理后气调-辐照3种不同保鲜方法处理的淡腌白鱼,贮藏于3℃低温下,以感官评分、菌落总数、挥发性盐基氮含量、pH值为评价指标,测定贮藏期白鱼的品质变化。试验结果表明:综合保鲜处理组具有较好的保鲜效果,以菌落总数为表征的综合保鲜组的包装货架期为25d;经气调-辐照处理的包装货架期为19d;仅经辐照处理的包装货架期为14d。

**关键词:**白鱼;辐照;综合保鲜;气调包装;货架期

**中图分类号:**S983;TB487

**文献标志码:**A

**文章编号:**1674-7100(2017)01-0007-06

## 0 引言

白鱼又称翘嘴白鱼、大白鱼,其肉质白而细嫩,味道鲜美,被誉为“太湖三宝”之一,是我国淡水流域中营养与经济价值较高的一类鱼种<sup>[1]</sup>。但是白鱼离水即死,死后很快腐败,导致其运输销售成本较高,因而超市销售多以冰鲜白鱼居多<sup>[2]</sup>。由此可见,研究能够在保证白鱼新鲜度的基础上更好地延长白鱼贮藏货架期的保鲜方法具有重要的实际价值,对促进白鱼的市场销售、提高白鱼的经济价值,具有一定的技术指导意义。

鱼肉的保鲜主要是利用物理方法、化学方法、生物方法等对新鲜鱼肉进行处理,以保证鱼肉的鲜度,延长其货架期为目的的一类方法。目前被应用于鱼肉保鲜的方法较多,如冰温法<sup>[3]</sup>、射线法<sup>[4-6]</sup>、气调保鲜法<sup>[7-9]</sup>、保鲜剂法等。其中,保鲜剂法又可分为生物保鲜剂法<sup>[10-12]</sup>和化学保鲜剂法<sup>[13]</sup>等。尽管化学保鲜剂法具有较好的保鲜效果,但是由于消费者担忧保

鲜剂的安全性,导致该方法的市场潜力不高。此外,对于鱼肉的保鲜方法也有较多的研究,大多基于低温或冰温条件下,使用化学、生物等方法进行保鲜<sup>[4]</sup>。如茅林春等人<sup>[15]</sup>使用质量分数为0.1%的茶多酚对微冻鲫鱼进行保鲜处理,结果表明该方法可明显延缓鲫鱼的感官下降速度,延长鲫鱼的货架期。陈淑花等人<sup>[16]</sup>使用超高压结合低温贮藏对黄花鱼进行试验研究,结果表明综合保鲜处理不仅提高了黄花鱼的鱼肉品质,降低了汁液流失率,而且具有很好的灭菌效果。

本文以生鲜白鱼为研究对象,通过试验研究白鱼的综合保鲜方法,且以物理保鲜为主,生物保鲜为辅。即将白鱼经过淡腌、保鲜剂等生物保鲜预处理,再结合气调包装与低剂量 $\gamma$ 辐照,低温贮藏的物理保鲜处理,然后通过感官评定及菌落总数(total viable count, TVC)、挥发性盐基氮(total volatile basic nitrogen, TVBN)含量、pH值的测定对其保鲜效果进行综合评价,提出一种较为有效的综合保鲜方法,

收稿日期:2016-11-20

基金项目:国家科技支撑计划基金资助项目(2015BAD16B00)

作者简介:卢立新(1966-),男,江苏宜兴人,江南大学教授,博士,主要从事食品包装技术与安全,包装材料等方面的教学与研究, E-mail: lulx21@126.com

即保鲜剂预处理气调-辐照方法, 以期对白鱼包装保鲜提供一定的技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

原料: 鲜活白鱼, 购于无锡北桥水产品批发市场;

配料与保鲜剂: 食盐、蒜粉、柠檬酸、儿茶素、植酸, 市售;

包装材料: 聚丙烯 (polypropylene, PP) 硬质盒托盘, 上海中央化学有限公司; KPP/PE (kantorpelayanan pajak/polyethylene) 复合膜, 厚度为  $10^3 \mu\text{m}$ , 氧气透过量为  $7.98 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ , 水蒸气透过量为  $155.54 \times 10^{-6} \text{ cm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{Pa})$ 。

### 1.2 主要仪器设备

PL-3001-S 型分析天平: 由梅特勒-托利多 (上海) 仪器有限公司生产;

6600 型顶隙空气分析仪: 由 Illinois Instruments Inc. 生产;

MAP-350 型复合气调包装一体机: 由苏州森瑞保鲜设备有限公司生产;

YC-300L 型低温冷藏柜: 由中科美菱低温科技有限责任公司生产;

DSX-280A 手提式蒸汽灭菌器: 由上海申安医疗器械厂生产;

SPX-150B-Z 生化培养箱: 由上海博迅实业有限公司医疗设备厂生产;

钴-60 辐照源: 由无锡爱邦辐射技术有限公司生产。

### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 预处理与贮藏

腌渍白鱼综合保鲜方案见表 1, 其中保鲜剂各成分数值为相对鱼质量的百分数。

表 1 腌渍白鱼综合保鲜方案

Table 1 The comprehensive preservation scheme of the whitefish for MAP-irradiation treatment

编号	方案
1#	食盐 (2%)+ 蒜粉 (1%)+ 儿茶素 (0.03%)+ 柠檬酸 (0.4%)+ 气调 + 辐照 (2 kGy)
2#	食盐 (2%)+ 蒜粉 (1%)+ 气调 + 辐照 (2 kGy)
3#	食盐 (2%)+ 蒜粉 (1%)+ 空气组 + 辐照 (2 kGy)

基于已有相关研究及前期试验、辐照剂量安全限量等, 确定预处理工艺为:

鲜活白鱼→去鳞、腮、内脏、头→清洗→切段→

以鱼质量 2% 的食盐蒜粉干腌 10 min →清洗沥干→保鲜液浸泡 30 min →沥干→气调包装 ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$  的体积分数分别为 30%, 70%) →辐照 (2 kGy) →3 °C 低温贮藏。

### 1.3.2 品质指标测定方法

本文利用感官评定及菌落总数、挥发性盐基氮含量、pH 值的测定来综合评价保鲜效果。

#### 1) 感官评定

感官评定试验参考欧盟 1995 规定的方法, 采用“十五分制”<sup>[17]</sup>。由 5 人组成的感官评定小组对经气调包装<sup>[18-19]</sup>处理后生鲜白鱼的气味、色泽、弹性 3 项指标做评定, 每项满分为 5 分, 累计满分为 15 分, 评定 5 次取平均值。生鲜白鱼气调保鲜的感官评分标准如表 2 所示。

表 2 生鲜白鱼的感官评分标准  
Table 2 The standard for sensory evaluation of fresh whitefish

气味	色泽	弹性	评分	等级
有鱼腥味, 无腐臭味	肉白色, 湿润光泽感好	好	4-5	优
鱼腥味较轻, 轻微腐臭	肉灰色, 湿润光泽感较低	一般	3-4	良
明显腐臭味	肉褐色, 湿润光泽感差	较差	1-2	差

#### 2) 菌落总数的测定

根据 GB/T 4789.2—2010《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》中的操作要求进行, 每个保鲜方案选取合适的稀释度, 取 3 个平板, 以平均值为定值。

#### 3) 挥发性盐基氮含量的测定

利用微量扩散法原理, 称取 10 g 鱼肉, 绞碎搅匀, 置于锥形瓶中, 加 100 mL 蒸馏水, 不时振摇, 浸渍 30 min 后过滤, 取 1 mL 滤液加入扩散皿外室, 另一侧加入 1 mL 饱和碳酸钾溶液, 勿使两液接触, 立即将用水溶性胶涂布均匀的盖子盖好, 密封后将皿在桌面上轻轻转动, 使样液与碱液混合, 然后于 37 °C 恒温箱内放置 2 h, 揭去盖子, 用浓度为 0.01 mol/L 的盐酸标准液滴定, 溶液呈蓝紫色时终止, 同时做空白试剂试验。挥发性盐基氮含量的计算式为

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \times c \times 14}{m \times \frac{1}{100}} \times 100,$$

式中:  $X$  为试样中挥发性盐基氮的含量;

$V_1$  为测定用样液消耗盐酸标准溶液体积;

$V_2$  为试剂空白消耗盐酸标准溶液体积;

$c$  为盐酸标准溶液的实际浓度;

$m$  为样品质量。

计算结果保留 3 位有效数字<sup>[15]</sup>。

#### 4) pH 值的测定

取绞碎均匀的肉 10 g 放置于锥形瓶中, 加 90 mL 蒸馏水, 浸渍 30 min, 过滤, 取滤液用酸度计直接测定, 3 次平行实验, 取平均值为定值。

## 2 试验结果与分析

### 2.1 感官评定的变化

本文分析了辐照、气调-辐照和保鲜剂预处理后气调-辐照 3 种保鲜方法处理淡腌白鱼, 贮藏期感官评定得分情况如图 1 所示。

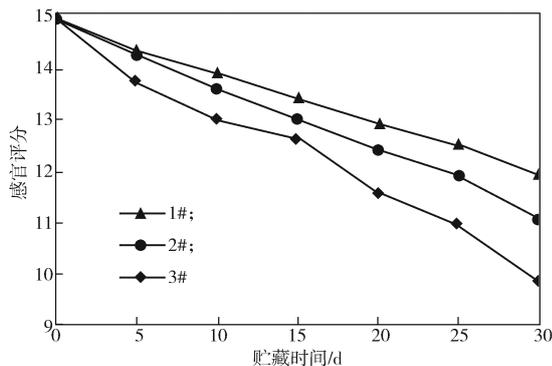


图 1 3 种保鲜方法处理淡腌白鱼的贮藏期感官评分结果  
Fig. 1 The variation of sensory evaluation for the light salted whitefish with three preservation methods

由图 1 可知: 随着贮藏时间的延长, 淡腌白鱼的感官评定得分呈下降趋势; 只经辐照处理的 3# 组, 感官评分降低趋势相对最明显, 至贮藏末期, 感官评分为“差”级; 而经保鲜剂预处理后气调-辐照处理的 1# 组, 感官评分下降趋势相对较小, 至贮藏末期, 感官评分仍为“优”; 经气调-辐照处理的 2# 组感官评分略高于 3# 组, 至贮藏末期, 感官评分为“良”。感官评分变化曲线表明, 经保鲜剂预处理后以气调-辐照方法处理的保鲜方式相对于单一保鲜处理方式, 具有更好的感官评定得分。

### 2.2 贮藏期菌落总数的变化

淡腌白鱼的菌落总数变化是影响其货架期的最主要原因。分别经辐照、气调-辐照和保鲜剂预处理后气调-辐照 3 种保鲜方法处理的淡腌白鱼, 贮藏期菌落总数变化情况如图 2 所示。

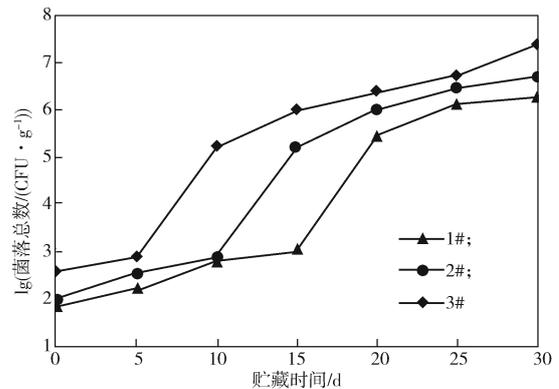


图 2 3 种保鲜方法处理淡腌白鱼的贮藏期菌落总数变化情况

Fig. 2 The variation of total viable count for the light salted whitefish with three preservation methods

由图 2 可以得知: 随着贮藏时间的延长, 淡腌白鱼的菌落总数呈不断增加的趋势, 总体变化符合 Gompertz 方程中关于菌落总数生长的数学表达; 经保鲜剂预处理后气调-辐照处理的 1# 组, 减缓了菌落总数的对数生长期, 即明显抑制了菌落总数的增加, 至第 25 d 贮藏末期, 菌落总数未超过  $10^6$  CFU/g; 经气调-辐照处理的 3# 组, 总体变化趋势与综合保鲜 1# 组相似, 但对数生长期提前 5 d 左右, 在第 20 d 菌落总数已较接近  $10^6$  CFU/g; 经辐照处理的 3# 组, 对数生长期在贮藏期第 5 d 即出现, 菌落总数基数大, 生长速度也较快, 至贮藏期第 16 d, 已超过  $10^6$  CFU/g。

### 2.3 挥发性盐基氮含量的变化

挥发性盐基氮含量是衡量鱼肉腐败变质程度的重要理化指标。分别经辐照、气调-辐照以及保鲜剂预处理后气调-辐照 3 种保鲜方法处理的淡腌白鱼, 贮藏期挥发性盐基氮含量的变化情况如图 3 所示。

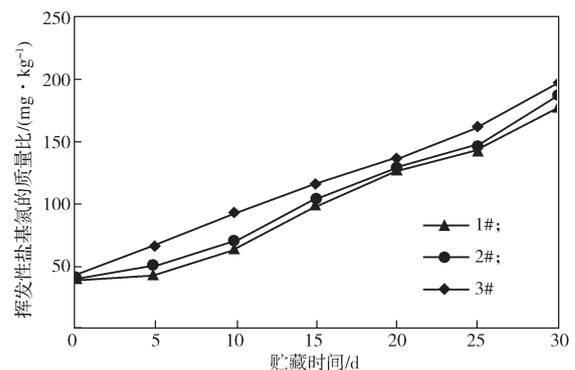


图 3 3 种保鲜方法处理淡腌白鱼的贮藏期挥发性盐基氮含量变化情况

Fig. 3 The variation of total volatile basic nitrogen for the light salted whitefish with three preservation methods

由图3可知:

1) 挥发性盐基氮随着贮藏时间的延长呈现不断上升的变化趋势;

2) 经辐照处理的3#组, 其挥发性盐基氮含量增长速率最高, 其次是2#组, 综合保鲜处理的1#组挥发性盐基氮含量的变化相对较低;

3) 至30 d贮藏末期, 3组挥发性盐基氮含量均未超过国标中对鲜鱼二级鲜度的标准——挥发性盐基氮的质量比不高于200 mg/kg。

#### 2.4 pH值的变化

pH值的变化是由菌落总数与挥发性盐基氮含量综合作用的结果。分别经辐照、气调-辐照以及保鲜剂预处理后气调-辐照3种保鲜方法处理的淡腌白鱼, 在贮藏期30 d内pH值的变化情况如图4所示。

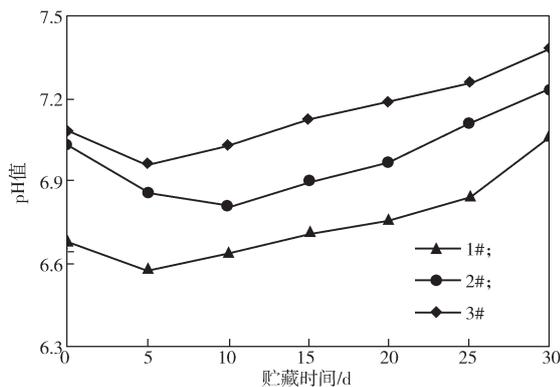


图4 3种保鲜方法处理淡腌白鱼的贮藏期pH值变化情况

Fig. 4 The variation of PH value for the light salted whitefish with three preservation methods

由图4可知, 随着贮藏时间的延长, 3组样品的pH值的变化总体呈现出先降后升的变化趋势。其主要原因是生鲜白鱼在宰杀综合处理时, 鱼体经过酵解过程, 会分解一定的酸性营养物质, 而低温贮藏一定程度上延迟了鱼体的酵解时间。此外, 保鲜剂预处理总体呈弱酸性, 气调包装中还含有酸性气体二氧化碳, 以上因素的综合作用使得鱼肉在贮藏前期pH值迅速下降。上升阶段说明鱼肉已经过酵解阶段, 处于鱼体的自溶腐败阶段。经辐照处理的3#组变化最明显, pH值总体上升幅度较大, 其次是2#组, 综合保鲜的1#组变化最慢; 至贮藏末期, 综合保鲜的1#组pH值未超过7, 而其他组已超过, 表明腐败过程已经开始。

### 3 结论

本文研究了经辐照、气调-辐照和保鲜剂预处理后气调-辐照3种保鲜方法处理的淡腌白鱼的保鲜效果, 分析了其在货架期的感官评定, 测定了其菌落总数、挥发性盐基氮含量、pH值的变化情况, 可得如下具体结论:

1) 在贮藏期30 d内, 保鲜剂预处理气调-辐照的综合保鲜方法使得淡腌白鱼的菌落总数、挥发性盐基氮含量、pH值具有较低的增长速率, 同时感官评分较高, 鱼肉品质得到较好的保证, 且延长了鱼肉的货架期。

2) 以菌落总数为表征的综合保鲜组包装货架期为25 d; 经气调-辐照处理的包装货架期为19 d; 经辐照处理的包装货架期为14 d。

以上结果表明了生物保鲜剂结合气调包装、辐照处理、低温冷藏的综合保鲜方法对于延长鱼肉贮藏期的有效性。

#### 参考文献:

- 赵文武. 太湖白鱼的习性及其钓法[J]. 中国钓鱼, 2008(5): 7.  
ZHAO Wenwu. Tai Lake of White Fish Habit and Fishing Method[J]. Chinese Fishing, 2008(5): 7.
- 张娟, 娄永江. 冰温技术及其在食品保鲜中的应用[J]. 食品研究与开发, 2006, 127(8): 150-152.  
ZHANG Juan, LOU Yongjiang. Controlled Freezing-Point Technique and Its Applications in Food Fresh-Keeping[J]. Food Research and Development, 2006, 127(8): 150-152.
- 王真真, 董士远, 刘尊英, 等. 冰温下包装方式对大黄鱼的保鲜效果研究[J]. 水产科学, 2009, 28(8): 431-434.  
WANG Zhenzhen, DONG Shiyuan, LIU Zunying, et al. Effects of Vacuum Packaging on Freshness of Large Yellow Croaker *Pseudosciaena Crocea* Under Ice-Temperature Condition[J]. Fishery Science, 2009, 28(8): 431-434.
- 陈艳, 卢晓黎, 雷鸣, 等. 减菌化预处理对鲜鱼冷藏保鲜的影响[J]. 食品科学, 2003, 24(1): 135-139.  
CHEN Yan, LU Xiaoli, LEI Ming, et al. The Effect of Reduce the Bacteria on the Preservation of the Fresh Fish at Low Temperature[J]. Food Science, 2003, 24(1):

- 135-139.
- [5] MBARKI Raouf, BEN MILOUD Najla, SELMI Salah, et al. Effect of Vacuum Packaging and Low-Dose Irradiation on the Microbial, Chemical and Sensory Characteristics of Chub Mackerel(*Scomber Japonicus*)[J]. *Food Microbiology*, 2009, 26(8): 821-826.
- [6] ARVANITOYANNIS I S, STRATAKOS A, MENTE E. Impact of Irradiation on Fish and Seafood Shelf Life: A Comprehensive Review of Applications and Irradiation Detection[J]. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2009, 49(1): 68-112.
- [7] 张春荣, 黄光荣. MAP技术在鱼类保鲜中的应用[J]. *食品研究与开发*, 2000, 21(4): 46-49.  
ZHANG Chunrong, HUANG Guangrong. Application of MAP Technology on the Keeping Fresh of Fish[J]. *Food Research and Development*, 2000, 21(4): 46-49.
- [8] BOSKOU G, DEHEVERE J. Shelf Life Extension of Cod Fillets with an Acetate Buffer Spray Prior to Packaging Under Modified Atmospheres[J]. *Food Additives & Contaminants*, 2000, 17(1): 17-25.
- [9] 伍思良, 陈于陇, 徐玉娟, 等. 盒式气调包装下温度对薄膜透气性能的影响[J]. *包装学报*, 2013, 5(3): 63-68.  
WU Siliang, CHEN Yulong, XU Yujuan, et al. Effect of Temperature on Gas Permeability of Films Under Cassette Modified Atmosphere Packaging[J]. *Packaging Journal*, 2013, 5(3): 63-68.
- [10] 蓝蔚青, 谢晶. 壳聚糖复合生物保鲜剂对冷藏带鱼保鲜效果的优化配比[J]. *福建农林大学学报(自然科学版)*, 2011, 40(3): 311-317.  
LAN Weiqing, XIE Jing. Optimized Proportion of Chitosan Complex Biological Fresh-Keeping Agents of the Preservation of *Trichiurus haumela* Under the cold Storage[J]. *Journal of Fujian Agriculture and Forestry University (Natural Science Edition)*, 2011, 40(3): 311-317.
- [11] 张纪娟, 王建华, 郭天雨. 羟乙基纤维素/壳聚糖涂膜液对蓝莓的保鲜效果研究[J]. *包装学报*, 2015, 7(2): 38-42.  
ZHANG Jijuan, WANG Jianhua, GUO Tianyu. Effects of Hydroxyethyl Cellulose/Chitosan Blending Coating on Quality of Blueberries[J]. *Packaging Journal*, 2015, 7(2): 38-42.
- [12] MAZZOTTA A S, MODI K, MONTVILLE T J. Nisin-Resistant(Nisr) *Listeria Monocytogenes* and Nisr *Clostridium Botulinum* Are Not Resistant to Common Food Preservatives[J]. *Journal of Food Science*, 2010, 65(5): 888-890.
- [13] 许承隆. 二氧化氯(ClO<sub>2</sub>)对水产品保鲜效果的试验[C]// 二氧化氯与水处理技术国际研讨会. 上海: [s. n.], 2001: 124-134.  
XU Chenlong. The Effect of Preservation to Aquatic Products by Chlorine Dioxide[C]//Chlorine Dioxide and Water Treatment Technology International Seminar. Shanghai: [s. n.], 2001: 124-134.
- [14] 杨胜平, 谢晶. 冰温结合生物保鲜剂技术在水产品保鲜中的应用[J]. *安徽农业科学*, 2009, 37(22): 10664-10666  
YANG Shengping, XIE Jing. Application of Controlled Freezing Point Technique Combined Biological Antistaling Agent in Preservation of Aquatic Products[J]. *Journal of Anhui Agricultural Science*, 2009, 37(22): 10664-10666.
- [15] 茅林春, 段道富, 许勇泉, 等. 茶多酚对微冻鲫鱼的保鲜作用[J]. *中国食品学报*, 2006, 6(4): 106-110.  
MAO Linchun, DUAN Daofu, XU Yongquan, et al. Effects of Tea Polyphenols on Fresh-Keeping of Partial-Frozen Crucian(*Carassius Auratus*)[J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 2006, 6(4): 106-110.
- [16] 陈淑花, 赵启成, 夏远景. 超高压与低温协同作用对黄花鱼品质影响的研究[J]. *食品与生物技术学报*, 2009, 28(4): 517-520.  
CHEN Shuhua, ZHAO Qicheng, XIA Yuanjing, et al. Quality Related Aspects of High Pressure Low Temperature Processed Fish[J]. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 2009, 28(4): 515-520.
- [17] 王世平. 食品理化检验技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 2009: 4-7.  
WANG Shiping. *Food Chemical Inspection Technology*[M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2009: 4-7.
- [18] 丁华, 王建清, 王玉峰, 等. 论果蔬保鲜中的气调包装技术[J]. *湖南工业大学学报*, 2016, 30(2): 90-96.  
DING Hua, WANG Jianqing, WANG Yufeng, et al. Review of Modified Atmosphere Packaging Technology in the Preservation of Fruits and Vegetables[J]. *Journal of*

Hunan University of Technology, 2016, 30(2): 90-96.  
[19] 翁丽萍, 钟立人, 戴志远. 国内外鱼和鱼制品的气调保鲜研究 [J]. 食品与机械, 2006, 22(3): 160-163.  
WENG Liping, ZHONG Liren, DAI Zhiyuan. A Review

of Modified Atmosphere Packaging of Fish and Fishery Products at Home and Abroad[J]. Food and Machinery, 2006, 22(3): 160-163.

## Modified Atmosphere Packaging of Light Salted Whitefish with Comprehensive Preservation Treatment

LU Lixin<sup>1,2</sup>, ZHONG Jijian<sup>1</sup>, TANG Yali<sup>1,2</sup>

(1. School of Mechanical Engineering, Jiangnan University, Wuxi Jiangsu 214122, China;

2. Jiangsu Key Laboratory of Advanced Food Manufacturing Equipment and Technology, Wuxi Jiangsu 214122, China)

**Abstract:** The whitefish was selected as research object to study the effects of different preservation methods on storage quality and shelf life. Under the storage condition of 3 °C, treated by three different preservation methods of irradiation, modified atmosphere packaging (MAP) and irradiation, and modified atmosphere packaging and irradiation after preservative pretreatment respectively, the quality change of light salted whitefish in sensory evaluation, total viable count (TVC), total volatile basic nitrogen (TVBN) and pH value were studied as the evaluation indicators. The results showed that comprehensive preservation treated group performed well in preservation effect. On the basis of total viable count, the packaging shelf life of whitefish was 25 days, while the group of light salted, MAP and irradiation was 19 days, the group with light salted and irradiation was 14 days.

**Keywords:** whitefish; irradiation; comprehensive preservation; MAP; shelf life

## 《包装学报》被评为第七届湖南省“十佳自科期刊”

日前, 2016年第七届湖南省十佳期刊评选结果揭晓, 《包装学报》荣获“十佳自科期刊”荣誉称号, 这是《包装学报》继2015年“中国高校技术类优秀期刊”、2016年“中国高校优秀科技期刊”之后获得的又一殊荣。

据悉, 此次评选由湖南省新闻广电总局举办。参照相关数据库的评价指标, 采用分类、分层次遴选方法, 对参评期刊传播与利用效应、学术与行业影响力、政治与编辑出版质量等进行全面评价, 择优遴选。