

辐照和保鲜剂对淡腌大黄鱼保鲜效果的研究

张晓艳^{1,2}, 杨宪时¹, 李学英¹, 郭全友¹

(1. 中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090) (2. 上海海洋大学食品学院, 上海 201306)

摘要: 为探索伽马辐照和添加剂对淡腌大黄鱼的保鲜效果, 以感官、微生物和化学变化为指标, 探讨了低剂量辐照 (1 kGy) 和复合保鲜液 (0.3% 双乙酸钠和 0.5% 柠檬酸) 对常温 (25 °C) 贮藏下淡腌大黄鱼品质和货架期的影响。实验结果表明, 2 种处理方法均可延长淡腌大黄鱼的货架期, 对照组货架期仅 9 d, 而实验组的货架期可分别延长至 16 d 和 13 d; 1 kGy 的辐照处理要优于 0.3% 双乙酸钠和 0.5% 柠檬酸复合保鲜液的保鲜效果, 为工厂化应用提供了技术依据。

关键词: 辐照, 保鲜剂, 淡腌大黄鱼, 防腐保鲜

文章编号: 1673-9078(2012)7-768-771

Application of Gamma Irradiation and Additive in Fresh-keeping of the Mildly Salted *Pseudosciaena crocea*

ZHANG Xiao-yan^{1,2}, YANG Xian-shi¹, LI Xue-ying¹, GUO Quan-you¹

(1. East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China)

(2. College of Food Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: To explore the application of gamma irradiation and additives in Fresh-keeping of the light salted *Pseudosciaena crocea*, the influence of low-dose gamma irradiation (1 kGy) and additives (0.3% sodium lactate + 0.5% citric acid) on quality and shelf life of mildly salted *Pseudosciaena crocea* stored at 25 °C was discussed by analyzing the changes in sensory quality, microbiological and chemical properties. The results showed that both of the two processing methods can remarkably prolonged the shelf life. Compared to the shelf life of control group (9 days), the shelf lives of experimental groups can be extended to 16 days and 11 days, respectively. 1 kGy gamma rays had better preservation effect than additives (0.3% sodium lactate + 0.5% citric acid). The work can provide technical references for industrial application.

Key words: gamma irradiation; additives; light salted *Pseudosciaena crocea*; preservative

淡腌大黄鱼是依据栅栏效应理论开发的一类轻微加工产品, 属于低盐 ($\text{NaCl} \leq 6\%$)、低酸 ($\text{pH} > 5.0$)、高水分活度 ($\text{Aw} \geq 0.90$), 不加其他防腐剂的轻微腌渍脱水鱼制品。该产品富含蛋白质等营养成分, 且水分活性很高, 在贮藏、运输和销售等过程中常因微生物的大量增殖而导致产品的腐败变质, 因此常温下其货架期较短。

为了更有效的杀死或抑制腐败菌, 延长淡腌大黄鱼的保质期, 辐照处理和添加适量防腐保鲜剂是两种最为简便易行的有效途径。低剂量辐照 (1~3 kGy) 是一种安全有效的食品杀菌与保鲜技术。近年来, 利用辐照技术保障食品安全及延长食品货架期已成为辐

照应用的一个热点领域^[1-2]。目前, 鱼肉制品的防腐保鲜剂有很多种, 但由于不同防腐保鲜剂的抗菌特性和理化性质不同, 对细菌的生长繁殖有不同程度的抑制作用。因此防腐保鲜剂单独使用时, 他们均难以获得理想的效果。通过复配, 发挥多种防腐保鲜剂的互补增效作用, 可以获得理想的防腐保鲜效果^[3]。本试验分别采用低剂量辐照 (1 kGy) 以及双乙酸钠和柠檬酸的复合保鲜液对淡腌大黄鱼制品进行处理, 旨在研究常温贮藏条件下延长淡腌大黄鱼制品货架期较为理想的保鲜方法。

1 材料与方法

1.1 试验材料

将浙江省舟山市越洋食品有限公司提供的大黄鱼去除内脏后背部剖开, 调味腌渍并低温冷风干燥后进行真空包装。水分含量控制为 $(60 \pm 1)\%$, 水分活度控制为 0.945~0.949, NaCl 含量控制为 2.25%~2.5%。刚出厂的真空包装淡腌大黄鱼制品鲜度良好, 分为三组,

收稿日期: 2012-04-11

基金项目: 农业部引进国际先进农业科学技术项目 (2011-Z12); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金 (2011M04)

作者简介: 张晓艳 (1987-), 女, 硕士研究生, 从事水产品加工及安全研究
通讯作者: 杨宪时 (1954-), 男, 研究员, 主要从事水产品贮藏加工和品质安全研究

每组 6 条, 每条重量为 (250±5) g。其中添加保鲜液的一组在调味液中添加大黄鱼重量的 0.3% 双乙酸钠和 0.5% 柠檬酸的复合保鲜液 (代码 PA); 需辐照处理的一组真空包装淡腌大黄鱼放在泡沫箱中, 送到第二军医大学辐照中心立即开始辐照, 采用常温静态定点辐照, 辐照源为 ^{60}Co γ (活度: 6.65×10^{15} bq, 源强: 1.8×10^5 Ci), 辐照剂量为 1 kGy; 剩余一组真空包装淡腌大黄鱼作为对照组。

1.2 主要试剂与仪器设备

营养琼脂培养基, 上海中科昆虫生物技术开发有限公司; 双乙酸钠 (上海联合食品添加剂有限公司, 食品级); 柠檬酸 (上海联合食品添加剂有限公司, 食品级); HCl 标准液, 上海市剂量化测试技术研究院; 其余试剂均为国产分析纯。

MIR150 恒温培养箱, 日本 Sanyo 公司; SEX-TJ 净化工作台, 上海整新电子设备; 半微量定氮仪, 上海国药集团化学试剂有限公司; PHS-2C 酸度计, 上海伟业有限公司; 721 可见分光光度计, 上海菁华科技仪器有限公司; MULTTVAC R230 型深拉伸真空包

装机 (山东小康机械有限公司); YXQ-LS-50SII 型全自动立式压力蒸汽灭菌器 (上海博讯实业有限公司医疗设备厂)。

1.3 实验方法

1.3.1 贮藏实验

将 3 组淡腌大黄鱼制品放入 (25±1) °C 的恒温培养箱中进行贮藏试验, 在第 0、3、6、8、9、11、13 和 16 d 分别随机取样测定感官得分、TVC、pH、TVB-N 和 TBARS 各指标, 以评定各组样品的品质变化。

1.3.2 感官评价

由 6 名经过训练的评价员组成的感官评价小组对样品进行感官评价。感官评价时在恒温、恒湿、光线稳定的独立空间进行。主要评价样品的外观、色泽、气味等方面进行检定, 然后放于微波炉中用 600 W 功率微波 5 min 后, 对熟品的气味、色泽、口味和质地等方面进行评定。感官评定采用 10 分法: 10 为最好品质; 5 为可接受终点; <5 为感官拒绝, 具体评分标准见表 1。

表 1 淡腌大黄鱼感官评分标准

Table 1 Standard of sensory evaluation for mildly salted *Pseudosciaena crocea*

指标	(9~10)分	(7~8)分	(5~6)分	<5 分
色泽	肉质发白, 体表鲜亮	肉稍有红色, 体表较鲜亮, 微透明	肉失去光泽, 有白色斑点, 透明度较差	肉色发乌, 有大量白点, 无透明度
气味	浓烈的咸香味	咸香味下降, 稍有鱼腥味	鱼香味加重, 微有咸香味	有异味, 腐败臭味和哈败味较重
口感	肉质鲜美, 口感细嫩	鱼香味下降, 有嚼劲	稍有嚼劲, 几乎无鱼香味	肉质发涩, 口中苦味
质地	肉有弹性	肉稍有弹性, 体表有少量粘液	肉几乎无弹性, 比较松软, 有粘液溢出	肉中出现白点, 毫无弹性,
外观	体表清洁, 包装完好	包装袋内有少许汁液	包装袋汁液较多, 并有鱼油出现	包装袋内汁液发乌, 密封性较差

1.3.3 pH 的测定

称取 10.0 g 搅碎的鱼肉, 置于 100 mL 有盖的三角烧瓶中加入 90 mL 无菌蒸馏水, 浸泡 30 min 并不时振摇。过滤后取滤液, 用便捷式 pH 测定仪测定。

1.3.4 TVB-N 的测定

参照 SC/T 3032-2007 水产品中挥发性盐基氮的测定方法。按半微量定氮法进行测定, TVB-N 单位表示为 10^{-2} mg/g。

1.3.5 TBARS 的测定^[4]

准确称取 10.0 g 鱼肉研细, 置于 100 mL 有盖的三角烧瓶中, 加入 50 mL 7.5% 的三氯乙酸 (含 0.1% EDTA), 放置室温下浸渍 30 min 并不时振摇, 浸渍液用双层滤纸过滤。滤液重复用双层滤纸过滤一次。取 5 mL 滤液放入 25 mL 比色管中, 加入 5 mL 0.02 mol/L 硫代巴比妥酸溶液, 在 90 °C 水浴锅中水浴 40 min,

取出后用流水冷却, 加入 5 mL 氯仿摇匀, 静止分层后取上清液分别在 532 nm 和 600 nm 处比色, 记录吸光度值并用以下公式计算 TBARS 值。

$$\text{TBARS 值} = (A_{532} - A_{600}) / 155 \times (1/10) \times 72.6 \times 100$$

与 TBARS 反应的物质的量 (TBARS) 单位表示为 mg·MA/kg。

1.3.6 菌落总数的测定

准确称取约 25.0 g 绞碎鱼肉置于无菌研钵中, 加入 225 mL 0.85% 无菌生理盐水研磨均匀, 以 10 倍稀释梯度将鱼肉浆稀释后, 取数个浓度合适的稀释液 0.1 mL, 涂布于营养琼脂培养基表面。每个样品至少取 3 个梯度稀释液, 每个稀释液涂布 2 个平皿, (30±1) °C 培养 48 h 后计数, 结果以 lg (CFU/g) 表示。

1.4 数据处理和分析

每个试验至少重复 2 次, 数据取平均值并采用

Microsoft Excel 2007 进行回归分析, 变化曲线和生长曲线采用多项式方程描述, 用 SPSS 13.0 进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 淡腌大黄鱼贮藏过程中感官品质的变化

表 2 淡腌大黄鱼贮藏过程中的感官得分变化

Table 2 Sensory quality changes of mildly salted *Pseudosciaena*

<i>crocea</i> during storage			
贮藏时间/d	辐照组	保鲜剂组	对照组
0	9.37±0.01	9.39±0.09	9.41±0.06
3	9.04±0.02	9.07±0.03	8.90±0.06
6	8.81±0.09	8.89±0.06	6.43±0.03
8	8.09±0.08	8.04±0.12	5.98±0.11
9	7.38±0.04	7.56±0.09	4.98±0.06
11	6.70±0.07	5.86±0.11	
13	5.85±0.12	4.94±0.11	
16	4.81±0.03		

真空包装的 3 组淡腌大黄鱼在 25 °C 贮藏过程中感官得分见表 2。如表所示 3 组淡腌大黄鱼的感官得分随着贮藏时间的延长都呈增加趋势, 其中对照组增加最快, 保鲜剂组次之, 辐照组增加最慢。对照组在贮藏的第 9 d 感官分数就达到了 4.98±0.06 (5 分为感官可接收点), 保鲜剂组在第 13 d 达到 4.94±0.11, 而辐照组的样品在贮藏的第 16 d 才达到 4.81±0.03。经过辐照处理后淡腌大黄鱼体表颜色特有的金黄色与其他 2 组相比没有什么显著变化, 可见辐照处理对淡腌大黄鱼的感官品质有较好的保持作用。3 组淡腌大黄鱼到达货架期终点时, 感官不可接受的气味均以鱼类腐败时特有的腥臭味为主, 即使辐照组也没有脂肪氧化的哈败味, 这与许多学者有关伽马辐照对金线鱼^[5]、黑鲈^[6]、凤尾鱼^[7]、大黄鱼^[8]的试验结论一致。本实验结果表明, 实验组 2 种处理方法均可大大延长淡腌大黄鱼的货架期, 但低剂量辐照的保鲜效果要优于复合保鲜液的保鲜效果。

2.2 淡腌大黄鱼贮藏过程中 pH 的变化

图 1 是真空包装的 3 组淡腌大黄鱼在 25 °C 贮藏过程中 pH 的变化情况。由图可见辐照组和对照组淡腌大黄鱼的初始 pH 值在 6.7 左右, 大黄鱼贮藏期间 2 组的 pH 基本保持不变均在 6.3~7.0 之间。保鲜剂组淡腌大黄鱼的 pH 值明显降低, 因为在感官允许的范围适当添加了双乙酸钠和柠檬酸复合保鲜液, 这两种添加剂对 pH 均具有降低作用, 使得在整个贮藏过程中该组样品的 pH 值一直在 5.7~6.0 之内变化, 且感官鉴定结果也显示有明显的酸味。淡腌大黄鱼在贮藏过

程中引起 pH 值上升的主要原因是挥发性盐基氮等碱性物质含量的增加, 鱼肉品中的 pH 值变化同时还受到多种因素的缓解作用, 主要有鱼肉品中的磷酸盐的缓冲作用。真空包装条件下, 微生物的代谢以无氧酵解为主, 在无氧酵解过程中产生碱性成分对 pH 值的升高也有一定的缓冲作用^[9]。所以真空包装的淡腌大黄鱼在贮藏过程中的 pH 值变化没有菌落总数和 TVB-N 值的变化程度明显。实验结果表明, 经保鲜液处理的样品可明显降低样品 pH, 通过调整 pH 可达到改善品质和风味、抑制腐败微生物的繁殖从而延长货架期的目的。辐照处理对样品的 pH 变化基本没影响。

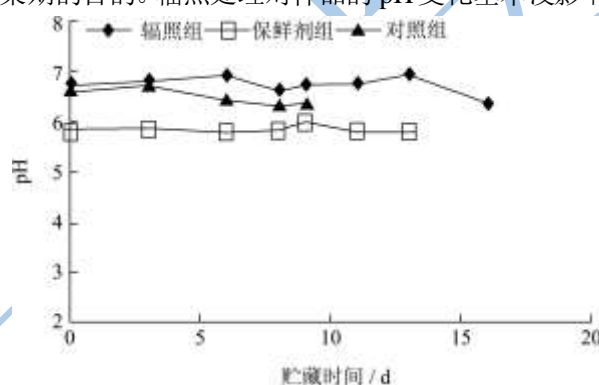


图 1 淡腌大黄鱼贮藏过程中的 pH 值变化

Fig.1 pH changes of mildly salted *Pseudosciaena crocea* during storage

2.3 淡腌大黄鱼贮藏过程中菌落总数的变化

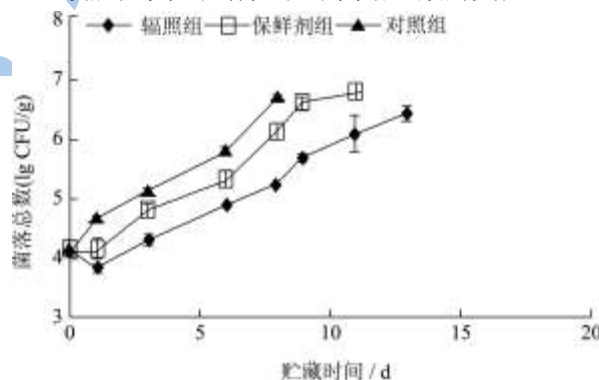


图 2 淡腌大黄鱼贮藏过程中的菌落总数变化

Fig.2 Total viable count changes of mildly salted *Pseudosciaena crocea* during storage

真空包装的 3 组淡腌大黄鱼在 25 °C 贮藏过程中菌落总数的变化情况如图 2 所示, 淡腌大黄鱼初始菌落总数为 4.15 lg(cfu/g), 经 1 kGy 辐照后淡腌大黄鱼菌落总数减少为 3.86 lg(cfu/g), 而保鲜剂组淡腌大黄鱼菌落总数为 4.11 lg(cfu/g)。随着贮藏时间的延长均呈现“S”型增加趋势。其中对照组增加最快, 保鲜剂组次之, 辐照组增加最慢。在贮藏刚开始时辐照组淡腌大黄鱼的菌落总数明显低于其他两组, 且贮藏期间保鲜剂组菌落总数的值一直高于辐照组值, 直到货

架期终点。这说明 1 kGy 辐照和复合保鲜液的处理对淡腌大黄鱼的菌落总数都起到了一定的抑制作用，但 1 kGy 组的保鲜效果更佳。

2.4 淡腌大黄鱼贮藏过程中 TVB-N 的变化

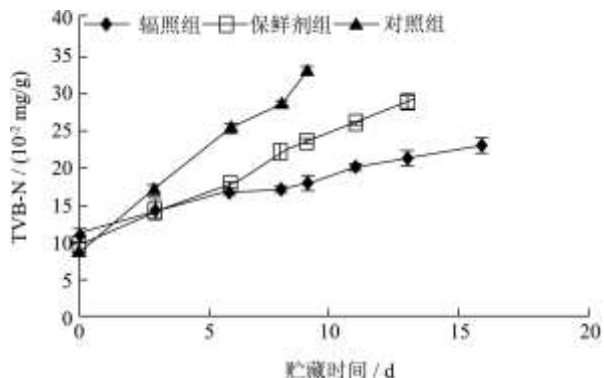


图3 淡腌大黄鱼贮藏过程中的 TVB-N 值变化

Fig.3 TVB-N changes of mildly salted *Pesudosciaena crocea* during storage

TVB-N 值是评价水产品鲜度的常用指标，它反映水产品蛋白质内源性酶或微生物的作用分解而产生的挥发性氨和胺类等碱性化合物的情况^[10]。图3是真空包装的3组淡腌大黄鱼在 25℃贮藏过程中 TVB-N 的变化情况。3组淡腌大黄鱼的 TVB-N 值均随着贮藏时间的延长而呈增加趋势。其中对照组增加最快，保鲜剂组次之，辐照组增加最慢。在贮藏开始前 6 d，保鲜剂组和辐照组淡腌大黄鱼的 TVB-N 几乎相同且均明显低于对照组，随后保鲜剂组 TVB-N 的值有所上升，且一直高于辐照组 TVB-N 值，直到货架期终点。货架期终点时对照组淡腌大黄鱼 TVB-N 值分别为 0.3293 mg/g，而此时辐照组和保鲜剂组淡腌大黄鱼的 TVB-N 值仅为 0.2310 mg/g 和 0.2887 mg/g，低于达到水产行业标准 (SC/T 3216-2006) 中规定的 0.30 mg/g 的要求。试验结果表明辐照处理和复合保鲜液对样品的 TVB-N 增加均有抑制作用，但辐照处理后的样品在贮藏后期对 TVB-N 值增加的抑制作用较为明显，故保鲜效果更好。

2.5 贮藏过程中 TBARS 的变化

TBARS 值是指动物性油脂中不饱和脂肪酸氧化分解所产生的衍生物如丙二醛等与 TBA 反应的结果，TBARS 值的高低表明脂肪二级氧化产物即最终生成物的多少，随着氧化程度的加深，次级产物不断增多，TBARS 值不断增大^[11]。图4是真空包装的3组淡腌大黄鱼在 25℃贮藏过程中 TBARS 的变化情况。由图4可见，随着贮藏时间的延长 TBARS 呈现先上升后下降的趋势，在贮藏的前 6 d 辐照组的 TBARS 值最高，其次是对照组，最后是保鲜剂组，贮藏后期 3 组淡腌大黄鱼的 TBARS 值基本相同。在整个贮藏过程中 3

组淡腌大黄鱼的 TBARS 最高值均没有超过 0.5 mg MA/kg，实验结果表明，1 kGy 辐照可促进淡腌大黄鱼的脂肪氧化程度，但是影响较小，这与 Mattisonet al^[12]和马丽珍^[4]等研究认为真空包装猪肉的 TBARS 值不受 1 kGy 辐照的影响保持一致。复合保鲜液具有一定的抗氧化作用，在贮藏初期抑制了淡腌大黄鱼的脂肪氧化^[13]。

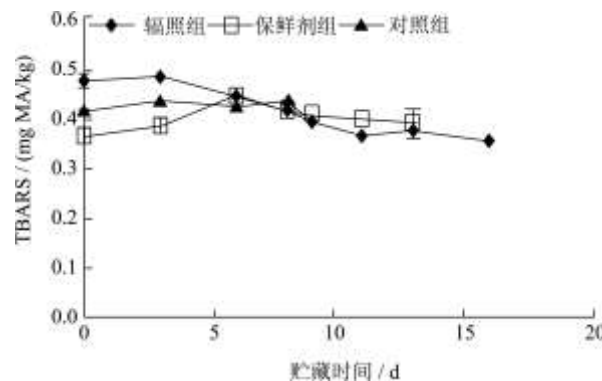


图4 淡腌大黄鱼贮藏过程中的 TBARS 值变化

Fig.4 TBARS changes of mildly salted *Pesudosciaena crocea* during storage

3 结论

3.1 低剂量伽马辐照和复合保鲜液处理淡腌大黄鱼均可延长其货架期，本试验中对照组货架期仅为 9 d，而经保鲜液浸泡的保鲜剂组货架期延长至 13 d，经 1 kGy 辐照的一组货架期却延长至了 16 d。

3.2 低剂量辐照和复合保鲜液处理均能对淡腌大黄鱼起到防腐保鲜的作用，综合各指标的结果可以看出，2 种处理方式对菌落总数影响的主次顺序为：1 kGy > PA；对 TVB-N 值影响的主次顺序是 1 kGy > PA；对 TBARS 值影响的主次顺序为：PA > 1 kGy；对 pH 值影响的主次顺序为：PA > 1 kGy；对感官指标影响的主次顺序为：1 kGy > PA。综合比较而言 1 kGy 的辐照处理要优于 0.3% 双乙酸钠和 0.5% 柠檬酸复合保鲜液的保鲜效果。

参考文献

- [1] 徐艺青,孙宝忠,易欣欣,等.⁶⁰Co γ 辐照对酱排骨杀菌效果的研究[J].核农学报,2004,18(1):33-35
- [2] 林若泰,程薇,文胜利,等.即食菜肴辐照保鲜工艺研究[J].辐射研究与辐射工艺学报,2005,23(6):333-336
- [3] 康怀彬,张敏,肖卓,等.低温禽肉制品非冷藏保鲜液配方的研究[J].食品研究与开发,2001,28(9):134-137
- [4] 马丽珍,南庆贤,戴瑞彤.真空包装冷却猪肉低剂量辐照后的理化和感官特性变化[J].农业工程学报,2003,19(4):184-187

- [5] Jeevanandan J, Kakatkar A, Doke S N, et al. Influence of salting and gamma irradiation on the shelf-life extension of threadfin bream in ice [J]. Food Research International, 2001, 34(8): 739-746
- [6] Özkan Özden, Müge İnugur, Nuray Erkan. Effect of different dose gamma radiation and refrigeration on the chemical and sensory properties and microbiological status of aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) [J]. Radiation Physics and Chemistry, 2007, 76(7): 1169-1178
- [7] Lakshmanan L, Venugopal V, Venketashvaran K, et al. Bulk preservation of small pelagic fish by gamma irradiation: studies on a model storage system using Anchovies [J]. Food Research International, 1999, 32(10): 707-713
- [8] 杨宪时,姜兴为,李学英,等.伽马辐照对冰藏大黄鱼品质和货架期的影响[J].农业工程学报,2011,27(2):376-381
- [9] 闫革华,胡铁军,张广杰,等.双乙酸钠在牛肉保鲜中的应用研究[J].肉类工业,2002,11:31-33
- [10] Fan W J, Sun J X, Chen Y H, et al. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage [J]. Food Chemistry, 2009, 115(1): 66-70
- [11] 王璋.食品化学[M].北京:中国农业出版社,2002
- [12] Mattison M L, Kraft A A, Olson D G, et al. Effect of low dose irradiation of pork loins on the microflora, sensory characteristics and fat stability [J]. J of Food Sci, 1986, 51(2): 284-287
- [13] 李学英,许钟,杨宪时,等.大黄鱼产 H_2S 菌生长动力学模型和货架期预测[J].现代食品科技,2010,26(9):921-925