

冷藏物流过程中不同气调包装 对三文鱼品质的影响

张宁, 谢晶*, 周洪鑫, 李志鹏, 黄文博

(1. 上海水产品加工及贮藏工程技术研究中心, 上海海洋大学食品学院, 上海 201306;

2. 上海海洋大学食品学院, 上海 201306)

摘要:为研究3种不同体积分数CO₂(50% CO₂+50% N₂, 60% CO₂+40% N₂及70% CO₂+30% N₂)的气调包装对存在温度波动的冷藏物流链中三文鱼品质保持的作用,通过测定冷藏物流过程中三文鱼的感官评分、红度值、pH、菌落总数、TVB-N值及K值的变化情况,分析不同体积分数CO₂对三文鱼肉品质的影响。结果表明,不同体积分数CO₂的气调包装对冷藏物流中温度变化导致的三文鱼品质下降均有减缓作用,其中气体比例为70% CO₂+30% N₂的气调包装的效果最好。70% CO₂的气调包装能够使三文鱼肉维持较低的TVB-N值,同时能抑制微生物的繁殖,保证三文鱼在贮运末期仍有良好的品质。因此,在冷藏物流链中出现温度波动的情况下,采用气调包装能够有效减缓三文鱼肉品质的下降。

关键词:三文鱼, 冷藏物流, 温度波动, 气调包装

Effects of modified atmosphere packaging on quality of salmon fillet in low temperature logistics

ZHANG Ning, XIE Jing*, ZHOU Hong-xin, LI Zhi-peng, HUANG Wen-bo

(1. Shanghai Engineering Research Center of Aquatic Product Processing & Preservation, College of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

2. Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract:To investigate the effect of modified atmosphere packaging with different CO₂ concentration (50% CO₂+50% N₂, 60% CO₂+40% N₂ and 70% CO₂+30% N₂) on quality of salmon (Salmonidae) in low temperature logistics with temperature fluctuation, sensory evaluation, pH value, a* -values, total volatile basic nitrogen (TVB-N), microbiological, and K-values were assayed periodically. The results showed that the three kinds of MAP were useful to restrain the quality degradation of salmon caused by the temperature variation in low temperature logistics. However, MAP (70% CO₂+30% N₂) was the best for inhibiting microbial growth and histamine generation. The results suggested that MAP could decrease the quality degradation rate of salmon in inadequate low temperature logistics effectively.

Key words: salmon; low temperature logistics; temperature fluctuation; modified atmosphere packaging

中图分类号: TS201.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2015)24-0283-04

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2015.24.053

我国零售市场上的三文鱼多为挪威进口,三文鱼在挪威捕捞宰杀后空运至上海等集散地,再经冷链物流运至全国各地,当前我国内陆水产品的主要运输方式为冷藏汽车运输,运输过程中难免出现温度波动的情况,如何采取有效措施降低冷链过程温度波动对水产品品质的影响是业界迫切需要解决的问题。

气调包装保鲜技术(modified atmosphere

packaging, MAP)是用一种或几种气体替换食品周围环境的空气,达到延长食品保质期的一种保鲜手段。三文鱼气调包装中的气体通常由CO₂和N₂混合组成,CO₂对鱼体表面的细菌及真菌具有抑制作用,是水产品气调包装中起主要保鲜作用的气体。Fernández等研究表明,不同体积分数的CO₂气调包装均能有效延长三文鱼的保质期^[1]。Fernández等做了进一步研究发现,贮藏在-1.5℃下的三文鱼经气调包装(90%CO₂)

收稿日期: 2015-04-14

作者简介: 张宁(1990-),女,在读硕士研究生,研究方向:水产品保鲜,E-mail: jnznm@126.com。

* 通讯作者: 谢晶(1968-),女,博士,教授,研究方向:食品保鲜,E-mail: jxie@shou.edu.cn。

基金项目: “十二五”国家支撑计划项目(2013BAD19B06);上海市科委重点项目(14dz1205101)。

后保质期延长了11 d^[2]。汤元睿等研究表明,气调包装对物流过程中温度变化导致的金枪鱼肉品质劣化具有缓冲作用^[3]。

本文以三文鱼为研究对象,实验模拟了温度波动情况下三文鱼的物流过程,通过比较冷藏物流中不同CO₂体积分数的三文鱼MAP的理化指标、感官指标等,研究气调保鲜技术对三文鱼品质的影响,旨在找出减缓温度波动对鱼肉品质影响的气调包装方式,为冷藏物流中延长三文鱼保鲜期的气调工艺提供理论基础。

1 材料与方 法

1.1 材料与仪器

实验采用三文鱼背肉 三文鱼在挪威捕捞后去内脏,将处理过的鱼铺满碎冰后放置于0℃的冷藏箱内从挪威空运到上海。琼脂培养基、轻质氧化镁、KOH、盐酸、硼酸、三氯乙酸(TCA)、高氯酸(PCA)、溴甲酚绿-甲基红混合指示剂、氯化钠等试剂 均购于国药集团,分析纯。

LHS-100CL型恒温恒湿箱、DHP-9162型电热恒温培养箱 上海一恒科学仪器有限公司;ZE-2000型色差计 日本尼康公司;Sartorius PB-10型精密数显酸度计 赛多丽斯科学仪器(北京)有限公司;UV-1102型紫外可见分光光度计 上海天美科技仪器有限公司;FOSS全自动凯氏定氮仪 福斯分析仪器公司;台式高速冷冻离心机 湖南湘仪实验室仪器开发有限公司;BCD-252MHV型冰箱 苏州三星电子;LC-2010C HT型高效液相色谱仪 岛津公司;Ymnl-9D无菌均质器 南京以马内利仪器设备有限公司。

1.2 实验设计

将三文鱼快速分割成大小约为6 cm×6 cm×3 cm的鱼块,随机分成4组:空气对照组;气调包装组1(50% CO₂+50% N₂);气调包装组2(60% CO₂+40% N₂);气调包装组3(70% CO₂+30% N₂);实验所用气体比例均为气体体积分数,填充气体体积和鱼肉质量比为2mL:1g。实验所用包装为尼龙+聚乙烯复合材料食品包装袋。前期实验研究表明,冷藏物流过程中温

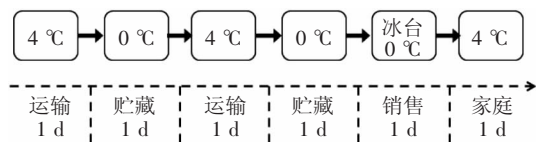


图1 三文鱼物流过程中温度变化情况的模拟

Fig.1 Simulated situations of temperature fluctuation in logistics process of salmon

度频繁波动会导致鱼肉品质的大幅下降,因此,本研究模拟了在图1所示的温度频繁变化的冷藏物流过程(冷库贮藏温度为0℃,冷藏车运输温度为4℃,销售终端为0℃冰台销售,消费者家用冰箱冷藏室的温度为4℃)中,采用气调包装的方式对鱼肉品质劣变的缓解作用。将包装好的三文鱼块置于相应温度的冰箱中贮藏,定期检测相关指标,每1 d测定一次。

1.3 测定方法

1.3.1 感官评分 10人组成的感官评分小组,对鱼肉的肉色、气味、肉质、口感四个方面进行评价并打分。最高得分9分,最低得分0分,平均综合得分4.5分以下视为感官评定不可接受。评价标准见表1。

1.3.2 pH的测定 称取5 g肉糜,加入45 mL蒸馏水搅拌。静置1 h后用pH测定仪测定pH。重复3次。

1.3.3 色差的测定 对鱼块的6个面进行测量,选用直径为10 mm的透镜,采用色差计反射法测定鱼肉样品,每面测定三次取平均值。采用红度值a*反映鱼肉肉色变化。

1.3.4 TVB-N的测定 参照SC/T 3032-2007的方法^[4]。

1.3.5 菌落总数的测定 参照GB 4789.2-2010的方法^[5]。

1.3.6 K值的测定 参照SC/T 3048-2014的方法^[6]。

1.4 数据处理

实验中所有指标均平行测定3次,使用Excel 2010和SPSS 20.0软件处理所得数据,采用Origin Pro 8.6软件绘制折线图。数据结果均用平均值±标准偏差来表示。

2 结果与讨论

2.1 感官评分

贮运期间三文鱼肉的感官评分如图2所示,随着时间的延长,物流过程中温度的变化致使各组鱼肉样品的感官评分均为下降趋势。对照组在5 d时感官

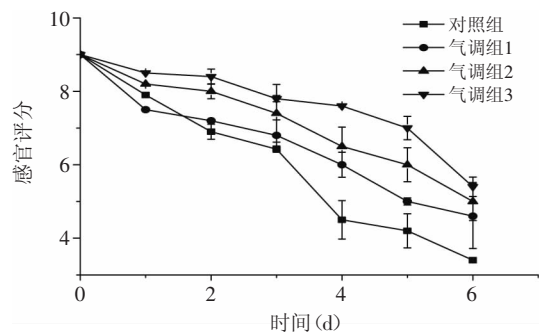


图2 冷链物流过程中三文鱼感官评分的变化

Fig.2 Changes of sensory scores of salmon under cold chain logistic processes

表1 三文鱼生鱼片的食用感官鉴定评分表

Table 1 Sensory evaluation standard of raw salmon fillets

指标	很好 9	较好 6	不太好 3	很不好 0
肉色	颜色鲜亮纹理清晰	颜色较鲜亮纹理可辨	颜色不亮纹理模糊	颜色暗淡纹理不可辨
气味	鱼香味	无异味	有腥臭味	腐败味
肉质	肌肉有弹性紧实	肌肉较有弹性较紧实	肌肉无弹性,不紧实,稍微发粘	肌肉松散,发粘,有汁液渗出
口感	味道鲜美	味道一般	味道较差	不可食用

评分为4.2, 已低于可接受值, 而其他三组直到贮运末期感官评分仍大于4.5, 明显高于对照组 ($p < 0.05$), 其中气调组3第6 d的感官评分为5.4。4 d时对照组鱼肉组织已松散且略有腥臭味, 表面发粘且无光泽; 气调组明显优于对照组 ($p < 0.05$) 且无异味, 其中气调组3的保鲜效果最好。各组在贮运期间都出现不同程度的汁液流失, 对于气调组而言, 残留在袋内的汁液可能是导致其在贮运末期感官评分下降的主要原因, 进而降低了消费者对商品的好感。汤元睿等研究表明, 物流过程中气调包装能显著延长金枪鱼肉的保鲜期, 这与本实验得出的结果有一定的相似性^[9]。

2.2 pH

由图3可知贮运过程中三文鱼pH的变化情况, 各组pH均有波动, 但整体无较大变化。在贮运期间, 气调组3的pH始终显著低于其他3组 ($p < 0.05$) 且变化趋势较为平缓, 这可能是由于高浓度的CO₂有效抑制了微生物分解蛋白质产生碱性物质; 且CO₂溶于三文鱼肉使鱼肉的酸度值升高。杨胜平等研究表明, 经不同体积分数的CO₂气调包装的带鱼与空气包装的带鱼相比, 其pH变化幅度较小, 这与本实验得出的结果具有一定相似性^[7]。6 d时各组pH均显著升高 ($p < 0.05$), 对照组的pH为6.19, 气调组3的pH为6.14, 这可能是由于贮藏时间的延长导致蛋白质分解产生碱性含氮物质, 进而使pH升高。结果表明温度波动可能会导致微生物的大量繁殖, 进而其分解蛋白质所产生的碱性物质使pH升高, 而气调组3的气体比例 (70% CO₂+30% N₂) 能有效抑制微生物的繁殖, 达到延长三文鱼肉保鲜期的效果。

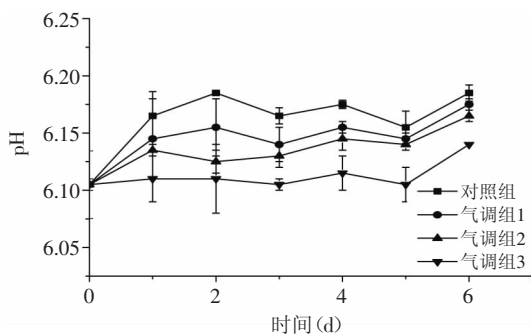


图3 冷链物流过程中三文鱼pH的变化

Fig.3 Changes of pH value of salmon under cold chain logistic processes

2.3 红度值

红度值能反映三文鱼的肉色变化, 是评价鱼肉物理品质的指标。三文鱼的红度值变化如图4所示, 贮运期间各组鱼肉的红色度值总体变化不大, 随着时间的推移整体呈下降趋势。其中对照组的红度值低于3个气调组, 这可能是由于温度波动导致鱼肉中的虾青素及类胡萝卜素被氧化, 造成鱼肉红度值下降。气调组1的红度值在贮运期间始终高于气调组2, 这可能是由于气调组1的气体组成 (50% CO₂+50% N₂) 更适合保持三文鱼的肉色。贮运期间气调组3鱼肉的红色度值下降趋势较平缓, 贮运末期时为10.30, 高于其

他各组, 这可能是由于高浓度的CO₂能抑制鱼肉中的虾青素及类胡萝卜素被破坏。说明气调组3的气体比例更有利于保持三文鱼的肉色。

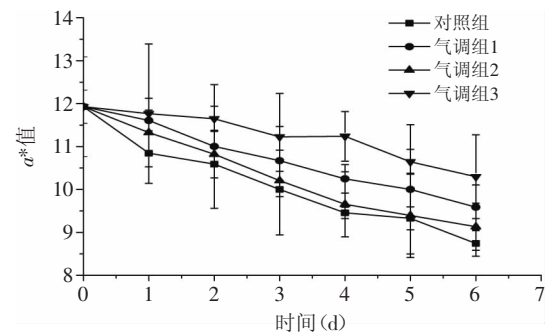


图4 冷链物流过程中三文鱼红度值的变化

Fig.4 Changes of a* value of salmon under cold chain logistic processes

2.4 菌落总数

物流过程中, 各组三文鱼菌落总数的变化如图5所示。对照组菌落总数随贮运时间的延长呈持续增长趋势, 且增长速度最快, 贮藏6 d后达到6.26 lg CFU/g, 超过国家标准规定的6 lg CFU/g。气调组的菌落总数整体增长速率较低, 与对照组相比差异显著 ($p < 0.05$)。其中气调组1和气调组2在6 d时菌落总数分别为5.43 lg CFU/g及5.23 lg CFU/g, 均未超过国家标准。气调组3在6 d时菌落总数只有4.99 lg CFU/g, 这可能是由于气调包装内的无氧环境及高浓度的CO₂抑制了相关细菌的繁殖, 进而降低了其增长速率。CO₂浓度越高, 对三文鱼样品的保鲜效果越显著^[8]。蓝蔚青等研究表明, 气调包装能明显抑制鲷鱼菌落总数的增长速率, 气调包装可以将货架期延长6~8 d。这与本实验得出的实验结果具有一定的相似性^[9]。

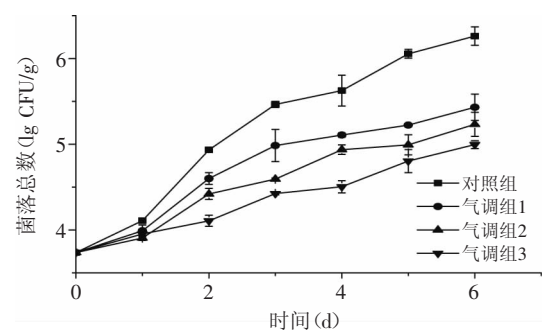


图5 冷链物流过程中三文鱼菌落总数的变化

Fig.5 Changes of microbiological of salmon under cold chain logistic processes

2.5 TVB-N值

贮运期间三文鱼肉TVB-N值变化如图6所示, 由于物流过程中温度频繁波动, 随着贮运时间的延长, 各组TVB-N值均呈上升趋势。TVB-N的初始值为10.78 mg/100 g, 其中对照组TVB-N值上升最快, 6 d时达到20.78 mg/100 g, 明显高于气调组 ($p < 0.05$), 但未超过30mg/100 g的上限, 气调组的TVB-N值仍保持

较低的增长速率,其中气调组3的TVB-N值在6 d时仅为15.34 mg/100 g。Ólafsdóttir等研究表明,TVB-N值的大小与微生物的代谢产物有关^[10]。气调包装能显著抑制微生物的繁殖,延缓微生物和酶分解蛋白质的速率,进而减少碱性含氮物质的产生,所以在 $\text{CO}_2 \leq 70\%$ 的范围内, CO_2 的体积分数越大,鱼肉TVB-N值越低。

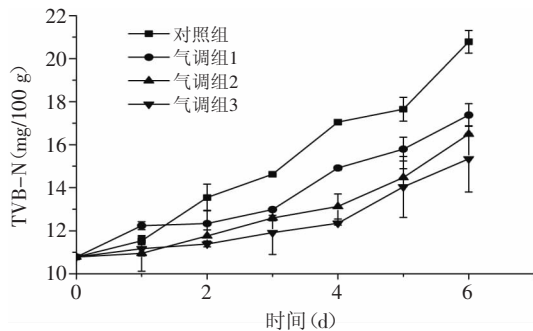


图6 冷链物流过程中三文鱼TVB-N值的变化

Fig.6 Changes of TVB-N of salmon under cold chain logistic processes

2.6 K值

由图7可知,随着贮运时间的推移,各组三文鱼肉的K值都呈上升趋势。初始三文鱼K值为12.5%,未超过一级鲜度阈值($\leq 20\%$),对照组在6 d时其K值为43.55%,刚超过二级鲜度($\leq 40\%$),与气调组已存在显著差异($p < 0.05$);气调组1、气调组2与气调组3在6 d时K值分别为34.88%、31.95%与30.60%,均未超过二级鲜度阈值,且气调组3的保鲜效果最好。说明气调包装能有效减缓温度变化对三文鱼肉鲜度的影响,这可能是因为高浓度的 CO_2 能抑制鱼体内微生物的生长,进而延缓鱼体内ATP的降解,进而延长三文鱼肉的僵直期,且在 $\text{CO}_2 \leq 70\%$ 的范围内, CO_2 浓度越高,其保鲜效果越好。苏辉等研究发现,不同温度下的鲳鱼在其贮藏前期K值的上升趋势比TVB-N值更明显,表明K值更能在水产品贮藏前期反应鱼肉

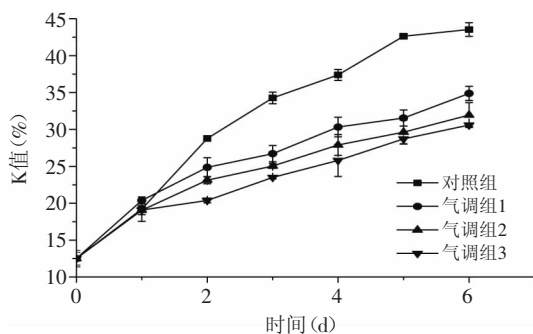


图7 冷链物流过程中三文鱼K值的变化

Fig.7 Changes of K values of salmon under cold chain logistic processes

的品质变化,这与本实验得出的结果具有一定的相似性^[11]。

3 结论

在温度频繁变化的冷藏物流过程中, CO_2 体积分数分别为50%、60%、70%的气调包装都能有效缓解三文鱼品质的下降。其中 CO_2 体积分数为70%的气调包装的保鲜效果优于 CO_2 体积分数为50%和60%的气调包装。70% CO_2 的气调包装能够使鱼肉保持良好的品质和较高的感官评分、减缓TVB-N值和K值的上升,同时抑制微生物的繁殖,进而保证三文鱼在贮运末期仍有较好的品质。对于冷藏物流链中出现温度频繁波动的情况,采用气调包装是一种有效弥补由此带来三文鱼品质下降的方法。通过对3个不同体积分数的 CO_2 气调包装的保鲜效果分析,发现在 $\text{CO}_2 \leq 70\%$ 的范围内,气调包装内 CO_2 的浓度越高,对三文鱼肉保鲜的效果越好,对于 $\text{CO}_2 \geq 70\%$ 的气调包装是否能更好的维持鱼肉品质值得进一步研究与探讨。

参考文献

- [1] Fernández K, Aspé E, Roeckel M. Scaling up parameters for shelf-life extension of Atlantic Salmon (*Salmosalar*) fillets using superchilling and modified atmosphere packaging[J]. Food Control, 2010, 21(6): 857-862.
- [2] Fernández K, Aspe E, Roeckel M. Shelf-life extension on fillets of Atlantic Salmon (*Salmo Salar*) using natural additives, superchilling and modified atmosphere packaging[J]. Food Control, 2009, 20(11): 1036-1042.
- [3] 汤元睿, 谢晶, 徐慧文, 等. 冷链物流中包装方式对金枪鱼品质的影响[J]. 现代食品科技, 2014, 30(7): 187-192.
- [4] SC/T 3032-2007 水产品中挥发性盐基氮的测定[S].
- [5] GB 4789.2-2010 食品安全国家标准食品微生物学检验菌落总数[S].
- [6] SC/T 3048-2014 鱼类鲜度指标K值的测定高效液相色谱法[S].
- [7] 杨胜平, 谢晶. 不同体积分数 CO_2 对气调冷藏带鱼品质的影响[J]. 食品科学, 2011, 32(4): 275-279.
- [8] Macé S, Cornet J, Chevalier F, et al. Characterisation of the spoilage microbiota in raw salmon (*Salmosalar*) steaks stored under vacuum or modified atmosphere packaging combining conventional methods and PCR-TTGE[J]. Food Microbiology, 2012, 30(1): 164-172.
- [9] 蓝蔚青, 谢晶, 高志立, 等. 适宜气调包装延缓冷藏鲳鱼品质变化延长货架期[J]. 农业工程学报, 2014, 30(23): 324-341.
- [10] Ólafsdóttir G, Lauzon H L, Martinsdottir E, et al. Influence of storage temperature on microbial spoilage characteristics of haddock fillets (*Melanogrammus aeglefinus*) evaluated by multivariate quality prediction[J]. International Journal of Food Microbiology, 2006, 111(2): 112-125.
- [11] 苏辉, 谢晶, 黎柳, 等. 不同温度下鲳鱼品质及微观组织的变化研究[J]. 现代食品科技, 2014, 30(8): 106-111.

欢迎订阅《食品工业科技》, 邮发代号2-399