

延迟加冰对冰藏大黄鱼品质变化的影响

姜兴为^{1,2}, 许 钟², 杨宪时^{1,*}, 郭全友¹, 李学英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: 通过微生物、化学和感官指标, 以立即加冰为对照研究在 25℃ 环境中延迟 4h 和 8h 后加冰对养殖大黄鱼 (*Pseudosciaena crocea*) 冰藏期间品质变化和货架期的影响。结果表明在延迟加冰阶段菌落总数(TVC)、嗜冷菌数、假单胞菌数、产硫化氢细菌数和总挥发性盐基氮(TVB-N)显著增加; 感官品质显著降低; 三甲胺氮(TMA-N)变化不明显。延迟加冰可显著增加大黄鱼冰藏期间各种微生物的数量, 加快 TMA-N 和 TVB-N 的产生速率, 显著缩短冰藏大黄鱼的货架期和产生异味的产生时间。感官评价显示立即加冰和延迟 4h 与 8h 加冰大黄鱼的货架期分别为 648、550h 和 408h, 立即加冰比延迟加冰货架期分别延长 98h 和 240h, 鲜鱼捕获后立即进行加冰处理是相当必要的。

关键词: 大黄鱼; 延迟加冰; 货架期; 品质变化

Effect of Delayed Ice Exposure on the Quality Changes of *Pseudosciaena crocea* during Ice Storage

JIANG Xing-wei^{1,2}, XU Zhong¹, YANG Xian-shi^{1,*}, GUO Quan-you¹, LI Xue-ying¹

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

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

Abstract: Living *Pseudosciaena crocea* was sacrificed, and then ice-stored immediately (as a control) or after 4 or 8 h delay in 25 °C environment, and the microbial, chemical and sensory parameters of *Pseudosciaena crocea* during 800 h of ice storage were periodically measured in order to assess the effect of delayed ice exposure on the quality changes of *Pseudosciaena crocea* during ice storage. In comparison with the control, delayed ice exposure led to significant increases in the counts of total viable bacteria (TVC), *Psychrobacter* spp., *Pseudomonas* spp. and H₂S-producing bacteria as well as total volatile basic nitrogen (TVB-N) content, and a significant decrease in the sensory quality, but no significant change in trimethylamine nitrogen (TMA-N) throughout the period of storage. These findings reveal that delayed ice exposure is able to significantly promote the growth of various microbes during ice storage, accelerate the generation rates of TVB-N and TMA-N and the production of off-odor, and substantially shorten the shelf life of *Pseudosciaena crocea*. According to the sensory evaluation results given by 5 trained panelists, the shelf lives of ice-stored *Pseudosciaena crocea* after 0, 4 h and 8 h delay were 648, 550 h and 408 h, respectively. Therefore, immediate ice exposure prolongs the shelf life of *Pseudosciaena crocea* by 98 h and 240 h when compared to 4 and 8 h delay, respectively.

Key words: *Pseudosciaena crocea*; delayed ice exposure; shelf life; quality change

中图分类号: S984.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2011)02-0270-05

大黄鱼(*Pseudosciaena crocea*)是我国的传统经济鱼类, 其肉质鲜美细嫩营养丰富, 一直广受消费者青睐。20 世纪 80 年代由于破坏性捕捞, 大黄鱼几近灭绝, 90 年代大黄鱼人工育苗及养殖技术取得成功后产量逐年上升, 目前其产区主要集中在福建省宁德市。由于大黄鱼经济价值较高且生产量和出口量都较大, 在我国海水养殖产业中占据重要地位。为了保持大黄鱼特有的体色提高“卖相”, 实际生产中大黄鱼一般在晚上捕捞,

每条船的捕获量可达几千至上万千克。捕获量多、人手少加之操作空间有限, 大黄鱼捕捞上船后经常发生不能及时加冰的情况。

鱼类捕获后正确的操作处理和贮藏条件相当重要, 因为环境温度较高时鲜鱼的酶解反应和化学反应剧烈进行, 微生物也快速增殖从而导致其品质下降十分迅速^[1], 例如罗非鱼在 30℃ 环境温度下货架期只有 13h, 而捕获后立刻冰藏货架期则长达 28d^[2]。鲜鱼腐败是综合了物

收稿日期: 2010-03-19

基金项目: 国家自然科学基金项目(30771675); 科技部农业科技成果转化资金项目(2007GB23260281);

科技部中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(2007M05)

作者简介: 姜兴为(1984—), 男, 硕士研究生, 主要从事食品微生物安全研究。E-mail: dragonjxw2004@163.com

*通信作者: 杨宪时(1954—), 男, 研究员, 本科, 主要从事水产品贮藏加工和品质保障技术研究。E-mail: xianshiyang@126.com

理、化学和微生物学因素的复杂过程,在初始阶段酶解反应和化学反应对新鲜度的变化起决定作用,而在贮藏后期货架期与微生物的活动密切相关^[3]。鲜鱼的货架期受鱼种、个体大小、捕捞方式和产地等因素的影响,但是捕获后“温度-时间”履历被认为是决定其货架期的关键因素^[4]。国外有学者研究了延迟加冰对冰藏期间虹鳟鱼^[1]、罗非鱼^[5]和巨金梭鱼^[6]品质变化的影响,然而却没有关于延迟加冰对大黄鱼在冰藏期间品质变化影响的文献。本实验旨在研究延迟加冰对延迟加冰阶段和此后冰藏阶段大黄鱼微生物、化学及感官品质的影响,从而为进一步完善大黄鱼冷链提供理论基础,更好地指导实际生产。

1 材料与方法

1.1 材料与处理

实验用大黄鱼2009年11月购自上海铜川水产批发市场,用充氧水箱运抵实验室后敲击头部致死。选用个体基本一致的个体(体质量400g±20g、体长30cm±2cm),分3组,一组致死后立即层冰层鱼放入带有滴水孔的洁净泡沫箱中,放入温度设定为(2±0.1)℃的高精度培养箱中。另外两组大黄鱼在温度设定为(25±0.1)℃的高精度培养箱中分别放置4h和8h后,层冰层鱼放入带滴水孔的洁净泡沫箱中,放入温度设定为(2±0.1)℃的高精度培养箱中。根据冰的融化情况适时加冰。

1.2 仪器与试剂

MIR 153 高精度培养箱 日本Sanyo公司;721型分光光度计 上海菁华科技仪器有限公司;DS-1 高速组织捣碎机 上海精科实业有限公司;SEX-TJ 净化工作台 上海整新电子设备公司;微波炉 上海申华微波炉厂。

营养琼脂培养基、铁琼脂培养基 上海中科昆虫生物技术开发有限公司;假单胞菌专用培养基(CFC, Oxoid code CM 559, and supplemented with SR 103) 英国Oxoid公司;HCl 标准溶液 上海市计量测试技术研究院;苦味酸(AR) 广东汕头市西陇化工厂;盐酸三甲

胺(CP) 国药集团化学试剂有限公司。

1.3 样品处理

分别将致死及25℃放置4h和放置8h的大黄鱼作为初始点样品。冰藏期间根据每组大黄鱼鲜度的变化情况每隔2~3d随机取2尾试样鱼进行生鱼感官评价,然后采用GB/T 18108—2008《鲜海水鱼》的取样方法^[7],将样品鱼去鳞去鳃洗净,沿脊骨剖切,取半条鱼肉(带鱼皮),用组织捣碎机打碎,用于挥发性盐基氮(total volatile base nitrogen, TVB-N)、三甲胺氮(trimethylamine nitrogen, TMA-N)、菌落总数(total viable counts, TVC)、嗜冷菌数、假单胞菌和产硫化氢细菌数量的测定。其余半条鱼微波蒸熟后用于感官评价。

1.4 感官评价

由5名经过训练的评价员组成感官评价小组对样品进行感官评分。感官评价时在恒温、恒湿、光线稳定的独立空间进行。参考GB/T 18108—2008《鲜海水鱼》及国外鲜鱼品质评分体系^[7-8],感官评定采用4分法:0为最好品质;1为高品质期终点;2为可接受终点;>2为感官拒绝。对加热后的鱼进行感官评价时,将剖切后剩余的半条鱼放入微波炉中用最大功率档(600W)微波5min后立刻进行感官评价。具体评分标准见表1。

1.5 微生物计数

采用无菌操作将25g搅碎的鱼肉放入经过灭菌的研钵中,倒入225mL质量分数0.1%无菌蛋白胨生理盐水后用研钵棒搅拌均匀制成10⁻¹混悬液,并用质量分数0.1%蛋白胨生理盐水依次10倍稀释。从合适稀释梯度的溶液中取0.1mL涂布在培养基表面,每个稀释梯度涂布2块培养基。

菌落总数、假单胞菌和产硫化氢细菌在25℃条件下培养2~3d后计数,所用培养基分别为营养琼脂培养基、假单胞菌专用培养基和铁琼脂培养基。嗜冷菌用营养琼脂培养基,在5℃条件下培养7d后计数,结果以lg(CFU/g)表示。

表1 大黄鱼的感官评分标准
Table 1 Criteria for sensory evaluation of *Pseudosciaena crocea*

指标	0分	1分	2分	3分
体表	金黄色,鳞片完整与鱼体结合非常紧密,肛门紧缩	淡黄色,鳞片稍有松弛,肛门稍有凸出	苍白色,无光泽,鳞片易脱落,肛门红色或紫色	暗淡无光,鳞片很易脱落,肛门暗紫色,有白色液体流出
眼球	眼球清澈、饱满凸出,角膜透明	眼球扁平或稍有凹陷,角膜稍不透明	眼球下陷,角膜浑浊,眼球与眼眶之间无缝隙	眼球与眼眶间缝隙较大,角膜严重模糊或覆有一层黏液
鱼鳃	鲜红,鳃丝清晰,黏液较少且透明,无腥气	暗红,黏液增多,开始浑浊,腥味较重	暗紫色或褐色,鳃丝模糊,黏液发黄,有臭味	灰褐色或灰绿色,鳃丝模糊,黏液呈脓样,有非常强烈腐臭味
质地	坚实、有弹性,以手按之即弹起,鱼体还没有僵直或处于僵直期	坚实有弹性,稍微变软,以手按之恢复较慢	柔软,鱼肉松弛,弹性差,以手按之有印迹留下	鱼体特别柔软松弛,手指按压会留下很深的压痕
气味	生鱼有固有腥气;加热后能闻到大黄鱼特有的清香味	生鱼稍有异味,无腐臭味;加热后无清香味也无异味	生鱼有较明显的腐臭味;加热后轻微的氨味或酸臭味	体表有十分强烈的腐臭味;加热后恶臭氨臭味严重

1.6 化学测定

TVB-N 测定: 参照 GB/T 5009.44—2003《肉与肉制品卫生标准的分析方法》, 按半微量定氮法进行测定^[9], 每个样品至少做 2 个平行。结果以 mg/100g 鱼肉表示。

TMA-N 测定: 称取 20g 搅碎的鱼肉于锥形瓶中, 加入 80mL 质量分数 7.5% 三氯乙酸溶液, 浸渍 30min 后用 Whatman 4 号定性滤纸过滤, 剩余操作参照文献[10], 结果以 mg/100g 鱼肉表示。

1.7 数据处理

数据用 Microsoft Excel 2003 进行回归分析, 变化曲线和生长曲线采用多项式方程描述。

2 结果与分析

2.1 延迟加冰对大黄鱼感官品质的影响

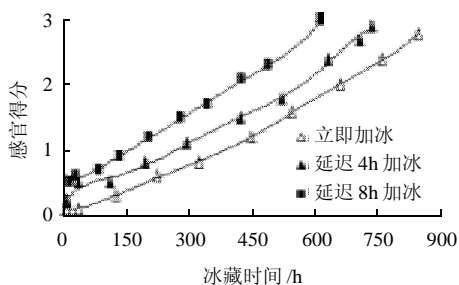


图 1 冰藏期间大黄鱼感官品质的变化

Fig.1 Sensory quality change of *Pseudosciaena crocea* during storage in ice

图 1 是立即加冰、延迟 4h 加冰和延迟 8h 加冰的大黄鱼在冰藏期间感官品质变化曲线。延迟加冰对大黄鱼感官品质的影响较大, 延迟加冰的时间越长感官品质的下降速度越快, 立即加冰、延迟 4h 和 8h 加冰大黄鱼的感官得分增加到 2 分时(货架期终点)的时间分别为 648、550h 和 408h。延迟加冰可缩短加热后大黄鱼产生异味的的时间, 立即加冰组在贮藏 432h 后才能略微闻到异味, 而延迟 4h 和 8h 组略微闻到异味的的时间分别为 360h 和 264h。

2.2 延迟加冰对大黄鱼微生物学品质变化的影响

鲜鱼在低温贮藏期间微生物的生长繁殖是造成其腐败变质的主要原因。图 2~5 是立即加冰和延迟 4h 加冰与延迟 8h 加冰大黄鱼菌落总数、嗜冷菌数、假单胞菌数和产硫化氢细菌数在冰藏期间的变化情况。四种细菌的生长曲线基本一致。立即加冰大黄鱼的 TVC、嗜冷菌和产硫化氢细菌延滞期较长, 在整个贮藏期间生长缓慢, 而假单胞菌无延滞期, 直接进入对数生长期。延迟 4h 加冰组在贮藏初期各类细菌的数量比立即加冰组细菌的数量多, 在贮藏后期相差不大。延迟 8h 加冰组大黄鱼的各种细菌数先是快速下降, 冰藏大约 3d 降至最

低值, 而后随贮藏时间的增加快速上升后趋于稳定。在冰藏期间延迟 8h 组各类细菌数量比同等贮藏时间延迟 4h 组和立即加冰组的细菌数量多。此结论与延迟加冰对罗非鱼^[5]、虹鳟鱼^[11]和巨鲈^[16]细菌生长的影响一致。

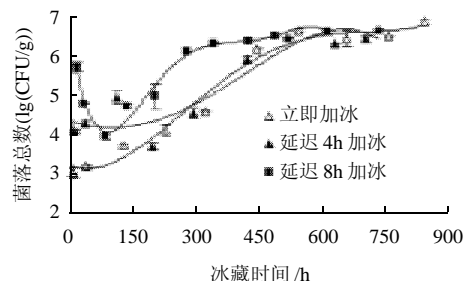


图 2 冰藏期间大黄鱼菌落总数的变化

Fig.2 Change of TVC of *Pseudosciaena crocea* during storage in ice

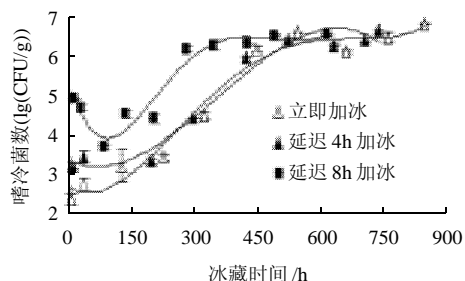


图 3 冰藏期间大黄鱼嗜冷菌数量的变化

Fig.3 Changes of *Psychrobacter* spp. of *Pseudosciaena crocea* during storage in ice

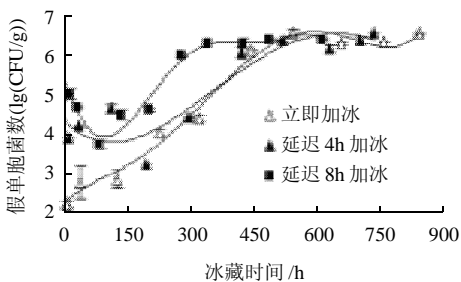


图 4 冰藏期间大黄鱼假单胞菌数量的变化

Fig.4 Changes of *Pseudomonas* spp. of *Pseudosciaena crocea* during storage in ice

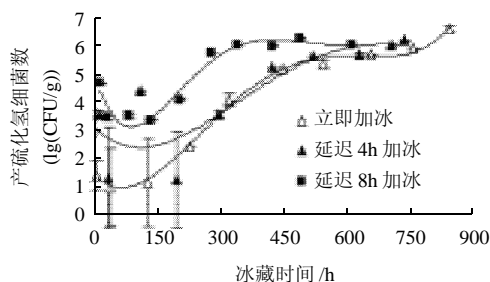


图 5 冰藏期间大黄鱼产硫化氢细菌数量的变化

Fig.5 Changes of H_2S -producing bacteria of *Pseudosciaena crocea* during storage in ice

初始菌落总数是一个非常重要的指标,因为它不仅能指示鱼类的初始新鲜程度,而且还影响鲜鱼在冰藏期间的腐败进程。表2显示的是不同延迟加冰时间的大黄鱼初始点和货架期终点时各种微生物的数量。由表2可知,延迟加冰可显著增加这两组大黄鱼初始点各类细菌的数量。货架期终点时3组大黄鱼之间菌落总数、嗜冷菌数和假单胞菌数的差别较小;产硫化氢细菌的数量差别较大,延迟加冰时间越长货架期终点时其数量越多。

表2 不同延迟加冰时间大黄鱼初始点和货架期终点时微生物数量

Table 2 The counts of total viable bacteria (TVC), psychrobacter, *Pseudomonas* spp. and H₂S-producing bacteria of *Pseudosciaena crocea* stored in ice after 0, 4, 8 h delay at the beginning and end of shelf life

lg(CFU/g)

质量指标	初始点			货架期终点		
	延迟 0h	延迟 4h	延迟 8h	延迟 0h	延迟 4h	延迟 8h
菌落总数	3.08	4.12	5.76	6.40	6.45	6.48
嗜冷菌数	2.41	3.26	4.95	6.48	6.55	6.53
假单胞菌数	2.23	3.94	5.07	6.44	6.46	6.45
产硫化氢细菌数	1.54	3.62	4.74	5.62	5.77	6.32

2.3 延迟加冰对大黄鱼化学指标的影响

在冰藏期间鲜鱼的总挥发性盐基氮主要是由于腐败微生物降解蛋白质和非蛋白质含氮物质产生的,它被广泛应用于鉴定鲜鱼的腐败程度。氧化三甲胺(TMAO)广泛存在于海水鱼中,它可以被产硫化氢细菌等腐败菌分解生成三甲胺(TMA),从而产生鲜鱼腐败特有的臭味,因此 TMA-N 值被认为是判断海水鱼新鲜程度的重要指标。

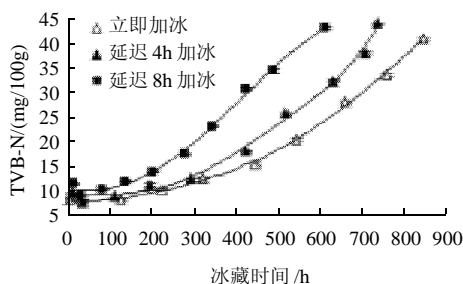


图6 冰藏期间大黄鱼 TVB-N 的变化

Fig.6 Changes in TVB-N content of *Pseudosciaena crocea* during storage in ice

图6是立即加冰、延迟4h和8h加冰的大黄鱼在贮藏期间 TVB-N 的变化情况。如图所示延迟加冰可显著增加大黄鱼的初始 TVB-N 值,随着贮藏时间的增加,3组大黄鱼的 TVB-N 都逐渐增加,但是延迟加冰的时间越长 TVB-N 增长速度越快。

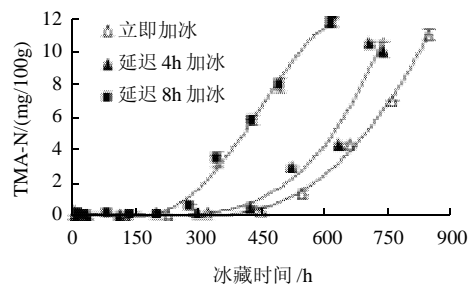


图7 冰藏期间大黄鱼 TMA-N 的变化

Fig.7 Changes in TMA-N content of *Pseudosciaena crocea* during storage in ice

图7是立即加冰、延迟4h和8h加冰的大黄鱼在贮藏期间 TMA-N 的变化情况。大黄鱼的初始 TMA-N 值接近于零,在贮藏初期各组大黄鱼的 TMA-N 增长速率很小,但在贮藏后期 TMA-N 呈对数增长。延迟加冰可显著缩短大黄鱼贮藏期间 TMA-N 的增长平稳期。立即加冰、延迟4h和8h加冰的大黄鱼 TMA-N 开始剧烈增加的时间分别为312、288h和192h。

3 讨论

鱼体死亡后立即进入包含酶解反应和微生物增值的腐败过程,在高温环境中这一过程的速度会快速增加。虽然相对于整个货架期延迟加冰的时间很短,但是在此期间鱼体发生了重要的变化,即使此后鲜鱼的保藏条件比较理想这种改变是不可逆的。延迟加冰的时间越短这种改变的影响程度越小,和立即加冰的大黄鱼相比延迟4h加冰大黄鱼的货架期只缩短了98h,而延迟8h货架期则缩短了240h,所以鲜鱼捕获后立即进行加冰处理是相当必要的。延迟加冰对罗非鱼^[5]和虹鳟^[6]TVB-N的影响与本实验基本一致。延迟加冰对其他鱼类货架期的影响与本实验相似,立即加冰、延迟4h加冰、延迟8h加冰虹鳟鱼的货架期分别为216~264、120~168、24~72h^[6];立即加冰、延迟3h加冰、延迟6h加冰罗非鱼的货架期为480、360、240h^[5]。李学英等^[11]、郭全友等^[12-13]得到的冰藏大黄鱼的货架期为523h和408h,与本实验的结果有一定的差异,这可能与初始点时大黄鱼的新鲜程度有关。本实验用的大黄鱼为活鱼,且在运抵实验室之前停止喂食清水暂养了2d,鱼体表和肠道内细菌较少,而李学英和郭全友用的大黄鱼为冰鲜鱼,此外大黄鱼的捕获季节和产地也会造成一定的差异。

鱼体死后初期 TVB-N 的增长是由自溶酶的酶解作用造成的。延迟加冰可显著增加大黄鱼 TVB-N 的初始值,立即加冰大黄鱼的初始 TVB-N 值为8.39mg/100g,而在25℃环境中放置4h和8h后 TVB-N 值分别增加到9.65mg/100g和11.6mg/100g。由此可见,在延迟加冰阶段鱼体的酶

解作用在剧烈进行,产生了大量微生物可直接利用的低分子营养物质,为微生物的快速繁殖创造了有利条件。货架期终点时 TVB-N 值随鱼种、储藏条件和产地的不同而不同。Huss^[14]曾建议将 TVB-N 值为 30~35mg/100g 作为判定冷水鱼货架期终点的标准,而 EI Marrakchi 等^[15]则认为沙丁鱼的 TVB-N 值达到 25~30mg/100g 时就已经腐败了。本实验中立即加冰、延迟 4h 加冰和延迟 8h 加冰的大黄鱼到达货架期终点时 TVB-N 值分别为 28.38、28.43mg/100g 和 28.94mg/100g。

Huss 等^[14]曾报道产自高纬度的海水鱼在高品质期内 TMA-N 小于 1.5mg/100g,可接受界限为 10~15mg N/100g。立即加冰、延迟 4h 加冰和延迟 8h 加冰的大黄鱼在货架期终点时 TMA-N 值分别为 4.27、3.62mg/100g 和 5.32mg/100g。和其他种类的海水鱼相比,大黄鱼在货架期终点时 TMA-N 值相对较低。这可能与大黄鱼体内初始 TMAO 的含量有关。EL Marrakchi 等^[15]曾报道冰藏沙丁鱼货架期终点时 TMA-N 平均值为 4.84mg/100g,并认为一级鲜度、二级鲜度和中间鲜度的 TMA-N 值分别应低于 1、1~3、3~5mg/100g。李学英等^[11]对大黄鱼的低温保藏研究中发现,大黄鱼的初始 TMA-N 值接近 0,而冰藏大黄鱼货架期终点时 TMA-N 值为 2.75mg/100g。这种差异性可能与大黄鱼的捕获季节和产地有关。

参考文献:

- [1] JEYASEKARAN G, GANESAN P, MAHESWARI K, et al. Effect of delayed icing on the microbiological quality of tropical fish: barracudas (*Sphyraena barracuda*)[J]. Journal of Food Science, 2004, 69(7): 197-200.
- [2] GRAM L, OUNDO J O, BON J. Storage life of Nile perch (*Lates niloticus*) in relation to temperature and initial bacteria load[J]. Tropical Science, 1989, 29(4): 221-236.
- [3] GRAM L, HUSS H H. Microbiological spoilage of fish and fish products [J]. International Journal of Food Microbiology, 1996, 33(1): 121-137.
- [4] ÓLAFSDÓTTIRE G, NESVADBA P, DI NATALE C, et al. Multisensor for fish quality determination[J]. Trends in Food Science and Technology, 2004, 15(2): 86-93.
- [5] KARUNGI C, BYARUHANGA Y B, MUYONGA J H. Effect of pre-icing duration on quality deterioration of iced Nile perch (*Lates niloticus*) [J]. Food Chemistry, 2004, 85(1): 13-17.
- [6] MASOUD R, SEYED F H, HADI E L, et al. Effect of delayed icing on quality changes of iced rainbow trout[J]. Food Chemistry, 2008, 106(3): 1161-1165.
- [7] 王联珠,赵红萍,翟毓秀,等. GB/T 18108—2008 鲜海水鱼[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [8] LIN D, MORRISSEY M T. Iced storage characteristics of northern squawfish (*Ptychocheilus foregoneness*)[J]. Journal of Aquatic Food Product Technology, 1994, 3: 25-43.
- [9] GB/T 5009.44—2003 肉与肉制品卫生标准的分析方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [10] 许龙福,俞飞兰,胡振友,等. 火腿中三甲胺氮测定方法的修订及验证[J]. 预防医学论坛, 2005, 11(6): 641-643.
- [11] 李学英,许钟,杨宪时,等. 大黄鱼冷藏过程中的鲜度变化[J]. 中国水产科学, 2009, 16(3): 442-450.
- [12] 郭全友,许钟,杨宪时. 冷藏养殖大黄鱼品质变化特征和货架期预测研究[J]. 食品科学, 2006, 27(4): 237-240.
- [13] 郭全友,许钟,杨宪时. 冷藏养殖大黄鱼品质变化特征及细菌相分析[J]. 上海水产大学学报, 2006, 15(6): 216-221.
- [14] HUSS H H. Fresh fish: quality and quality changes[M]. Rome, Italy: FAO Fisheries Series, Italy, 1988: 27-64.
- [15] EI MARRAKCHI A, BOUCHRITI N, HAMAMA A, et al. Sensory, chemical and microbiological assessment of Moroccan sardine (*Sardina pilchardus*) stored in ice[J]. J Food Prot, 1990, 53: 600-605.