预冷却温度对冰藏大黄鱼品质变化的影响

李学英，迟海，杨宪时，姜兴为，郭全友
（中国水产科学研究院东海水产研究所，上海 200090）

摘要：本研究模拟大黄鱼实际生产中的操作方式，通过分析不同预冷却温度（2 ℃、10 ℃和 18 ℃）下冰藏大黄鱼的感官品质、细菌学和生化指标的变化，比较不同预冷却温度对冰藏期间大黄鱼品质变化和货架期的影响程度。感官评分表明不同预冷却温度（2、10、18 ℃）的大黄鱼冰藏货架期不同，分别为 23、20、17 d。贮藏过程中，预冷却温度为 2 ℃和 10 ℃的大黄鱼感官品质差别不大，细菌数和 TVB-N 值变化差异也不显著（P>0.05），而预冷却温度为 18 ℃的大黄鱼感官品质较前两组差，细菌数与 TVB-N 值增速比另外两组快，变化差异显著（P<0.05）。因此，在大黄鱼生产流通过程中充分低温预冷却（<10 ℃）对于保持大黄鱼品质及延长产品货架期具有很重要的意义。

关键词：预冷却；大黄鱼；品质变化
文章篇号：1673-9078(2012)5-486-489

Effect of Pre-chilling Temperatures on Quality Changes of *Pseudosciaena crocea* during Ice Storage

LI Xue-ying, CHI Hai, YANG Xian-shi, JIANG Xing-wei, GUO Quan-you
(East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China)

Abstract: Actual manufacture operations of *Pseudosciaena crocea* were simulated and the effect of different pre-chilling temperatures (2 ℃, 10 ℃ and 18 ℃) on shelf life and quality of *Pseudosciaena crocea* during ice storage were discussed by analyzing the indexes of sensory, microbiological and chemical changes. Sensory evaluation indicated that different pre-chilling temperatures (2 ℃, 10 ℃ and 18 ℃)of *Pseudosciaena crocea* resulted in different shelf-life, being 23 days, 20 days and 17 days, respectively. In the same storage period, sensory quality of *Pseudosciaena crocea* at pre-cooling temperature of 2 ℃ and 10 ℃ was exhibited without difference, and no significant difference in microbial number and TVB-N value (P > 0.05) was found,. *Pseudosciaena crocea* pre-cooled at 18 ℃ showed lower sensory quality but higher microbial number andTVB-N value than the samples pre-cooled at 2 ℃ and 10 ℃. Significant difference among them (P <0.05) was found. Sufficiently pre-chilling (below 10 ℃) was important for maintaining the quality and extending the shelf-life of *Pseudosciaena crocea*.

Key words: pre-chilling; *Pseudosciaena crocea*; quality change

鲜鱼的宰杀方式及捕获后的“温度–时间履历”对其货架期具有很大程度的影响[1~2]。大黄鱼（*Pseudosciaena crocea*）是我国传统的海产经济鱼类，在我国水产养殖产业中占据重要地位，目前主要以冰鲜原条鱼的方式贮藏、流通与销售。本课题组人员曾经多次现场测定大黄鱼冰水致死后装箱运抵加工厂时的温度为 0~18 ℃，差别较大。预冷却温度较高时鱼体的酶解反应和化学反应迅速，为造成鱼体腐败的细菌快速增殖提供了营养条件，因此，鲜鱼捕获后立即采取充分冷却处理相当重要。本研究的主要目的在于分析比较 2 ℃、10 ℃和 18 ℃三个不同预冷却温度对大黄鱼鲜度品质和货架期的影响程度，旨在有效地指导冰鲜大黄鱼的实际生产加工操作。

收稿日期：2012-02-23
基金项目：国家自然科学基金项目(30771675)；中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金资助项目(2011M04)
作者简介：李学英(1983-)，女，硕士，助理研究员，主要从事水产品加工与质量安全控制
通讯作者：杨宪时研究员

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 主要仪器与试剂

高精度低温培养箱（日本三洋科研设备公司，Sanyo MIR 253、553），操作安全柜（上海生叉仪器有限公司，ESCO CA2-4A1），全自动立式压力蒸汽灭菌锅（上海博讯实业有限公司，YXQ-LS-50SII），高速组织捣碎机（上海精科实业有限公司，DS-1），恒温

培养箱（日本三洋科研设备公司，Sanyo MIR 150、153）。

营养琼脂（北京陆桥技术有限公司），铁琼脂（上海中科昆虫生物技术开发有限公司提供，Oxoid code CM 867），假单胞菌专性培养基（CFC, CM0559 and supplemented with SR103, Oxoid Ltd, Basingstoke, Hampshire, England），硼酸、轻质氧化镁、三氯乙酸、氯化钠等化学试剂（均由国药集团化学试剂上海分公司提供，AR）。

1.1.2 贮藏试验

大黄鱼于2011年4月购自上海市铜川水产品批发市场，挑选规格较一致的个体鲜鱼（体重400±20 g），用充氧水箱1 h内运抵实验室。将活大黄鱼冰水冷却致死，分三组进行预冷处理。第一组待鱼体温度降低至2 ℃时开始计时6 h后捞出；第二、三组分别待鱼体温度降低至10 ℃、18 ℃时将其转移到提前准备好的盛有10 ℃和18 ℃水的泡沫箱中计时6 h。预冷期间用数字式测温计实时记录鱼体温度。将经三组预冷温度处理后的鱼按层冰层鱼的方式分别装入干净泡沫箱中（底部带有滴水孔），放入温度设定为2±0.2 ℃的培养箱中，贮藏试验期间根据样品冰的融化情况适时加冰，即为冰藏。

1.1.3 样品处理

分别将预冷却到2 ℃、10 ℃、18 ℃，6 h后的大黄鱼作为各组冰藏的初始点。冰藏期间每间隔2~3 d、每组随机抽取3尾鱼测定各项指标。先进行生鱼感官评价，然后按照GB/T 18108-2008的方法[3]，将试样鱼去鳞去内脏洗净后控干。剖取半条带鱼皮的鱼肉，绞碎后称适量用于微生物计数和生化指标测定。剩余的半条鱼微波（600 W，5 min）蒸熟后用于感官评价。

1.2 实验方法

1.2.1 感官评价

参考GB/T 18108-2008及国外鲜鱼品质评分体系[3~4]，感官评价采用4分法，具体大黄鱼的感官评分标准参考文献[5]。

1.2.2 微生物计数和培养基

微生物计数根据GB/T 4789.2-2010操作[6]，结果以（lg cfu/g）表示。

菌落总数（total viable counts，TVC）：营养琼脂，25 ℃条件下培养2 d后计数。

假单胞菌（*Pseudomonas* spp.）：假单胞菌专用培养基，25 ℃条件下培养2 d后计数。

产H_2S菌（H_2S-producing bacteria）：铁琼脂，25 ℃条件下培养2 d后计数黑色菌落。

1.2.3 生化指标测定

挥发性盐基氮（total volatile base nitrogen，TVB-N）：按照GB/T 5009.44-2003[7]，结果以每100克鱼肉中氮的毫克数来表示。

三甲胺（trimethylamine nitrogen，TMA-N）：参考文献[8]，结果以每100克鱼肉中氮的毫克数来表示。

1.3 数据处理

实验数据用Microsoft Excel 2010进行回归分析，用SPSS 17.0进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同预冷却温度对冰藏大黄鱼感官品质的影响

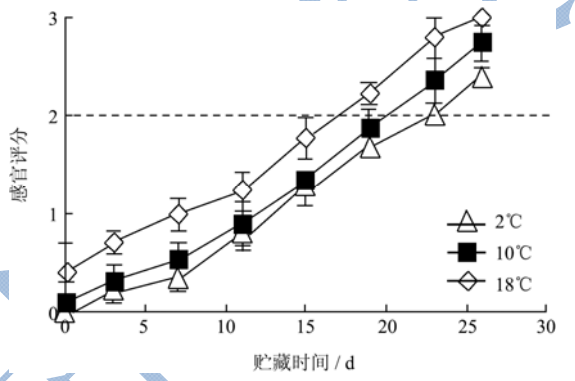


图1 大黄鱼冰藏期间感官品质的变化

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

如图1所示，预冷却温度为2、10、18 ℃的大黄鱼初始点时感官评分分别为0、0.1、0.4，产品感官品质依次变差，随预冷温度的升高大黄鱼所特有的金黄体色逐渐变淡直至消失。除体色外，三组大黄鱼的感官品质在冰藏初期差别不是很大，但在冰藏后期却有较大差异。三组大黄鱼感官品质达货架期终点（评分为2）时的天数分别是23 d（2 ℃）、20 d（10 ℃）和17 d（18 ℃）。

2.2 不同预冷却温度对冰藏大黄鱼微生物学品质的影响

低温贮藏期间鲜鱼的腐败变质主要是由微生物的生长繁殖引起的。图2~4是预冷却温度为2、10、18 ℃的大黄鱼冰藏期间微生物的增殖情况。由图2~4可知，不同预冷温度2、10、18 ℃的大黄鱼冰藏初始点时菌落总数分别为3.52、3.37、4.01 lg cfu/g，假单胞菌数分别为2.20、2.56、3.12 lg cfu/g，产H_2S菌数分别为1.00、1.76、2.32 lg cfu/g；比较数据可得，预冷却温度越低，微生物初始数量越低，并且预冷温度为2 ℃和10 ℃的大黄鱼微生物延滞期较明显，而预冷温度为18 ℃的大黄鱼微生物基本无延滞期。从图中还可看出，各预冷组微生物的数量都随着贮藏时间的延长而增加，预冷温度为2 ℃和10 ℃的大黄鱼整个冰藏期间微生物数

量变化差异不显著（P>0.05），而预冷温度为18 ℃与前两个温度相比，大黄鱼微生物数量变化差异显著（P<0.05）。

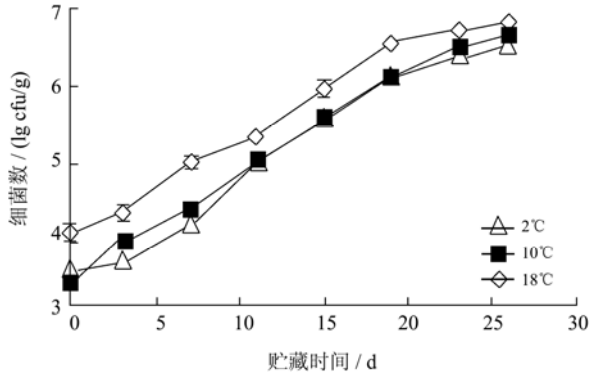


图2 大黄鱼冰藏期间菌落总数的变化

Fig.2 Changes in total viable counts of *Pseudosciaena crocea* during ice storage

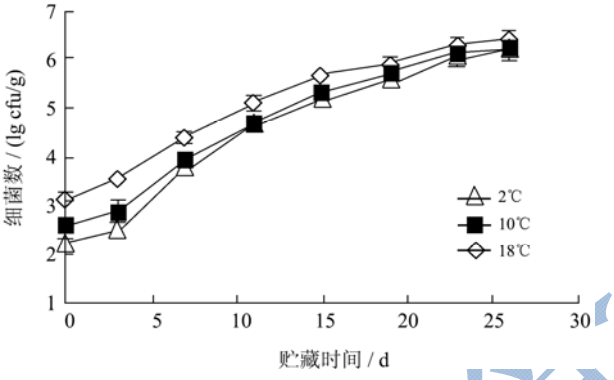


图3 冰藏期间大黄鱼假单胞菌的变化

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

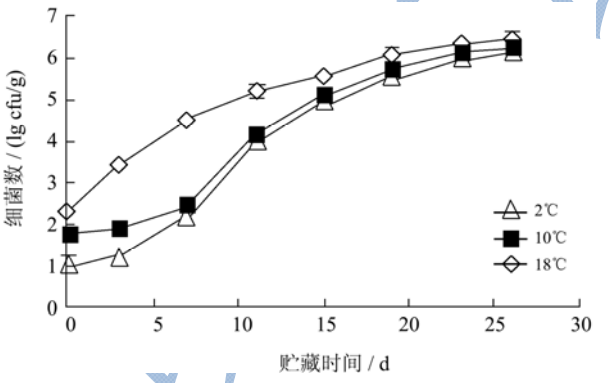


图4 大黄鱼冰藏期间产H2S菌的变化

Fig.4 Changes in H2S-producing bacteria of Pseudosciaena crocea during ice storage

2.3 不同预冷却温度对冰藏大黄鱼生化指标的影响

挥发性盐基氮（TVB-N）和三甲胺（TMA-N）主要是在某些特定微生物的作用下产生的鲜鱼腐败特有的臭味，导致产品感官不可接受，两者的含量随鱼品鲜度的下降而逐渐增加，变化有规律[9~10]。

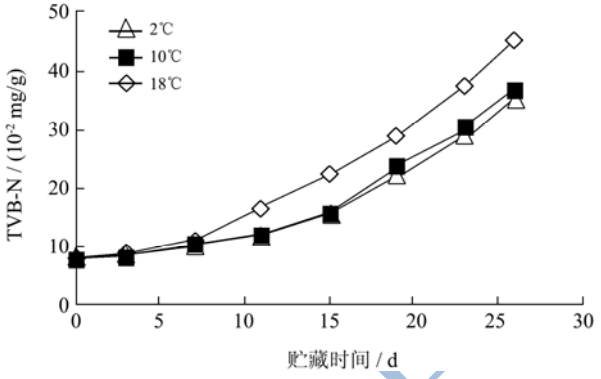


图5 大黄鱼冰藏期间TVB-N的变化

Fig.5 Changes in TVB-N values of Pseudosciaena crocea during ice storage

从图5可知，预冷却温度2、10、18 ℃的大黄鱼冰藏初始点时TVB-N值分别为7.99、8.00、8.34 mg/100 g（鱼肉），由此可见，较高的预冷却温度可以增加大黄鱼的初始TVB-N值，但增加幅度极小。预冷却温度为18 ℃的大黄鱼冰藏期间TVB-N值一直比另外两组高，贮藏7 d后，其TVB-N值增长速度明显比另外两组快，变化差异显著（P<0.05）。预冷却温度为2、10 ℃的大黄鱼在贮藏初期两者TVB-N值基本相同，在贮藏15 d后TVB-N才有细微的差别，但差异不显著（P>0.05）。

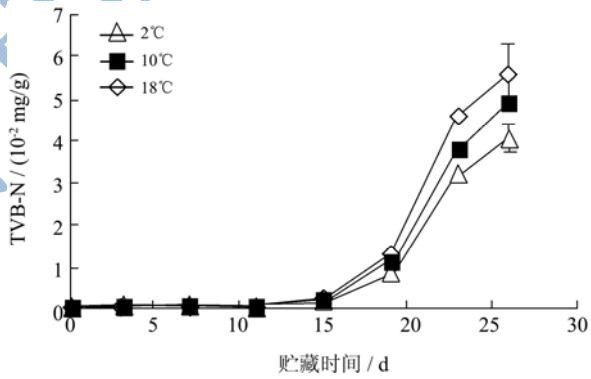


图6 大黄鱼冰藏期间TMA-N的变化

Fig.6 Changes in TMA-N values of Pseudosciaena crocea during ice storage

由图6可见，三组大黄鱼初始TMA-N值接近于零，冰藏初期增长速度很慢，15 d后TMA-N开始剧烈增加，几乎呈对数增长。贮藏后期，尽管预冷却温度（18 ℃）越高的大黄鱼TMA-N值较高，但与其它两组（预冷却温度2 ℃和10 ℃）之间的TMA-N变化差异不显著（P>0.05）。

2.4 不同预冷却温度的大黄鱼冰藏期间鲜度变化与货架期指标

由表 1 可知，预冷却温度为 18 ℃的大黄鱼冰藏初始点微生物和生化指标数值都明显高于预冷却温度为 2 ℃、10 ℃的大黄鱼。货架期终点时[23 d（2 ℃）、20

d（10 ℃）和 17 d（18 ℃）]微生物数达 10^6 cfu/g 左右，其中各组中假单胞菌与产 H_2S 菌数值基本一致；TVB-N 值为 0.25~0.29 mg/g，符合 GB/T 18108-2008 中的挥发性盐基氮≤0.30 mg/g 的规定；TMA-N 值为 0.0075~0.0330 mg/g，低于其它研究报道[11~13]。

表1 不同预冷温度大黄鱼冰藏期间初始点和货架期终点的TVB-N值、TMA-N值和微生物数

Table 1 Microbial counts, the values of TVB-N and TMA-N of Pseudosciaena crocea with different pre-chilling temperatures during ice storage at the beginning and end of the shelf life

质量指标	初始点			货架期终点		
	2℃	10℃	18℃	2℃	10℃	18℃
菌落总数/(lg cfu/g)	3.52	3.37	4.01	6.28	6.05	6.13
假单胞菌/(lg cfu/g)	2.20	2.56	3.12	6.08	5.81	5.79
产 H_2S 菌/(lg cfu/g)	1.00	1.76	2.32	6.08	5.81	5.84
TVB-N/(×10^{-2} mg/g)	7.99	8.00	8.34	28.79	25.55	25.60
TMA-N/(×10^{-2} mg/g)	0.009	0.016	0.026	3.213	1.848	0.750

表2 不同预冷却温度大黄鱼冰藏货架期终点微生物数与生化指标的相关系数

Table 2 Pearson correlation between microbial counts and the values of TVB-N and TMA-N of Pseudosciaena crocea with different pre-chilling temperatures during ice storage at the end of the shelf life

质量指标	TVB-N	TMA-N
细菌总数	0.944	0.689
假单胞菌	0.997*	-
产 H_2S 菌	0.996	0.846

注：* 在0.05水平（双侧）上显著相关。

表2列出了不同预冷却温度大黄鱼冰藏货架期终点时微生物数与生化指标之间的相关系数。由表2可知，不同预冷却温度大黄鱼冰藏货架期终点时微生物数与TVB-N值之间相关系数高，与TMA-N值相关系数较低，说明微生物数量的增大是导致TVB-N值升高的主要原因，可作为评价鱼鲜度的重要指标；而TMA-N值与微生物数量变化相关性低的结果表明，TMA-N值不能作为评价鱼品鲜度的可靠指标，这与李学英等[14]的研究结论相符。

3 结论

大黄鱼预冷却温度的高低对产品后期的贮藏流通有较大程度的影响，预冷却温度为2、10、18 ℃的大黄鱼冰藏货架期分别为23、20、17 d。大黄鱼冰藏过程中，预冷却温度为2 ℃和10 ℃的大黄鱼感官品质差别不大，微生物数和TVB-N值变化差异也不显著（P>0.05），而预冷却温度为18 ℃的大黄鱼感官品质较前两组差，微生物数与TVB-N值增速比另外两组快，变化差异显著（P<0.05）。因此，在大黄鱼生产流通过程中充分低温预冷却（低于10 ℃）对于保持大黄鱼品质、延长产品货架期、提高其利用价值具有很重要的作用。这和欧盟对水产品保藏温度必须控制在8 ℃以下的要求比较相符[15]。

参考文献

[1] Rodrigo Scherer, Paula Rossini Augusti, Vivian Caetano Bochi, et al. Chemical and microbiogical quality of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) slaughtered by different methods [J]. Food Chem, 2006, 99: 136-142

[2] Huss H H. Quality and quality changes in fresh fish [A]. FAO Fisheries Technical Paper, 1995. No348 [M]. FAO Rome

[3] GB/T 18108-2008 鲜海水鱼[S]

[4] Lin D, Morrissey M T. Iced storage characteristics of northern squawfish (*Ptychocheilus foregoneness*) [J]. J Aquat Food Prod Technol, 1994, 3: 25-43

[5] 姜兴为,许钟,杨宪时,等.延迟加冰对冰藏大黄鱼品质变化的影响[J].食品科学,2011,32(20):270-274

[6] GB/T 4789.2-2010 菌落总数测定[S]

[7] GB/T5009.44-2003 肉与肉制品卫生标准的分析方法[S]

[8] 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

[9] Edwards R A, Dainty R H, Hibbard C M. Volatile compounds produced by meat pseudomonads and related reference strains during growth on been stored in air at chill temperature [J]. J Appl Bacteriol, 1987, 62: 403-412

[10] Jorgensen B R, Huss H H. Growth and activity of *Shewanella putrefaciens* isolated from spoiling fish [J]. Int J Food Microbiol, 1933, 9: 283-294

[11] Huss H H. Fresh Fish Quality and Quality Changes [A]. FAO Fisheries Series NO. 29. FAO, Rome

[12] EI Marrakchi A, Bouchriti N, Hamama A, et al. Sensory, chemical and Microbiological Assessment of Moroccan Sardine (*Sardina pilchadus*) stored in ice [J]. J Food Prot, 1990, 53: 600-605

[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

[14] 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

[15] EC. Proposal for a council regulation laying down health conditions for the production and placing on the market of fishery products [J]. 0fficial Journal of the European Communities, 1990, 33(c84): 58-70