

大黄鱼冷藏过程中的鲜度变化

李学英^{1,2}, 许钟¹, 郭全友¹, 杨宪时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 200090)

摘要: 研究了大黄鱼 (*Pseudosciaena crocea*) 贮藏于 0℃ (冰藏)、3℃、7℃ 和 10℃ 过程中, 在感官、化学和微生物品质方面的变化特性, 并对其货架期进行分析, 探讨了菌落总数、嗜冷菌、假单胞菌、产 H₂S 菌、TVBN 和 TMA 与感官评价的一致程度。结果表明, 大黄鱼是海水鱼中鲜度下降较慢的种类, 在 0℃、3℃、7℃、10℃ 的贮藏过程中, 大黄鱼的高品质期分别为 330 h、208 h、114 h 和 87 h, 货架期分别为 523 h、368 h、197 h 和 150 h。各温度高品质期终点和货架期终点时菌落总数 (CFU)/g 的对数平均值分别为 6.10 ± 0.30 和 6.67 ± 0.35 , 产 H₂S 菌数 (CFU/g) 的对数平均值分别为 5.82 ± 0.33 和 6.37 ± 0.22 , TVBN 均值分别为 $(14.77 \pm 0.5) \text{ mg}/(100 \text{ g})$ 和 $(28.02 \pm 1.19) \text{ mg}/(100 \text{ g})$; TMA 均值分别为 $(2.55 \pm 0.62) \text{ mg}/(100 \text{ g})$ 和 $(9.84 \pm 1.28) \text{ mg}/(100 \text{ g})$, 各温度下高品质期终点和货架期终点时各指标均值均无显著差异 ($P > 0.05$), 表明菌落总数、产 H₂S 菌数和 TVBN 值作为大黄鱼低温贮藏的鲜度指标与感官鲜度评价有较好的一致性。[中国水产科学, 2009, 16 (3): 442–450]

关键词: 大黄鱼; 鲜度变化; 货架期; 优势腐败菌

中图分类号: S984.1

文献标识码: A

文章编号: 1005–8737–(2009)03–0442–09

大黄鱼 (*Pseudosciaena crocea*) 是中国传统的海产经济鱼类, 20 世纪 80 年代以来, 由于过度捕捞, 大黄鱼产量急剧下降, 90 年代初, 大黄鱼全人工养殖技术突破后产量逐年上升, 养殖产区主要集中在福建省宁德地区, 产品大多数以冰鲜原条鱼出口韩国等周边国家或内销往上海、山东、北京等地。这种冰鲜大黄鱼很受国内外市场欢迎, 但如何有效而经济地延长冰鲜鱼的货架期, 从而进一步开拓国内外市场, 是一个值得研究的课题。

国内外对冷藏鱼类货架期研究表明, 新鲜鱼类货架期受鱼种类、大小、生理状况及贮藏条件等多种因素影响, 冷藏期间不同种类鱼品质变化规律不同, 货架期也有很大差异^[1–5]。若能正确处理原料鱼, 采用冰藏及冷却链流通可以有效延长货架期。

本实验以感官评价、挥发性盐基氮 (Total

Volatile Base Nitrogen, TVBN)、三甲胺 (Trimethylamine, TMA)、菌落总数 (Total Viable Counts, TVC)、嗜冷菌 (*Psychrobacter*)、产 H₂S 菌 (H₂S-producing bacteria) 和假单胞菌 (*Pseudomonas* spp.) 数量为指标^[6], 对养殖大黄鱼在 0℃、3℃、7℃ 和 10℃ 贮藏过程中的感官、化学和微生物等指标变化进行定量研究, 以探讨各种贮藏温度下大黄鱼货架期和货架期指标的可靠性, 旨在为优化大黄鱼冷却链提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 样品与贮藏试验

实验用养殖大黄鱼由福建省宁德市某水产食品有限公司提供。将刚捕获的大黄鱼立即放入冰水中冷休克后, 层冰层鱼装入塑料泡沫箱内, 保持温度在 0~1℃, 用冷藏车 15 h 内送达上海实验室。

收稿日期: 2008–10–15; 修订日期: 2009–01–15.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30771675); 科技部农业科技成果转化基金资助项目 (2007GB23260281); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项基金 (中国水产科学研究院东海水产研究所) 资助项目 (2007M05).

作者简介: 李学英 (1983–), 女, 硕士研究生, 从事食品微生物安全的研究.

通讯作者: 杨宪时. Tel: 021- 65678984; E-mail: xianshiyang@126.com

到达实验室后,选用规格基本一致的个体(体质量300~400 g),分成4组。其中1组按层冰层鱼装入带有滴水孔的洁净塑料泡沫箱中,放入高精度低温培养箱中(Sanyo MIR 553,日本),控制贮藏温度(3 ± 0.1)℃,适时加冰,即为0℃贮藏(冰藏);另外3组分别放入下部置篦子能沥水的塑料盆中,盖上有漏气孔的盖,放入高精度低温培养箱(Sanyo MIR 253,553,日本)中,分别控制贮藏温度在(3 ± 0.1)℃、(7 ± 0.1)℃和(10 ± 0.1)℃。

1.2 实验方法

1.2.1 样品处理 随机取2~3尾样品鱼,先进行生鲜鱼感官评价,然后采用GB/T18108-2000的方法取样^[7],去鳞去内脏去腮洗净,用干净吸纸擦干。沿脊骨剖切,取半条鱼肉(带鱼皮),用组织捣碎机打碎,用于TVBN、TMA、TVC、嗜冷菌、产H₂S菌和假单胞菌测定,其余半条鱼煮熟后用于感官评价。每隔适当时间取出2~3尾样品鱼进行感官质量评价,测定TVBN、TMA、TVC、嗜冷菌、产H₂S菌和假单胞菌。

1.2.2 感官评价 由6名经过训练的评价员组成感官评价小组,评价鲜鱼的气味和煮熟后鱼的气味和味道。采用3分法进行评分,“0”为最好品质;“1”为鲜鱼的鲜香味消失,为高品质期(High Quality Life, HQL)终点;“2”为明显出现臭味和异味,即可接受界限^[8],为货架期(Shelf Life, SL)终点。

煮熟操作时将带头的半条鱼分别用铝箔包好,待锅中水沸腾后置于锅内的金属篦子上,盖上锅盖蒸20 min,打开锅盖后立即进行感官评价。

1.2.3 TVBN测定 参照GB/T5009.44-2003,按半微量定氮法测定TVBN^[9],每个样品至少做2个平行。

1.2.4 TMA测定 称取50 g研磨均匀的肉于1只小型搅拌缸中,加入100 mL 7.5%三氯醋酸(TCA),充分搅拌。用Whatman 4号定性滤纸过滤,萃取液用苦味酸法进行测定^[10],结果表示为mg TMA/(100 g肌肉),每个样品至少做2个平行。

1.2.5 微生物计数和培养基 称取打碎鱼肉25 g,在灭菌研钵中研磨,加入225 mL无菌0.1%蛋白胨生理盐水混合均匀,即为10⁻¹稀释液。移取1 mL 10⁻¹稀

释液于9 mL无菌0.1%蛋白胨生理盐水中,即为10⁻²稀释液;高速振荡,以10倍稀释,依次类推10⁻³、10⁻⁴、10⁻⁵稀释液。

取3个浓度合适的稀释液0.1 mL,涂布于营养琼脂培养基中。每个稀释液平行做2个培养皿。

菌落总数:营养琼脂培养基(上海中科昆虫生物技术开发有限公司),25℃培养2~3 d,计数。

嗜冷菌:营养琼脂培养基,5℃培养14 d^[11],计数。

产H₂S菌:铁琼脂培养基(IRON AGAR, IA. 由上海中科昆虫生物技术开发有限公司按照Oxoid code CM 867配制),25℃培养2~3 d,计数黑色菌落。

假单胞菌:假单胞菌专用培养基(CFC, Oxoid code CM 559, supplemented with SR 103, Oxoid, Basingstoke, UK),按使用说明25℃培养2~3 d,计数。

1.3 数据处理和回归分析

感官和TVBN、TMA变化用Microsoft Excel进行回归分析,微生物生长采用Zwietering等^[12]修正的Gompertz方程描述,用Statistica 6.5进行非线性回归分析。

2 结果与分析

2.1 大黄鱼冷藏中感官变化与货架期

采用多项式回归得到大黄鱼冷藏过程中感官鲜度变化曲线。由图1可见,大黄鱼在0℃、3℃、7℃、10℃贮藏中,感官评分达到1时的高品质期分别为330 h、208 h、114 h、87 h,感官评分达到2时的货架期分别为523 h、368 h、197 h、150 h。感官评价结果显示,不同贮藏温度对大黄鱼的鲜度变化影响很大,0℃和3℃贮藏的高品质期分别达到330 h和208 h,但是7℃和10℃的货架期仅为197 h和150 h。

2.2 大黄鱼冷藏中的化学变化特性

动物性食品由于酶和细菌的作用,在腐败过程中使蛋白质分解而产生的氨以及胺类等碱性含氮物质称为总挥发性盐基氮,目前已被中国和世界上大多数国家作为鉴定肉类及水产品腐败程度的标准。鲜鱼冷藏初始阶段,品质损失主要是自溶酶作用引起的,与微生物活动无关。其后,适应低温环境的腐

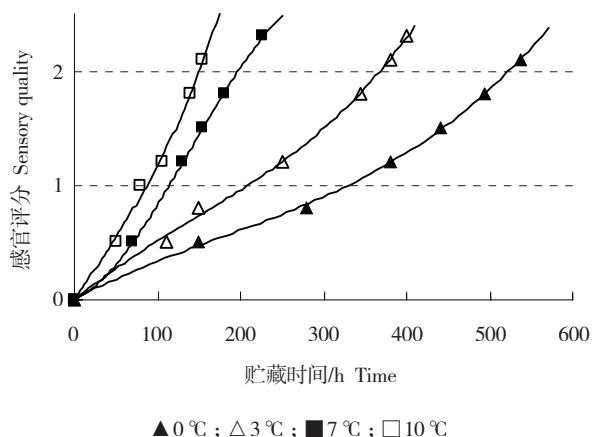


图1 不同贮藏条件下大黄鱼感官质量的变化
(0为最好品质,1为高品质期终点,2为货架期终点)

Fig. 1 Sensory quality changes of *Pseudosciaena crocea* stored aerobically at 0 °C, 3 °C, 7 °C and 10 °C
(“0” means the best quality; “1” means the end of high quality life; “2” means the end of shelf life)

败细菌逐渐占据优势地位,产生TMA、硫化物、有机酸、醛酮类等具腐败臭味和异味的代谢产物,因此TVBN通常作为判定鱼类腐败的化学指标。

图2是采用多项式回归得到的大黄鱼0 °C、3 °C、7 °C、10 °C贮藏中TVBN的变化。冷藏过程高品质期内,TVBN上升很慢,接近货架期终点时,TVBN快速上升。大黄鱼在0 °C和3 °C贮藏中的TVBN变化比7 °C和10 °C慢得多,0 °C和3 °C分别贮藏395 h和200 h后TVBN才明显开始增加,而10 °C贮藏60 h后就开始明显增加。

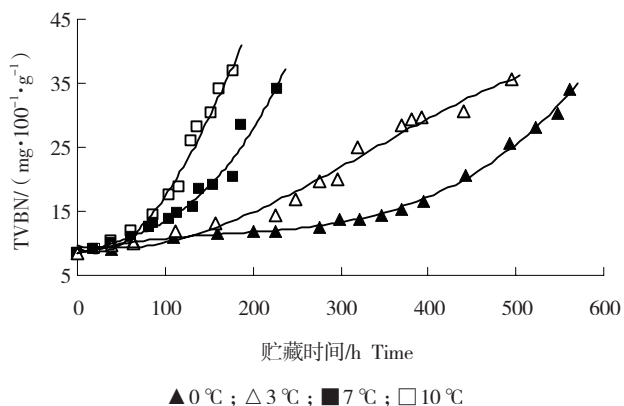


图2 大黄鱼在不同贮藏条件下TVBN的变化

Fig. 2 Change in total volatile nitrogen of *Pseudosciaena crocea* stored aerobically at 0 °C, 3 °C, 7 °C and 10 °C

图3是采用多项式回归得到的大黄鱼在0 °C、3 °C、7 °C和10 °C贮藏中TMA的变化曲线。鲜鱼贮藏初期TMA含量基本为0,7 °C和10 °C贮藏过程中的TMA上升速率比0 °C和3 °C时明显快。TMA含量增加到1 mg/(100 g)时被认为鱼开始腐败^[13]。0 °C和3 °C分别贮藏232 h和142 h后TMA值超过1 mg/(100 g),且TMA上升速度慢。而7 °C和10 °C分别贮藏85 h和73 h后TMA值超过1 mg/(100 g),且上升速度快。

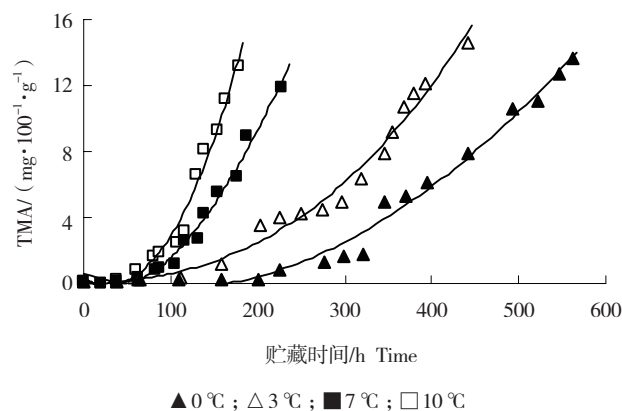


图3 大黄鱼不同贮藏条件下TMA的变化

Fig. 3 Change in trimethylamine of *Pseudosciaena crocea* stored aerobically at 0 °C, 3 °C, 7 °C and 10 °C

2.3 大黄鱼冷藏中微生物数量的变化特性

微生物生长和代谢是引起鱼类腐败的主要原因,图4和图5是采用修正 Gompertz 方程回归,得到的大黄鱼0 °C、3 °C、7 °C、10 °C贮藏过程中菌落总数和嗜冷菌数生长曲线。由图4和图5可见,随着贮藏时间延长,菌落总数与嗜冷菌数不断增加,但贮藏温度越低,微生物增加速度越慢。7 °C和10 °C贮藏微生物生长基本无延滞期,直接进入对数增长期。

在0 ~ 20 °C之间嗜冷菌最适宜生长,由于这个温度段与其他菌最适宜生长的温度段相比要低许多,故此得名嗜冷菌^[14]。大黄鱼在0 °C、3 °C、7 °C、10 °C贮藏初期菌落总数和嗜冷菌数(CFU/g)的对数值分别为2.85和2.00,各种温度下嗜冷菌增加与菌落总数趋于重合,说明冷藏过程中非嗜冷菌不耐低温而生长受到限制,嗜冷菌生长占优势。

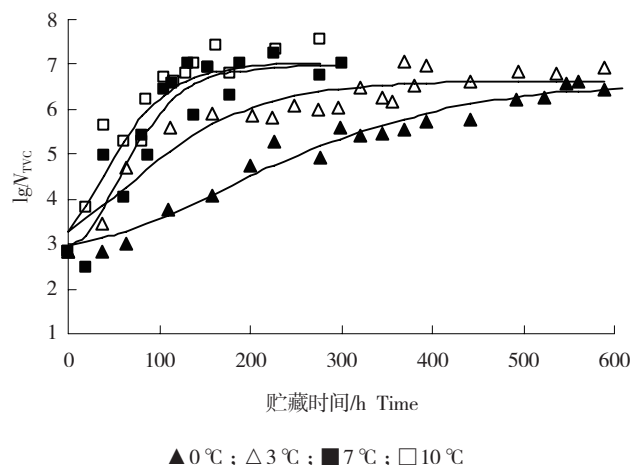


图4 不同贮藏条件下TVC的变化
(N_{TVC} 为TVC数, CFU/g)

Fig. 4 Change in TVC of *Pseudosciaena crocea* stored aerobically at 0 °C, 3 °C, 7 °C and 10 °C
(N_{TVC} : Total viable counts of bacterium, CFU/g)

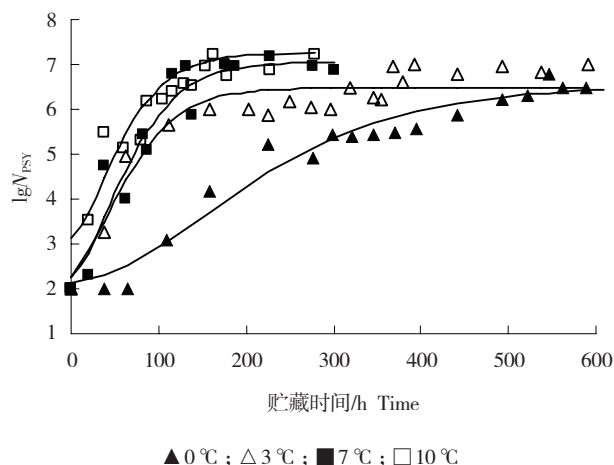


图5 不同贮藏条件下嗜冷菌数量的变化
(N_{PSY} 为嗜冷菌数, CFU/g)

Fig. 5 Change in Psychrobacter of *Pseudosciaena crocea* stored aerobically at 0 °C, 3 °C, 7 °C and 10 °C
(N_{PSY} : Number of psychrobacter, CFU/g)

2.4 大黄鱼冷藏中优势腐败菌变化特性

在冷藏中,耐冷的革兰氏阴性细菌假单胞菌或希瓦氏菌(*Shewanella*)是优势腐败菌,这对于所有鱼、贝类和甲壳类都是适用的,无论是温带水域、亚热带水域和热带水域^[15]。郭全友等^[16]研究捕获于东海暖水海域养殖大黄鱼,5 °C有氧冷藏货架期终点腐败希瓦氏菌(*Shewanella putrefaciens*)比例为86.0%。迄今为止,根据Stenstrom和Molin方法^[17]可认定,从冷藏海水鱼中分离出的产 H_2S 菌全为腐败希瓦氏菌,它能产生 H_2S 并还原TMAO。

图6和图7是实验得到的假单胞菌和产 H_2S 菌数据,采用修正Gompertz方程回归得到的各贮藏温度微生物生长曲线。如图所示,用修正Gompertz方程均能适当地描述假单胞菌和产 H_2S 菌生长动态典型的S型曲线,求得的相关系数值较高(R 分别为0.966、0.949、0.916、0.921和0.975、0.923、0.922、0.925)。无论贮藏温度高低,随着贮藏时间的延长假单胞菌与产 H_2S 菌数量都在增长,但贮藏温度越低,微生物数量增长得越缓慢。各贮藏温度中,假单胞菌和产 H_2S 菌的生长延滞期不明显,基本直接进入对数增长期,只是0 °C贮藏中微生物增长速度相对于3 °C、7 °C、10 °C贮藏中微生物生长缓慢而已。

2.5 大黄鱼冷藏中鲜度变化与货架期指标

由表1可见,大黄鱼在0 °C、3 °C、7 °C和10 °C贮藏过程中,高品质期终点时的TVBN值分别为14.12 mg/(100 g)、15.33 mg/(100 g)、14.76 mg/(100 g)、14.85 mg/(100 g),其平均值为 (14.77 ± 0.5) mg/(100 g),各温度下高品质期终点时TVBN均值无显著差异($P > 0.05$);货架期终点时TVBN值分别为28.20 mg/(100 g)、27.10 mg/(100 g)、27.15 mg/(100 g)、29.63 mg/(100 g),其平均值为 (28.02 ± 1.19) mg/(100 g),各温度下货架期终点时TVBN均值无显著差异($P > 0.05$)。同样各温度下,高品质期终点时TMA值分别为3.35 mg/(100 g)、2.64 mg/(100 g)、2.31 mg/(100 g)、1.88 mg/(100 g),其平均值为 (2.55 ± 0.62) mg/(100 g),各温度下高品质期终点时TMA均值存在显著差异($P < 0.05$);货架期终点时TMA值分别为11.6 mg/(100 g)、9.97 mg/(100 g)、8.94 mg/(100 g)、8.84 mg/(100 g),其平均值为 (9.84 ± 1.28) mg/(100 g),各温度下货架期终点时TMA均值存在显著差异($P < 0.05$)。

表1还显示,大黄鱼在0 °C、3 °C、7 °C、10 °C贮藏过程中,高品质期终点时菌落总数(CFU/g)的对数值分别为5.66、6.33、6.21、6.20,其平均值为 6.10 ± 0.30 ,各温度下高品质期终点时菌落总数均值无显著差异

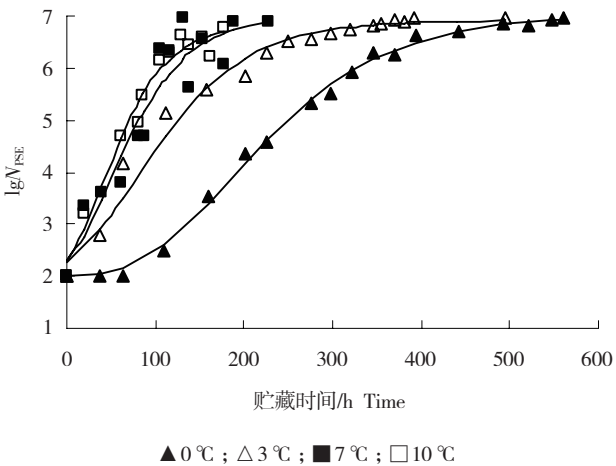


图6 不同贮藏条件下假单胞菌数量的变化
(N_{PSE} 为假单胞菌数, CFU/g)

Fig. 6 Change in *Pseudomonas* spp. of *Pseudosciaena crocea* stored aerobically at 0 °C, 3 °C, 7 °C and 10 °C
(N_{PSE} : Number of *Pseudomonas* spp., CFU/g)

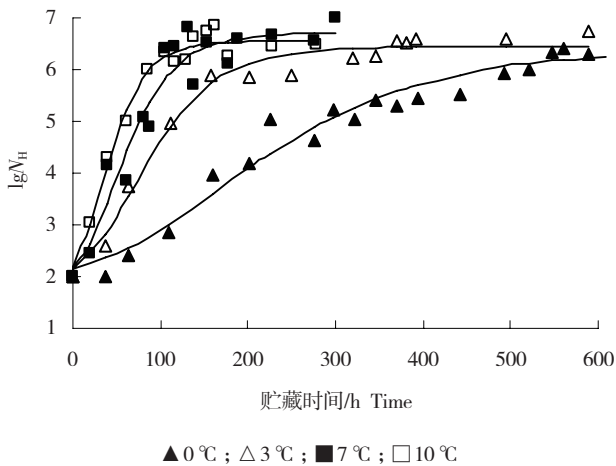


图7 不同贮藏条件下产H₂S菌数量的变化
(N_H 为产H₂S菌数, CFU/g)

Fig. 7 Change in H₂S-producing bacteria of *Pseudosciaena crocea* stored aerobically at 0 °C, 3 °C, 7 °C and 10 °C
(N_H : Number of H₂S-producing bacteria, CFU/g)

表1 大黄鱼4种温度贮藏中感官高品质期和货架期终点的TVBN值、TMA值和微生物数
Tab. 1 Microbial counts, TVBN and TMA of *Pseudosciaena crocea* stored at 0 °C, 3 °C, 7 °C and 10 °C at the end of high quality life and shelf life.

鲜度等级 Freshness grade	质量指标 Quality index	贮藏温度 / °C Storage temperature				平均值 Average	标准差 SD
		0	3	7	10		
高品质期 HQL	TVBN/(mg · 100 ⁻¹ · g ⁻¹)	14.12	15.33	14.76	14.85	14.77	0.50
	TMA/(mg · 100 ⁻¹ · g ⁻¹)	3.35	2.64	2.31	1.88	2.55	0.62
	菌落总数/lg [(CFU) · g ⁻¹]	5.66	6.33	6.21	6.20	6.10	0.30
	嗜冷菌/lg [(CFU) · g ⁻¹]	5.59	6.40	6.20	6.20	6.10	0.35
	假单胞菌/lg [(CFU) · g ⁻¹]	5.32	6.15	5.99	5.97	5.86	0.37
	产H ₂ S菌/lg [(CFU) · g ⁻¹]	5.32	6.00	5.99	5.97	5.82	0.33
货架期 SL	TVBN/(mg · 100 ⁻¹ · g ⁻¹)	28.20	27.10	27.15	29.63	28.02	1.19
	TMA/(mg · 100 ⁻¹ · g ⁻¹)	11.6	9.97	8.94	8.84	9.84	1.28
	菌落总数/lg [(CFU) · g ⁻¹]	6.30	6.46	6.87	6.46	6.67	0.35
	嗜冷菌/lg [(CFU) · g ⁻¹]	6.33	6.48	6.92	7.04	6.69	0.34
	假单胞菌/lg [(CFU) · g ⁻¹]	6.13	6.43	6.62	6.48	6.42	0.21
	产H ₂ S菌/lg [(CFU) · g ⁻¹]	6.13	6.24	6.62	6.48	6.37	0.22

($P>0.05$); 货架期终点时菌落总数(CFU/g)的对数值分别为6.30、6.46、6.87、6.46,其平均值为 6.67 ± 0.35 ,各温度下高品质期终点时菌落总数均值无显著差异($P>0.05$);同样各温度下高品质期终点和货架期终点

时嗜冷菌数(CFU/g)的对数值分别为 6.10 ± 0.35 和 6.69 ± 0.34 ,与菌落总数基本一致,各温度下高品质期终点和货架期终点时嗜冷菌数均值也均无显著差异($P>0.05$)。

由表1可见, 大黄鱼在0℃、3℃、7℃、10℃贮藏过程中, 高品质期终点和货架期终点时假单胞菌数(CFU/g)的对数值分别为 5.86 ± 0.37 和 6.42 ± 0.21 , 产H₂S菌数(CFU/g)的对数值分别为 5.82 ± 0.33 和 6.37 ± 0.22 , 各温度下高品质期终点和货架期终点时假单胞菌数、产H₂S菌数均无显著差异($P>0.05$)。

3 讨论

3.1 鱼类冷藏货架期的比较

大黄鱼冷链流通中温度的控制十分重要, 按照欧盟的鲜鱼冷链流通法规, 鲜鱼必须保存于冰或冷却凝胶剂中流通, 无论在何种环境温度, 贮藏流通全程鱼体温度要控制在8℃以下, 温度高于8℃微生物包括致病微生物的生长会加快, 有可能威胁到消费者的健康^[18]。鲜鱼到达货架期终点的时间长短主要与贮藏温度和鱼的种类有关, 鱼的生长水温不同也有很大影响。生长水温不同, 鱼体附着的细菌种类也不相同, 在低温贮藏中具有不同的增殖速度。由图1可知, 大黄鱼在0℃、3℃、7℃、10℃贮藏中高品质期分别为330 h、208 h、114 h、87 h, 货架期分别为523 h、368 h、197 h、150 h。姚果琴等^[4]进行了天然捕获大黄鱼的实验室冰藏实验, 货架期为17 d, 郭全友等^[6]2005年3月进行的大黄鱼0℃贮藏高品质期为216 h, 货架期为408 h。这个结果与笔者进行的养殖大黄鱼冰藏(0℃贮藏)实验货架期约22 d(523 h)的结果有一定差异, 这可能与捕捞时间、处理方式不同或天然水域中初始细菌含量高低有关。

EI Marrakchi等^[1]报道过摩洛哥沙丁鱼冰藏货架期为216 h。Aubourg等^[19]研究养殖大菱鲆冰藏时高品质期为336 h, 货架期为528 h; Özogul等^[20]报道黑海野生大菱鲆冰藏可接受界限为288~360 h, 感官拒绝点为456 h。Özogul等^[21]报道欧洲鳎冰藏货架期为288~336 h, 3℃贮藏货架期为120~168 h。沙丁鱼与大黄鱼同属暖温性近海经济鱼类, 大菱鲆和欧洲鳎同属冷水性海洋鱼类。由上述报道可知, 冰藏沙丁鱼货架期较短, 而冰藏大菱鲆与冰藏大黄鱼

货架期基本相一致, 3℃贮藏欧洲鳎与大黄鱼货架期相一致。许钟等^[22]报道的罗非鱼在0℃和10℃贮藏中货架期分别为480 h和120 h; 徐家敏等^[23]报道的鲤0℃和10℃贮藏中, 货架期分别为432 h和96 h; 王慥等^[24]报道的鲮0℃和10℃贮藏中, 货架期分别为264 h和96 h。与上述几种低温贮藏淡水鱼相比, 低温贮藏中海水鱼属于鲜度下降较慢的鱼种。

3.2 大黄鱼货架期化学、微生物指标

Gram等^[25]指出捕获于温带海域的鱼死后细菌增殖几乎立即进入对数生长期。据报道, 捕获于温带地中海海域的金头鲷(*Sparusaurata*)0℃和5℃贮藏货架期分别为(212±4.2)h和(104±8.5)h; 捕获自日本海域的鲆0℃和5℃贮藏货架期为240 h和120 h^[26-27], 延滞期几乎为零。本实验中0℃、3℃、7℃、10℃贮藏养殖大黄鱼捕获于暖水海域, 货架期分别为523 h、368 h、197 h、150 h, 都比来自地中海和日本海等温带海域鱼货架期长, 主要原因之一是暖带海域水温高于温带海域, 中温菌数量多, 低温贮藏时许多细菌不能生长, 甚至嗜冷菌生长也比较缓慢, 延滞期较长; 另一方面, 延滞期结束, 嗜冷菌增殖速度达到高峰, 细菌数呈几何级数增加, 进入对数期, 同时增殖速度受温度、鱼种等因素影响而存在差异, 对货架期也有影响。本研究结果与Curran等^[28]认为暖带水域鱼类低温贮藏货架期比温带水域鱼类货架期长相一致。由表1可知, 各温度下高品质期终点和货架期终点时菌落总数(CFU/g)的平均对数值分别为 6.10 ± 0.30 和 6.67 ± 0.35 , 无显著差异($P>0.05$), 表明菌落总数与感官鲜度评价有较好的一致性, 可以作为低温贮藏大黄鱼高品质期和货架期的指标。

大黄鱼在0℃、3℃、7℃、10℃贮藏过程中高品质期终点和货架期终点时TVBN平均值分别为(14.77±0.5)mg/(100 g)和(28.02±1.19)mg/(100 g), 各温度下高品质期终点和货架期终点时TVBN均值均无显著差异($P>0.05$), 表明TVBN值与感官鲜度评价有一定的一致性, 可以作为低温贮藏大黄鱼高品质期和货架期的指标。EI Marrakchi等^[1]建议摩洛哥沙丁鱼冰藏中, 25~30 mg TVBN/(100 g肌肉)为

可接受界限。本研究中,感官拒绝点时TVBN约为26.83~29.21 mg/(100 g),与其结论相一致。另外在多种鱼中TVBN含量都可作为鲜度指标,如大西洋鳕(Atlantic cod)^[29]、沙丁鱼(Sardine)^[30-31]、欧洲鳗(European eel)^[17]和欧洲鳕(European hake)^[32]。国外学者研究指出,对有氧低温贮藏鱼类而言,一般30~35 mg(N)/(100 g)鱼肉为冰藏冷水鱼可接受界限^[33-34]。

氧化三甲胺(TMAO)广泛分布于海产硬骨鱼类的肌肉中,具有一种特殊的鲜味。三甲胺(TMA)是鱼体内存在的TMAO经兼性厌氧菌的还原而产生的,其含量随鱼体鲜度的下降而逐渐增加,变化较有规律。鱼类(主要是海水鱼)含有TMAO,其含量取决于鱼的种类和生长环境。TMA与鱼的腐败臭味有关,是多种鱼腐败的一种方式。海水鱼每100 g肌肉组织中含1~100 mg TMAO,而淡水鱼一般仅含有5~20 mg^[35]。Huss等^[34]曾报道过冷水鱼高品质期的TMA值小于1.5 mg/(100 g),可接受界限为10~15 mg(TMA)/(100 g肌肉)。本实验中新鲜大黄鱼TMA含量极低,初始值为(0.065±0.003)mg/(100 g)。由表1可知,大黄鱼在0℃、3℃、7℃、10℃贮藏中的高品质期终点和货架期终点时TMA值分别为(2.55±0.62)mg/(100 g)和(9.84±1.28)mg/(100 g),标准

差较大,即各温度下高品质期终点和货架期终点TMA均值均存在显著差异($P<0.05$),证实该参数不能作为大黄鱼的最佳鲜度指标,海鲷(*Sparus aurata*)和黑鲈(*Dicentrarchus labrax*)中亦有类似结果^[36],其他鲷科鱼中也有类似报道^[37-38]。El Marrakchi等^[1]报道摩洛哥沙丁鱼冰藏中,货架期TMA平均值为4.84 mg/(100 g),并指出TMA含量高品质期、次品质期、中间品质期分别为低于1 mg/(100 g)、1~3 mg/(100 g)、3~5 mg/(100 g)。

3.3 大黄鱼货架期优势腐败菌指标

为了鱼品的保鲜防腐,国外对新鲜鱼类腐败细菌进行了长期研究,结果证实,虽然鱼体最初会受到多种微生物的污染,但只有部分细菌参与腐败过程^[39]。这些适合生存和繁殖并产生腐败臭味和异味代谢产物

的菌群,就是该鱼品的特定腐败菌(Specific spoilage organism, SSO)^[15]。特定腐败菌在贮藏中生长比其他微生物快,并且腐败活性强^[39]。由于腐败主要是由特定腐败菌造成,因此特定腐败菌与感官品质之间存在较好的相关性。郭全友等^[16]研究了捕获于东海暖水海域养殖大黄鱼,5℃有氧冷藏货架期终点腐败希瓦氏菌比例为86.0%,因而确认其为优势腐败菌。腐败希瓦氏菌是水生动物和富蛋白食品相关的典型菌,腐败活性强,在低温贮藏过程中适应低温环境,逐渐占据优势地位,能产生硫化物、可把TMAO还原为TMA,导致硫化氢味、水果或酸臭味等异味出现。这是低温贮藏海水鱼腐败希瓦氏菌的腐败特点。大黄鱼在0℃、3℃、7℃、10℃贮藏中,高品质期终点和货架期终点时产H₂S菌数(CFU/g)的对数值分别为5.82±0.33和6.37±0.22,各温度下高品质期终点和货架期终点时产H₂S菌数均值均无显著差异($P>0.05$),表明在0~10℃温度范围,产H₂S菌计数与感官鲜度和保藏期之间具有相当高的一致性。

参考文献:

- [1] El 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.
- [2] 郭全友, 杨宪时, 许钟, 等. 养殖大黄鱼冷藏过程中细菌相变化的研究[J]. 中国水产科学, 2007, 14(2): 301-308.
- [3] 许钟, 蔡作斌, 肖琳琳, 等. 养殖大黄鱼冰藏流通的货架期试验[J]. 海洋渔业, 2004, 26(4): 306-311.
- [4] 姚果琴, 何利平. 银鲳和大黄鱼冰藏保鲜和货架期[J]. 上海水产大学学报, 1992, 1(1-2): 91-94.
- [5] 许钟, 杨宪时, 郭全友, 等. 冷藏大黄鱼货架期预报模型的建立和评价[J]. 中国水产科学, 2005, 12(6): 779-785.
- [6] 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.
- [7] 王联珠, 李晓川, 陈远惠. GB/T 18108-2000 鲜海水鱼[S]. 北京: 中国标准出版社, 2000.
- [8] Taoukis P S, Koutsoumanis K, Nychas G J E. Use of time temperature integrators and predictive modeling for shelf life control of chilled fish under dynamic storage conditions [J]. Int J Food Microbiol, 1999, 53: 21-31.

- [9] 上海市食品卫生监督检验所. GB/T5009.44-2003 食品卫生检验方法理化部分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [10] 许龙福. GB/T5009.179-2003 食品卫生检验方法理化部分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [11] Gram L, Wedell-Neergaard C, Huss H H. The bacteriology of fresh and spoilage Lake Victorian Nile perch (*Lates niloticus*) [J]. Int J Food Microbiol, 1990, 10: 303-316.
- [12] Zwietering M H, Jongenburger I, Rombouts F M, et al. Modeling of the bacterial growth curve [J]. Appl Environ Microbiol, 1990, 56: 1 875-1 881.
- [13] Castell C H, Greenough M F. Grading fish for quality. 1. Trimethylamine values of fillets cut from graded fish [J]. Fish Res Board Can, 1958, 15: 701-705.
- [14] Morita R Y. Psychrophilic bacteria [J]. Bacteriol Rev, 1988, 9: 144-167.
- [15] Gram L, Huss H H. Fresh and processed fish and shellfish [A]. Edited by Lund B M, Baird-Parker T C, Gould G W. The microbiological safety and quality of food[M]. Gaithersburg Maryland USA: Aspen Publishers Inc, 2000: 472-506.
- [16] 郭全友, 许钟, 杨宪时. 冷藏养殖大黄鱼品质变化特性及细菌相分析[J]. 上海水产大学学报, 2006, 15 (2): 216-222.
- [17] Stenstrom I M, G Molin. Classification of the spoilage flora of fish, with special reference to *Shewanella putrefaciens* [J]. J Appl Bacteriol. 1990, 68: 601-618.
- [18] EC. Proposal for a council regulation laying down health conditions for the production and placing on the market of fishery products [J]. Official J Europ Commun, 1990, 33 (c84): 58-70.
- [19] Aubourg S P, Piñeiro C, Gallardo J M, et al. Biochemical changes and quality loss during chilled storage of farmed turbot (*Psetta maxima*) [J]. Food Chem, 2005, 90: 445-452.
- [20] Özogul Y, Özogul F, Kuley E, et al. Biochemical, sensory and microbiological attributes of wild turbot (*Scophthalmus maximus*), from the Black Sea, during chilled storage [J]. Food Chem, 2006, 99: 752-758.
- [21] Özogul Y, Özyurt G, Özogul F, et al. Freshness assessment of European eel (*Anguillanguilla*) by sensory, chemical and microbiological methods [J]. Food Chem, 2005, 92: 745-751.
- [22] 许钟, 杨宪时, 肖琳琳, 等. 低温贮藏罗非鱼微生物学质量变化特性和保藏期 [J]. 中国海洋大学学报, 2005, 35 (4): 621-625.
- [23] 徐家敏, 楼伟风, 林洪, 等. 鲤鱼在不同保藏温度下的质量变化[J]. 中国海洋大学学报, 1989, 19 (2): 128-133.
- [24] 王槌, 郭大钧, 冯媛, 等. 鲮在不同保藏温度下的鲜度变化[J]. 水产学报, 1993, 17 (2): 113-119.
- [25] Gram L, Trolle G, Huss H H. Detection of specific spoilage bacteria from fish stored at low (0 °C) and high (20 °C) temperatures [J]. Int J Food Microbiol, 1987, 4: 65-72.
- [26] Koutsoumanis Koutsoumanis, George-John E Nychas. Application of a systematic experimental procedure to develop a microbial model for rapid fish shelf life prediction [J]. Int J Food Microbiol, 2000, 60: 171-184.
- [27] 奥積昌世. 鮮魚のチルド・フローゼン貯蔵における細菌相の変化[J]. 冷凍, 1986, 61 (1): 120-130.
- [28] Curran C A, Poulter R G, Brueton A, et al. Effect of handling treatment on fillet yields and quality of tropical fish [J]. J Food Technol, 1986, 21: 301-307.
- [29] Botta J R, Lauder J T, Jewer M A. Effect of methodology on the total volatile basic nitrogen (TVB-N) determination as an index of quality of fresh Atlantic cod (*Gadus morhua*) [J]. J Food Sci, 1984, 49: 734-736.
- [30] Ababouch L H, Souibri L, Rhahliby K, et al. Quality changes in sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice and at ambient temperatures [J]. Food Microbiol, 1996, 13: 123-132.
- [31] Özogul F, Polat A, Özogul Y. The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (*Sardina pilchardus*) [J]. Food Chem, 2004, 85: 49-57.
- [32] Perez-Villarreal B, Howgate. Composition of European hake, *Merluccius* [J]. J Sci Food Agric, 1987, 40: 347-356.
- [33] Connell J J. Control of fish quality: 4 th ed. [M]. London: Fishing News Books Limited, 1995.
- [34] Huss H H. Fresh fish quality and quality changes [M]. FAO Fisheries Series No. 29. FAO, Rome.
- [35] Stansby M E, Olcott H S. Composition of fish. in industrial fishery technology [M]. New York: Reinhold Pub, 1963.
- [36] Cakl S, Kilinc B, Cadun A, et al. Effect of uncutting on microbiological, chemical and sensory properties of aquacultured sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice [J]. Eur Food Res Technol, 2006, 222: 719-726.
- [37] Huidobro A, Mendes R, Nunes M L. Slaughtering of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) in liquid ice: Influence of fish quality [J]. Eur Food Res Technol, 2001, 213: 267-272.
- [38] Kyrana V R, Lougovois V P, Valsamis D S. Assessment of shelf-life of maricultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*) stored in ice [J]. Int J Food Sci Technol, 1997, 32: 339-347.
- [39] Dalgaard P. Fresh and lightly preserved seafood [A]. Man C M D, Jones A A. Shelf life Evaluation of Foods[M]. Gaithersburg Maryland

USA: Aspen Publishers Inc, 2000: 110–139.

Changes of freshness in cultured *Pseudosciaena crocea* during chilled storage

LI Xue-ying^{1,2}, XU Zhong¹, GUO Quan-you¹, YANG Xian-shi¹

(1. East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China; 2. Food Science College, Shanghai Ocean University, Shanghai 200090, China)

Abstract: Sensory chemical and microbiological analyses were carried out on cultured *Pseudosciaena crocea* stored aerobically at 0 °C (in ice), 3 °C, 7 °C and 10 °C. During storage, high quality life and shelf life of *Pseudosciaena crocea* were also studied in order to investigate its chilled chain distribution feasibility. At the same time, the correlation between the numbers of the total aerobic counts, *Psychrobacter*, *Pseudomonas* spp., H₂S-producing bacteria, TVBN, TMA and sensory freshness were discussed. The results showed that the freshness of *Pseudosciaena crocea* which is a species of warm seawater fish decreased relatively slowly at 0–10 °C. Low storage temperature had a great effect on the storability of *Pseudosciaena crocea*, and high quality lives of fish stored aerobically at 0 °C, 3 °C, 7 °C and 10 °C were 330 h, 208 h, 114 h and 87 h, respectively and the shelf lives were 523 h, 368 h, 197 h and 150 h, respectively. Under those 4 different temperatures, at the end of high quality life and the end of shelf life, the average logarithm counts of total aerobic bacteria (CFU/g) were (6.10 ± 0.30) and (6.67 ± 0.35) ; H₂S-producing bacteria were (5.82 ± 0.33) and (6.37 ± 0.22) , respectively. Meanwhile, the average value of TVBN were (14.77 ± 0.5) mg/(100 g) and (28.02 ± 1.19) mg/(100 g), respectively. What's more, the average value of TMA reached (2.55 ± 0.62) mg/(100 g) and (9.84 ± 1.28) mg/(100 g), respectively. There were no significant differences ($P > 0.05$) among TVC, H₂S-producing bacteria and TVBN values at the four temperatures. The results showed that as freshness indicators, TVC, H₂S-producing bacteria and TVBN values had some errors at the beginning of the storage time, but the correlation among them was fit at the end of the storage period. [Journal of Fishery Sciences of China, 2009, 16 (3): 442–450]

Key words: *Pseudosciaena crocea*; freshness change; shelf life; dominant spoilage bacteria

Corresponding author: YANG Xian-shi. E-mail: xianshiyang@126.com