

# 不同贮藏温度下低盐腌渍大黄鱼鲜度及细菌菌相变化

何木<sup>1,2</sup>, 郭全友<sup>2,\*</sup>, 李保国<sup>1,\*</sup>, 姜朝军<sup>2</sup>, 包海蓉<sup>3</sup>, 李学英<sup>2</sup>  
 (1.上海理工大学医疗器械与食品学院, 上海 200093;  
 2.中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090;  
 3.上海海洋大学食品学院, 上海 201306)

**摘要:**为研究低盐腌渍大黄鱼的鲜度变化与其腐败细菌的关系,对低盐腌渍大黄鱼在5、15和25℃下贮藏过程中的感官、总挥发性盐基氮(TVBN)、硫代巴比妥酸(TBA)及菌落总数(TVC)进行了测定,并通过MIDI气相色谱法对其细菌菌相进行分析。结果表明,随着贮藏时间的延长,感官评分降低,TVBN、TBA、TVC显著( $p<0.05$ )增长,5、15和25℃贮藏下的货架期分别为29、14、4 d。货架期终点时,感官评分、TVBN、TBA和TVC分别为(1.05±0.05)、(29.53±1.03) mg/100 g、(0.40±0.06) mg/100 g和(7.60±0.40) lg(cfu/g)。另一方面,大黄鱼中共分离鉴定出14种细菌,其特定腐败菌因贮藏温度变化而有所差异,在5℃贮藏下为彭氏变形杆菌,在15℃和25℃贮藏下为产气肠杆菌。通过比较,发现特定腐败菌比例与TVBN变化存在极显著相关性( $p<0.01$ ),而与TBA的相关性并不显著( $p>0.05$ ),说明肠杆菌科细菌是通过分解氮类并产生挥发性盐基氮从而导致低盐腌渍大黄鱼在贮藏过程中的腐败。

**关键词:**低盐腌渍大黄鱼, 货架期, 细菌菌相, 特定腐败菌

## Freshness and bacterial composition changes in lightly salted *Pseudosciaena crocea* stored at different temperatures

HE Mu<sup>1,2</sup>, GUO Quan-you<sup>2,\*</sup>, LI Bao-guo<sup>1,\*</sup>, JIANG Chao-jun<sup>2</sup>, BAO Hai-rong<sup>3</sup>, LI Xue-ying<sup>2</sup>

(1.School of Medical Instrument and Food Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China;

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

3.School of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** To study the correlation between the freshness and the spoilage bacteria of lightly salted *Pseudosciaena crocea*, the sensory, TVBN, TBA and TVC of lightly salted *Pseudosciaena crocea* stored at 5 °C, 15 °C and 25 °C were investigated and its bacterial composition was analyzed using MIDI GC. The results showed that sensory quality decreased and there was significant ( $p<0.05$ ) increase in TVBN, TBA and TVC with storage time. The shelf-lives of lightly salted *Pseudosciaena crocea* stored at 5 °C, 15 °C and 25 °C were determined as 29 d, 14 d, 4 d respectively. At the end of shelf-lives, sensory, TVBN, TBA and TVC were changed to (1.05±0.05), (29.53±1.03) mg/100 g, (0.40±0.06) mg/100 g and (7.60±0.40) lg(cfu/g), respectively. Besides, a complex bacterial composition consisting of 14 strains were isolated and identified. The specific spoilage organisms of lightly salted *Pseudosciaena crocea* stored at 5°C, 15°C and 25 °C were respectively *Proteus penneri*, *Enterobacter aerogene* and *Enterobacter aerogene*, belonging to *Enterobacteriaceae*. According to the comparison, it was proved that there was a significant correlation between the the specific spoilage bacteria ratio and TVBN ( $p<0.01$ ), but the correlation with the TBA was not significant ( $p>0.05$ ), which meant *Enterobacteriaceae* leads to the spoilage of lightly salted *Pseudosciaena crocea* through the decomposition of nitrogen and production of TVBN during storage.

**Key words:** lightly salted *Pseudosciaena crocea*; shelf life; bacterial composition; specific spoilage organism

中图分类号: TS201.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2015)24-0305-06

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2015.24.058

收稿日期: 2015-04-29

作者简介: 何木(1990-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 水产品加工与安全保障, E-mail: 492633495@qq.com.

\* 通讯作者: 郭全友(1974-), 男, 博士, 副研究员, 研究方向: 水产品加工与安全保障, E-mail: dhsguoqy@163.com.

李保国(1961-), 男, 博士, 教授, 研究方向: 食品和农产品加工新技术, E-mail: lbaoguo@126.com.

基金项目: 国家自然科学基金项目(31371867); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(2011M04, 2014G02)。

大黄鱼 (*Pseudosciaena crocea*) 以其味道鲜美、营养丰富成为传统滋补佳品,素有“国鱼”之美誉,深受消费者喜爱。养殖大黄鱼以冰鲜和冷冻为主,迫切需要开发精深加工品,延伸产业链,提高产品附加值。目前,腌渍加工已成为大黄鱼主要加工形式,也是消费者广为接受的传统产品。随着人们趋向健康饮食和方便即用的消费需求,向新鲜、低盐、高水分等最小化加工方向发展。低盐腌渍大黄鱼是经“三去”(去头、内脏、鳞)、腌渍、干燥、包装而成的大黄鱼制品,因其含盐分低、含水量较高极易导致微生物生长繁殖,产品鲜度下降和货架期短等问题随之出现<sup>[1]</sup>。国内外研究表明,鱼体鲜度及货架期受鱼体大小、种类、贮藏条件及生理状况等因素影响,导致了鱼体具有自身特有的腐败菌群、腐败范围和腐败特征等,其中腐败菌群的活动是导致鲜鱼腐败的主要原因<sup>[2-3]</sup>。然而,鱼体所含微生物并非全部参与腐败过程,其中生长和繁殖占绝对优势并且产生强烈异味、臭味的腐败代谢产物的微生物是该鱼的特定腐败菌 (Specific Spoilage Organism, SSO)。目前,国内对冰鲜、冷藏和气调包装大黄鱼的鲜度及特定腐败菌进行了研究,如戴志远等<sup>[4]</sup>研究了气调包装养殖大黄鱼中磷发光杆菌在贮藏过程中的动态变化,郭全友等<sup>[5]</sup>确定了低温和室温贮藏大黄鱼SSO分别为腐败希瓦氏菌和气单胞菌,构建了0~25℃范围内的3种货架期和剩余货架期预测模型。而对低盐、略酸化、高水分的腌渍大黄鱼细菌相变化及特定腐败菌的系统性研究仍然较少。

本研究拟对低盐腌渍大黄鱼在5、15和25℃贮藏过程中感官 (Sensory Evaluation, SE)、总挥发性盐基氮 (Total Volatile Base Nitrogen, TVBN)、硫代巴比妥酸 (Thiobarbituric Acid, TBA)、菌落总数 (Total Viable Counts, TVC) 等鲜度指标进行研究,并对细菌菌相变化和特定腐败菌进行分析,探究低盐腌渍大黄鱼的鲜度变化与细菌菌相变化之间的关系,为大黄鱼鲜度保持、特定腐败菌控制及货架期延长等技术开发提供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与仪器

鲜活大黄鱼 捕捞自福建省宁德市附近东海海域; 营养琼脂 上海华康科技开发公司; 高氯酸

(AR)、2-硫代巴比妥酸 (BR) 国药集团; 盐酸标准溶液 (0.01 mol/L) 深圳市博林达科技有限公司; GEN-III 鉴定平板 美国 BIOLOG 公司。

LRH-150CA 低温培养箱 上海一恒科学仪器有限公司; KDN-103F 自动定氮仪 上海纤检仪器有限公司; LabTech 紫外可见分光光度计 北京莱伯泰科仪器股份有限公司; BIOLOG 微生物半自动鉴定仪 美国 BIOLOG 公司; Sherlock MIS 微生物鉴定系统 美国 MIDI 公司。

### 1.2 实验方法

1.2.1 样品处理及贮藏 选取300~400 g/条的鲜活养殖大黄鱼,冰鲜运达加工厂,经三去、腌渍、干燥和真空包装,水分含量控制在53%~57%,具体工艺及参数见表1。真空包装后放入泡沫箱内,用冷藏车15 h内送至上海实验室。把样品分成3组,放入高精度低温培养箱中,控制温度为(5±0.1)、(15±0.1)、(25±0.1)℃,放入时间为初始点。根据不同贮藏温度品质变化情况间隔取样,进行感官、TVC、TVBN、TBA等指标的测定,以及对其细菌菌群进行分离、纯化和鉴定,直到样品出现异臭味达到理化指标的终点。每次随机选取3条低盐腌渍大黄鱼进行平行实验,实验数据取均值。

1.2.2 感官和货架期评价 挑选9位经过培训的人员进行感官评定,根据外观色泽、气味、煮熟后肉质和口感等作出评分。感官评价分为1~5分。评价小组依照感官评价标准(表2)进行评分。1为可接受极限即感官拒绝点,当超过5名评价员评分为1时,并参考《SC/T3216-2006半干淡盐黄鱼》中的品质指标,综合判断为货架期的终点。

1.2.3 微生物计数 参照GB/T4789.2-2010进行测定。

1.2.4 TVBN含量测定 参照《SC/T3216-2006半干淡盐黄鱼》,按半微量定氮法测定TVBN,每个样品至少做2个平行。

1.2.5 TBA测定 采用标准曲线法。称取打碎的样品10 g左右,记录下准确质量,加入90 mL三氯乙酸,静置,过滤,取10 mL上清液,依次加入5 mL的5% TBA、200 μL的1% SDS和5 mL的20%乙酸,水浴50 min,3000 r/min离心15 min,532 nm处测吸光度。

1.2.6 微生物的分离、纯化、鉴定 参照《常见细菌

表1 低盐腌渍大黄鱼加工流程

Table 1 The processing flow chart of lightly salted *Pseudosciaena crocea*

时间/履历	0~12 h	12~14 h	14~36 h	36~60 h	60~62 h
加工流程	鲜鱼捕获后冰鲜运达加工厂	去内脏、鳞、腮	低温(8~12℃)腌渍	冷风(22℃)干燥	真空包装

表2 低盐腌渍大黄鱼鲜度评价标准表

Table 2 Evaluation standards for the freshness of lightly salted *Pseudosciaena crocea*

指标	品质好(5分)	品质较好(4分)	一般品质(3分)	低品质(2分)	感官拒绝点(1分)
体表	汤汁色泽透明,体色鲜艳	肉体颜色发暗,汤汁颜色略浑浊	肉体颜色发暗,汤汁颜色略浑浊	肉体颜色暗浊	汤汁肉色皆浑浊
气味	生腥味较强烈,蒸煮后有香味	蒸煮后有异味	蒸煮后异味明显	有异臭味	异臭味无法接受
蒸后肉质	鲜嫩,较滑,爽口,有嚼劲	嚼劲不够,肌肉没有弹性	肌肉松软没有弹性	松软,泥状	泥状
肉味	淡盐味,鲜香	较咸,鲜香渐消失	香味完全消失	腥臭味,难以下咽	感官无法接受,避而远之

系统鉴定手册》<sup>[6]</sup>、海产鱼类细菌鉴定图<sup>[7]</sup>,综合菌落形态学、细胞形态学、生态学、生理生化等特征进行分组,使用MIDI微生物鉴定系统对细菌进行鉴定,若同组出现相异鉴定结果,再采用BIOLOG细菌鉴定仪和16S rRNA测序法进行确认。

1.2.7 数据统计分析 采用WPS Excel、SPSS 19.0等软件进行数据处理及显著性分析。

## 2 结果与讨论

### 2.1 低盐腌渍大黄鱼不同贮藏温度下各鲜度指标变化

2.1.1 感官评价 新鲜的低盐腌渍大黄鱼盐度2.05%,水分含量54%,蒸煮后咸味适中,富有弹性,初始感官评价为(5.00±0.01)分。随着贮藏时间的增加,低盐腌渍大黄鱼的鲜度整体呈下降趋势(见图1)。在相同的贮藏时间内,贮藏温度越高,低盐腌渍大黄鱼感官评价下降越快。5℃贮藏的低盐腌渍大黄鱼3 d内感官评分为(5.00±0.01),鲜度未出现明显变化,第4 d后鱼体颜色变暗,感官评分呈快速下降趋势;15℃与25℃贮藏的样品鲜度下降较快,尤其是25℃贮藏的样品鲜度呈直线下降,说明低盐腌渍大黄鱼在15℃以上贮藏极易腐败变质。5、15和25℃贮藏低盐腌渍大黄鱼分别在29、14和4 d出现异臭味,肉质松软,感官评分分别为(1.00±0.05)、(1.10±0.04)和(1.00±0.05),平均值为(1.05±0.05)分。因此,综合判断5、15和25℃贮藏低盐腌渍大黄鱼的感官拒绝点分别为29、14和4 d。

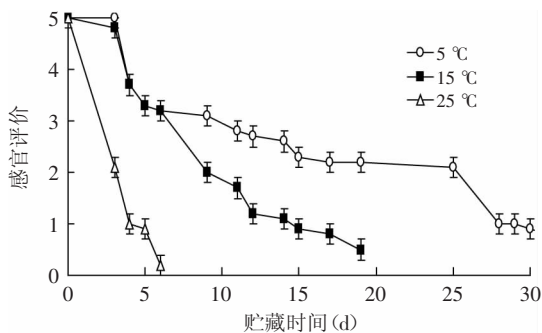


图1 不同温度下低盐腌渍大黄鱼感官评价的变化  
Fig.1 Changes in sensory evaluation of lightly salted *Pseudosciaena crocea* stored at different temperatures

2.1.2 TVBN和TBA的变化 低盐腌渍大黄鱼贮藏初始的TVBN为(8.93±0.12) mg/100 g,三种温度下低盐腌渍大黄鱼的TVBN值都随着保存时间延长而升高(见图2)。5℃贮藏的低盐腌渍大黄鱼在初始3 d内TVBN变化平缓,第3 d开始较快上升,之后缓慢升高。15℃的低盐腌渍大黄鱼在初始3 d内TVBN增长较快,在第4 d到第12 d变化平缓,随后又较快上升。25℃低盐腌渍大黄鱼TVBN则一直保持较快增长。

低盐腌渍大黄鱼在5℃贮藏29 d、15℃贮藏14 d和25℃贮藏4 d时,TVBN分别为(30.56±0.73)、(27.20±0.57)、(30.84±0.86) mg/100 g,均值为(29.53±1.03) mg/100 g,与《SC/T3216-2006半干淡盐黄鱼》中TVBN的限量标准(30.00 mg/100 g)基本一致。杨文鸽等<sup>[8]</sup>测定的冰藏大黄鱼终点时TVBN为30.29 mg/100 g,李学英等<sup>[9]</sup>测定的冷藏大黄鱼终点时TVBN为(28.02±

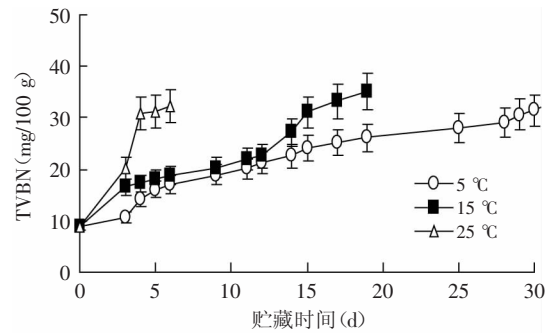


图2 不同温度下低盐腌渍大黄鱼TVBN的变化  
Fig.2 Changes in TVBN of lightly salted *Pseudosciaena crocea* stored at different temperatures

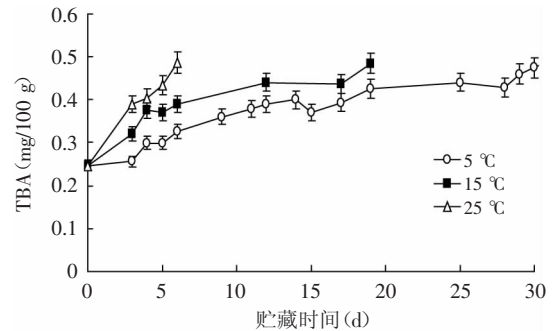


图3 不同温度下低盐腌渍大黄鱼TBA的变化  
Fig.3 Changes in TBA of lightly salted *Pseudosciaena crocea* at different temperatures

1.19) mg/100 g,均与本实验结论接近。因此综合感官评价和TVBN进行货架期判断具有一定说服力。

TBA值反映低盐腌渍大黄鱼脂肪氧化程度,由图3可知,低盐腌渍大黄鱼初始TBA值为(0.25±0.02) mg/100 g,随着贮藏时间的增加,TBA值呈增长趋势。25℃时低盐腌渍大黄鱼的TBA值在贮藏过程中增长较快,到达货架期终点时为(0.49±0.03) mg/100 g;15℃和5℃贮藏过程中,低盐腌渍大黄鱼的TBA值缓慢升高,到达货架期终点时的TBA值分别为(0.33±0.03) mg/100 g和(0.43±0.04) mg/100 g,均值为(0.40±0.06) mg/100 g。

与TBA相比,TVBN更能够反应大黄鱼的腐败水平,因为肉类腐败产生的气味多来自于挥发性盐基氮。检测TBA值是利用丙二醛与TBA发生显色反应,并且在532 nm处测吸光度可以反映丙二醛含量的原理,但研究表明TBA与其他醛类物质也能发生反应,而这些醛类物质有些为风味物质,不能作为腐败程度的指标<sup>[10]</sup>。TBA在检测的过程中还表现出了数据不稳定性以及无规律性,如15℃低盐腌渍大黄鱼TBA值变化所示。

2.1.3 菌落总数(TVC)的变化 细菌的增殖代谢是低盐腌渍大黄鱼肉质腐败的重要原因。由图4可知,随着贮藏时间的增加,菌落总数呈上升趋势,且在相同贮藏时间里,贮藏温度越高,菌落总数的增长越快。低盐腌渍大黄鱼初始点菌落总数为(5.72±0.12) lg(cfu/g),相比于15℃和5℃贮藏的低盐腌渍大黄鱼,25℃贮藏的低盐腌渍大黄鱼的微生物增殖速率极快。货架期终点时,5、15和25℃的低盐腌渍大黄鱼的

菌落总数分别为8.00 lg (cfu/g)、7.70 lg (cfu/g)和7.10 lg (cfu/g),均值为(7.60±0.40) lg (cfu/g),与张雯等<sup>[11]</sup>在货架期终点时测得冰鲜大黄鱼的菌落总数6~7 lg (cfu/g)相比较,可能是因为低温贮藏抑制腐败细菌生长。

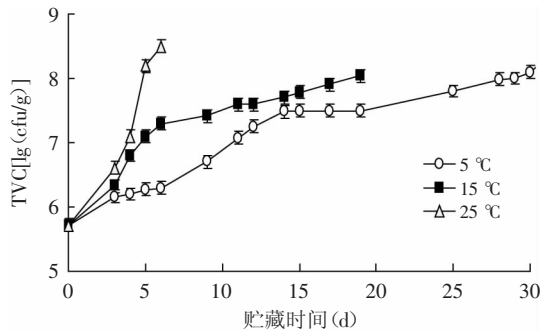


图4 不同温度下低盐腌渍大黄鱼TVC的变化

Fig.4 Changes in TVC of lightly salted *Pseudosciaena crocea* at different temperatures

### 2.2 低盐腌渍大黄鱼不同贮藏温度下细菌菌相变化

低盐腌渍大黄鱼初始共分离出14种细菌,菌群组成及比例见表3。其中革兰氏阳性菌共3种,包括冷解糖芽孢杆菌、黏膜炎布兰汉球菌、巨大芽孢菌;革兰氏阴性菌共11种,包括静止嗜冷杆菌、气味沙雷菌、类芽孢杆菌、彭氏变形杆菌、产气肠杆菌、中间克鲁瓦氏菌、美人鱼发光杆菌、腐败希瓦氏菌、普通变形杆菌等,其中冷解糖芽孢杆菌、产气肠杆菌、中间克鲁瓦氏菌、静止嗜冷杆菌、彭氏变形杆菌所占比例较高,分别为32.72%、16.96%、10.91%、7.27%、8.48%,而有氧冷藏海水鱼常见的特定腐败菌希瓦氏菌含量则很低<sup>[12-14]</sup>,只有1.81%。低盐腌渍大黄鱼初始菌相可认为是未加工的生鲜大黄鱼鱼体菌相,因此在一定程度上,可根据表3推断出其养殖海域海水细菌组成状况。

大黄鱼在低盐腌渍及不同温度贮藏的过程中菌相会发生变化。如图5所示,三种温度下,美人鱼发光杆菌、腐败希瓦氏菌、巨大芽孢菌、普通变形杆菌、肠道沙门氏菌、霍利斯格里蒙菌均随着贮藏过程逐渐消亡;冷解糖芽孢杆菌、静止嗜冷杆菌、气味沙雷菌、黏膜炎布兰汉球菌、类芽孢杆菌则表现出不规律的生长趋势,但最终含量也趋于最低。5 °C低盐腌渍大黄鱼中彭氏变形杆菌在货架期终点时比例为77.78% (图5a); 15 °C低盐腌渍大黄鱼中产气肠杆菌在货架期终点时为87.50% (图5b); 25 °C低盐腌渍大黄鱼中产气肠杆菌在终点时为97.50% (图5c),均显著高于同温度下的其他细菌,因此可认为5 °C的SSO为彭氏变形杆菌,15 °C和25 °C的SSO为产气肠杆菌。彭氏变形杆菌和产气肠杆菌均属于肠杆菌科,具有易培养、繁殖快、腐败能力强等特点。由表3可知,彭氏变形杆菌和产气肠杆菌初始比例分别为8.48%和16.96%,并未占绝对优势,而在终点时均极显著高于其他细菌 ( $p < 0.01$ ),这表明肠杆菌科细菌在低盐腌渍大黄鱼体环境下代谢利用能力比其他细菌强。

有研究显示,冷藏大黄鱼的特定腐败菌为希瓦

表3 低盐腌渍大黄鱼中初始细菌的数量和比例

Table 3 Classification and identification of the initial bacteria in lightly salted *Pseudosciaena crocea*

菌株编号	名称	革兰氏染色	比例 (%)
A	冷解糖芽孢杆菌 ( <i>Bacillus psychrosaccharolyticus</i> )	+	32.72
B	中间克鲁瓦氏菌 ( <i>Kluyvera intermedia</i> )	-	10.91
C	彭氏变形杆菌 ( <i>Proteus penneri</i> )	-	8.48
D	产气肠杆菌 ( <i>Enterobacter aerogene</i> )	-	16.96
E	静止嗜冷杆菌 ( <i>Psychrobacter immobilis</i> )	-	7.27
F	类芽孢杆菌 ( <i>Paenibacillus validus</i> )	-	5.45
G	气味沙雷菌 ( <i>Aeromonas ichthiosmia</i> )	-	1.82
H	黏膜炎布兰汉球菌 ( <i>Psychrobacter immobilis</i> )	+	1.82
I	美人鱼发光杆菌 ( <i>Photobacterium damsela</i> )	-	1.81
J	腐败希瓦氏菌 ( <i>Shewanella putrefaciens</i> )	-	1.81
K	巨大芽孢菌 ( <i>Bacillus psychrosaccharolyticus</i> )	+	1.81
L	普通变形杆菌 ( <i>Acinetobacter calcoaceticus</i> )	-	1.81
M	肠道沙门氏菌 ( <i>Salmonella enterica</i> )	-	1.81
N	霍利斯格里蒙菌 ( <i>Grimontia hollisae</i> )	-	1.81

氏菌<sup>[15]</sup>,与本实验的结论不同。本实验中,腐败希瓦氏菌仅在贮藏初始时微量存在,在贮藏过程中很快消亡(图5),这可能是因为本实验中大黄鱼的内脏已去除,在一定程度上削弱了腐败希瓦氏菌的营养来源,且腌渍和干燥的过程也在很大程度上抑制了腐败希瓦氏菌的生长<sup>[16-18]</sup>。对贮藏过程中的特定腐败菌比例与化学鲜度指标(TVBN和TBA)进行相关性分析,发现三种温度下的货架期内,特定腐败菌比例(图5)均与TVBN(图2)存在显著相关性( $p < 0.01$ ),而与TBA的相关性并不显著( $p > 0.05$ ),说明肠杆菌科细菌对低盐腌渍大黄鱼主要作用表现为氮的利用,有机氮被分解为无机氮以及TVBN值的升高导致了低盐腌渍大黄鱼的腐败。李彬等<sup>[19]</sup>发现肠杆菌科细菌具有较强的分解氨基酸并产生尸胺的能力,张全国等<sup>[20]</sup>也发现有机氮源对肠杆菌的生长有着重要的影响,说明有机氮类是肠杆菌科细菌的主要代谢来源,这与本实验的结论接近。

### 3 结论

低盐腌渍大黄鱼贮藏初始的感官评价、TVBN、TBA、TVC分别为(5.00±0.01)、(8.93±0.12) mg/100 g、(0.25±0.02) mg/100 g、(5.72±0.12) lg (cfu/g),到货架期终点时,分别为(1.05±0.05)、(29.53±1.03) mg/100 g、

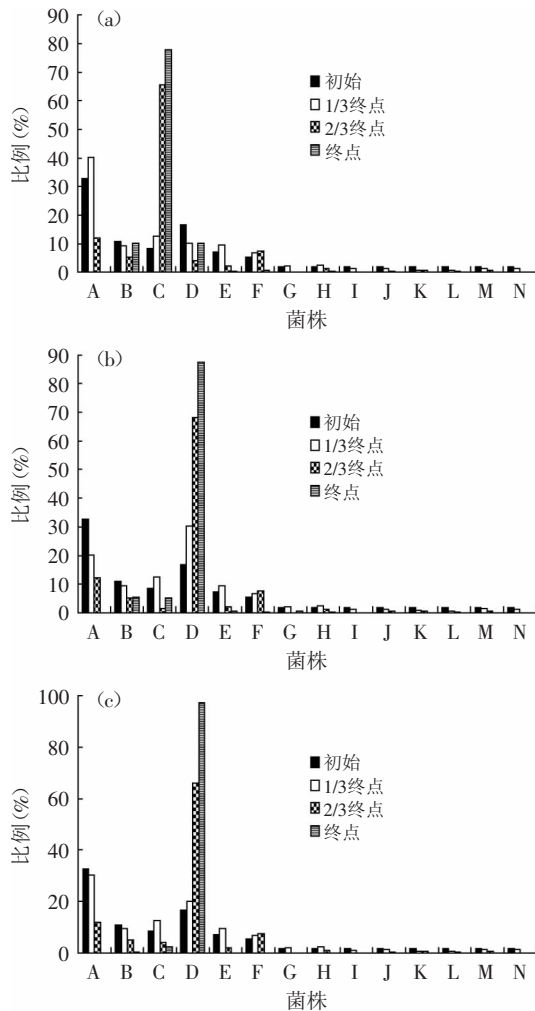


图5 不同温度下低盐腌渍大黄鱼细菌的比例变化

Fig.5 Changes in spoilage bacteria percentages of lightly salted

*Pseudosciaena crocea* stored at different temperatures

注: 图5中菌株编号与表3菌株编号对应; (a) 5 °C; (b) 15 °C;

(c) 25 °C。

(0.40±0.06) mg/100 g、(7.60±0.40) lg (cfu/g)。确定5、15和25 °C贮藏低盐腌渍大黄鱼的货架期分别为29、14和4 d。

低盐腌渍大黄鱼初始共分离到14种细菌, 其中冷解糖芽孢杆菌、黏膜炎布兰汉球菌、巨大芽孢菌为革兰氏阳性菌; 静止嗜冷杆菌、气味沙雷菌、类芽孢杆菌、彭氏变形杆菌、产气肠杆菌、中间克鲁瓦氏菌、美人鱼发光杆菌、腐败希瓦氏菌、普通变形杆菌等为革兰氏阴性菌。5~25 °C贮藏低盐腌渍大黄鱼特定腐败菌为肠杆菌科, 其中5 °C贮藏时为彭氏变形杆菌, 15 °C和25 °C贮藏时为产气肠杆菌。

特定腐败菌变化与TVBN存在极显著性相关 ( $p < 0.01$ ), 而与TBA的相关性并不显著 ( $p > 0.05$ ), 说明肠杆菌科细菌是通过分解氮类并产生挥发性盐基氮从而导致低盐腌渍大黄鱼在贮藏过程中的腐败。

#### 参考文献

[1] 别春彦, 许钟, 杨究时. 淡腌黄鱼在不同温度下贮藏的微生物及鲜度变化[J]. 南方水产, 2005(4): 60-63.

[2] 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.

[3] 郭全友, 杨究时, 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.

[4] 戴志远, 翁丽萍. 气调保鲜养殖大黄鱼特定腐败菌动态变化初步研究[J]. 中国食品学报, 2010(1): 122-126.

[5] 郭全友, 王锡昌, 杨究时, 等. 不同贮藏温度下养殖大黄鱼货架期预测模型的构建[J]. 农业工程学报, 2012, 28(10): 267-273.

[6] 东秀珠, 蔡妙英. 常见细菌系统鉴定手册[M]. 北京: 科学出版社, 2001.

[7] 须山三千三, 鸿巢章二. 水产食品学[M]. 东京: 恒星社厚生阁, 1987: 111-118.

[8] 杨文鸽, 薛长湖, 徐大伦, 等. 大黄鱼冰藏期间ATP关联物含量变化及其鲜度评价[J]. 农业工程学报, 2007(6): 217-222.

[9] 李学英, 许钟, 郭全友, 等. 大黄鱼冷藏过程中的鲜度变化[J]. 中国水产科学, 2009(3): 442-450.

[10] 付兆辉, 李崎, 顾国贤. 啤酒老化的预测—TBA值测定方法的探讨[J]. 食品与发酵工业, 2004(3): 97-101.

[11] 张雯, 倪莉, 吕旭聪, 等. 大黄鱼鲜度评价及鲜度与细菌菌群的关系[J]. 中国食品学报, 2013(7): 181-188.

[12] Zhang Q, Lin H, Sui J, et al. Effects of Fab' fragments of specific egg yolk antibody (IgY-Fab') against shewanella putrefaciens on the preservation of refrigerated turbot[J]. J Sci Food Agric, 2015(1): 136-140.

[13] S T Tapia-Paniagua, S Vidal, C Lobo, et al. The Treatment with The Probiotic Shewanella Putrefaciens Pdp11 of Specimens of Solea Senegalensis Exposed to High Stocking Densities to Enhance Their Resistance to Disease[J]. Fish Shellfish Immunol, 2014(2): 209-221.

[14] Lobo C, Moreno-Ventas X, Tapia-Paniagua S, et al. Dietary probiotic supplementation (*Shewanella Putrefaciens* Pdp11) modulates gut microbiota and promotes growth and condition in senegalese sole larviculture[J]. Fish Physiol Biochem, 2014(1): 295-309.

[15] 郭全友, 许钟, 杨究时. 养殖大黄鱼加工和冰藏过程中鲜度和细菌类型的变化[J]. 海洋渔业, 2008(3): 261-267.

[16] Kang CH, Shin Y, Jeon H, et al. Antibiotic resistance of *Shewanella Putrefaciens* isolated from shellfish collected from the west sea in korea[J]. Mar Pollut Bull, 2013(1-2): 85-88.

[17] Li C, Ying Q, Su X, et al. Development and application of reverse transcription loop-mediated isothermal amplification for detecting live *Shewanella Putrefaciens* in preserved fish sample[J]. J Food Sci, 2012(4): M226-M230.

[18] Auawithoothij, W Noomhorm, A Shewanella Putrefaciens. A major microbial species related to tetrodotoxin (TTX) - accumulation of puffer fish lagocephalus lunaris[J]. Journal of Applied Microbiology, 2012(2): 459-465.

[19] 李彬, 舒蕊华, 徐幸莲, 等. 液体培养条件下产气肠杆菌与阴沟肠杆菌产生物胺交互作用研究[J]. 食品科学, 2012(5): 160-164.

[20] 张全国, 赫倚凤, 胡建军, 等. 产气肠杆菌厌氧发酵产氢工艺实验[J]. 农业机械学报, 2014(2): 176-181.