

研究报告

## 复合乳酸菌对冷藏海鲈鱼块的保鲜效果

唐文静 宁喜斌\* 王楚文 柳云龙

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

**摘要:**【目的】研究复合乳酸菌对冷藏海鲈鱼块的保鲜效果。【方法】以冷藏海鲈鱼块为对象,筛选出 3 株能够明显抑制其优势腐败菌(草莓假单胞菌 *Pseudomonas fragi*, 腐败希瓦氏菌 *Shewanella putrefacens*)生长的单一乳酸菌,同时也筛选出对其优势腐败菌具有最显著抑制效果的一组复合乳酸菌,再将该复合乳酸菌接种到海鲈鱼块上,在 4 °C 冷藏过程中,通过感官评定、挥发性盐基氮(TVB-N 值)的测定和优势腐败菌的计数来评价复合乳酸菌对冷藏海鲈鱼块的保鲜效果。【结果】单一乳酸菌(干酪乳杆菌 LC1、植物乳杆菌 LP1 和乳酸菌 L3)对 2 株冷藏海鲈鱼优势腐败菌的抑制效果明显;复合乳酸菌(干酪乳杆菌 LC1+植物乳杆菌 LP1+乳酸菌 L3)的抑菌效果最为显著;在 4 °C 冷藏过程中,复合乳酸菌能使冷藏海鲈鱼块发生感官变化延缓 6 d、使 TVB-N 值的升高延缓 2 d,同时显著抑制优势腐败菌的生长。【结论】复合乳酸菌对冷藏海鲈鱼块具有良好的保鲜作用,能有效延长其货架期。

**关键词:** 复合乳酸菌, 保鲜, 冷藏, 海鲈鱼块

## Effects of lactic acid bacteria consortium on sea bass pieces in cooling storage

TANG Wen-Jing NING Xi-Bin\* WANG Chu-Wen LIU Yun-Long

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

**Abstract:** [Objective] We evaluated the effects of lactic acid bacteria consortium on sea bass pieces in cooling storage. [Methods] Three lactic acid bacteria were verified to inhibit *Pseudomonas fragi* and *Shewanella putrefacens* in sea bass pieces. Then we formulated a consortium based on the verified lactic acid bacteria to treat the fish before cooling. The changes of sensory analysis, total volatile base nitrogen (TVB-N values) and specific spoilage organism count indices during cooling at 4 °C were measured. [Results] The inhibitory effects of single *Lactobacillus casei* LC1, *Lactobacillus plantarum* LP1 and lactic acid bacteria L3 on *Pseudomonas fragi* and *Shewanella putrefacens* were observed. The consortium, composed of *Lactobacillus casei* LC1, *Lactobacillus plantarum* LP1 and lactic acid bacteria L3, significantly inhibited specific spoilage organism, *Pseudomonas fragi* and *Shewanella putrefacens*. During the cooling storage of sea bass pieces treated with the consortium, the changes of

**Foundation item:** Shanghai Engineering Research Center (No. 11DZ2280300)

\*Corresponding author: Tel: 86-21-65710706; E-mail: xbning@shou.edu.cn

**Received:** August 06, 2015; **Accepted:** November 26, 2015; **Published online** (www.cnki.net): January 07, 2016

**基金项目:** 上海市科委工程中心建设(No. 11DZ2280300)

\*通讯作者: Tel: 86-21-65710706; E-mail: xbning@shou.edu.cn

**收稿日期:** 2015-08-06; **接受日期:** 2015-11-26; **优先数字出版日期**(www.cnki.net): 2016-01-07

sensory and TVB-N values were delayed for 6 d and 2 d, respectively. **[Conclusion]** Lactic acid bacteria consortium could effectively extend the shelf-life of sea bass pieces during cooling storage.

**Keywords:** Lactic acid bacteria, Preservation, Cold storage, Sea bass pieces

乳酸菌(Lactic acid bacteria, LAB)及其代谢产物因具有良好的抗菌活性和安全性,已成为一种新型的生物保鲜剂,并广泛地应用于乳制品、肉制品、果蔬和水产品等领域<sup>[1-2]</sup>。目前应用于食品保鲜的乳酸菌主要有乳球菌属(*Lactococcus*)、乳杆菌属(*Lactobacillus*)、明串珠菌属(*Leuconostoc*)、肉食杆菌属(*Carnobacterium*)、肠杆菌属(*Enterococcus*)和双歧杆菌属(*Bifidobacterium*)等,而乳杆菌属研究的最多<sup>[3]</sup>。乳酸菌作为生物保鲜剂,主要应用于抑制食品致病菌和腐败菌<sup>[4]</sup>。Matamoros 等<sup>[5]</sup>研究了利用乳酸菌抑制熟虾中的单核李斯特菌,结果发现 *Lc. piscium* EU2241 和 *Leuc. gelidum* EU2247 能抑制单核李斯特菌的生长。Matijašić 等<sup>[6]</sup>通过在半硬质奶酪中加入 *Lactobacillus gasseri* K7 (Rifr)来抑制梭状芽孢杆菌(*Clostridia*)。

海鲈鱼不仅肉质细腻鲜美、少有鱼骨,且具有丰富的营养价值<sup>[7]</sup>。随着海鲈鱼市场需求的增加,海鲈鱼的保鲜研究显得尤为重要,然而目前的相关研究还尚少<sup>[8]</sup>。Kostaki 等<sup>[9]</sup>研究含有 2 种不同气体的气调包装和百里香精油对海鲈鱼的联合作用,在冷藏条件下,气调包装和百里香精油能有效延长海鲈鱼片的货架期。刘坤等<sup>[10]</sup>研究了鱼类的涂膜保鲜技术,利用复合鱼类保鲜剂 PF (以天然提取物和植物发酵成分为主要原料)浸渍处理新鲜海鲈鱼,再用海藻酸钠和氯化钠涂膜处理,在 4 °C 冷藏条件下能延长保鲜期 2 倍以上,16 d 后依旧保持二级鲜度。优势腐败菌(Specific spoilage organism, SSO)的生长繁殖是鱼肉腐败变质的主要原因,即使在冷藏过程中,鱼体上的 SSO 依旧主导着鱼肉腐败变质的程度<sup>[11-12]</sup>。本文通过筛选对冷藏海鲈鱼优势腐败菌具有较强抑制效果的单一乳酸菌进行复合,以冷藏海鲈鱼的 2 株优势腐败菌草莓假单胞菌(*Pseudomonas fragi*)和腐败希瓦氏菌(*Shewanella putrefacens*)作为

研究对象,研究复合乳酸菌对冷藏海鲈鱼优势腐败菌的抑制效果,并将复合乳酸菌应用于海鲈鱼块的冷藏中,研究复合乳酸菌对冷藏海鲈鱼块的保鲜效果。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

**1.1.1 菌株:**干酪乳杆菌 LC1 (*Lactobacillus casei* LC1)、保加利亚乳杆菌 LB1 (*Lactobacillus bulgaricus* LB1),由实验室于食品中分离鉴定并保存;植物乳杆菌 LP1 (*Lactobacillus plantarum* LP1)、乳酸菌 L11 (Lactic acid bacteria L11)、乳酸菌 L14 (Lactic acid bacteria L14),由实验室保存;乳酸菌 L2 (Lactic acid bacteria L2)、乳酸菌 L3 (Lactic acid bacteria L3)、草莓假单胞菌(*Pseudomonas fragi*)、腐败希瓦氏菌(*Shewanella putrefacens*),由实验室于腐败冷藏海鲈鱼中分离,其中草莓假单胞菌和腐败希瓦氏菌经鉴定为冷藏海鲈鱼的优势腐败菌。

**1.1.2 主要试剂及仪器:**营养肉汤、氧化镁(AR)、硼酸(AR)、盐酸(AR),购于国药集团化学试剂有限公司;MRS 肉汤、MRS 琼脂培养基、假单胞菌选择性 CFC 琼脂培养基、铁琼脂培养基,购于山东青岛海博生物技术有限公司。

牛津杯,内径 0.60 cm,外径 0.78 cm,高 1.00 cm。Kjeltec2300 凯氏定氮仪,丹麦 FOSS 公司。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 菌悬液的制备:**将各菌株活化后保存于斜面。各乳酸菌分别接取一环于 5 mL 无菌 MRS 肉汤中,37 °C、120 r/min 培养 12 h,制备成各乳酸菌菌悬液,经预实验涂平板确定各乳酸菌菌悬液浓度为  $10^6$ – $10^7$  CFU/mL;将各乳酸菌菌悬液进行等比例混合,制备成复合乳酸菌菌悬液;将草莓假单胞菌和腐败希瓦氏菌分别接取一环于 5 mL 无菌营养肉汤中,30 °C、120 r/min 培养至对数期,6 000 r/min

离心 10 min 后弃上清液收集菌体，在菌体中加入 5 mL 无菌新鲜营养肉汤后混合均匀，制备成冷藏海鲈鱼优势腐败菌菌液；将 2 株优势腐败菌的菌液进行等比例混合，制备成混合冷藏海鲈鱼优势腐败菌菌液。

**1.2.2 筛选对冷藏海鲈鱼优势腐败菌具有抑制效果的单一乳酸菌：**采用牛津杯法<sup>[13]</sup>测定乳酸菌对冷藏海鲈鱼优势腐败菌的抑菌效果，通过抑菌圈直径大小判定。具体方法为，在制备好的无菌培养基平板上滴加 0.1 mL 腐败菌菌悬液(草莓假单胞菌使用假单胞菌选择性 CFC 琼脂培养基，腐败希瓦氏菌使用铁琼脂培养基)，用无菌涂布棒将菌液涂布均匀；将无菌牛津杯放置于培养基上，在杯中加入制备好的乳酸菌菌悬液 200  $\mu$ L，将平板正置于 30  $^{\circ}$ C 条件下培养 8 h，用游标卡尺测定抑菌圈直径大小；做空白对照，重复 3 次。

**1.2.3 筛选对冷藏海鲈鱼优势腐败菌抑制效果最优的复合乳酸菌：**将筛选到的对冷藏海鲈鱼优势腐败菌具有较好抑制效果的单一乳酸菌进行等比例复合，采用牛津杯法测定复合乳酸菌对冷藏海鲈鱼优势腐败菌的抑菌效果，方法同 1.2.2，筛选出对冷藏海鲈鱼优势腐败菌抑制效果最强的复合乳酸菌，重复 3 次。

**1.2.4 复合乳酸菌对冷藏海鲈鱼块保鲜效果的测定：**将腐败菌混合菌悬液与 1.2.3 筛选出的最优复合乳酸菌菌悬液按照比例 1:2 混合制成混合菌悬液，将无菌海鲈鱼块浸入混合菌悬液中 10 s 后取出，置于无菌培养皿中，于 4  $^{\circ}$ C 冷藏，分别在 0、2、4、6、8 d 后进行感官评定，挥发性盐基氮(TVB-N 值)

的测定和优势腐败菌的计数，做空白对照。

(1) 海鲈鱼块的制备。鲜活海鲈鱼去鳞、去内脏、清洗干净后，于无菌条件下用无菌水冲洗，用 75%酒精擦拭鱼体，用无菌解剖刀切取背脊部内部无污染鱼肉，保持鱼块大小厚度基本一致，每块鱼块为 5 g 左右<sup>[14-15]</sup>；经检测确定鱼块的初始菌落总数为  $2.10\pm0.03$  logCFU/g，假单胞菌数  $1.33\pm0.03$  logCFU/g，腐败希瓦氏菌数为  $0.74\pm0.01$  logCFU/g。

(2) 感官评定。选择 5 名经培训的感官评定员，对鱼块进行感官评价，感官评定标准如表 1 所示<sup>[16-17]</sup>。

(3) 挥发性盐基氮(TVB-N 值)的测定。使用 Kjeltec2300 凯氏定氮仪进行测定，40 g/L 硼酸为吸收液，0.1 mol/L 盐酸滴定，精确称取 5 g 左右碾碎样品到 750 mL 的蒸馏管中，加入 1 g MgO 和少许去离子水，连接到定氮仪进行测定<sup>[18]</sup>，做 3 组平行实验。

(4) 优势腐败菌的计数。草莓假单胞菌的计数使用假单胞菌选择性 CFC 琼脂培养基，30  $^{\circ}$ C 培养 24-48 h 后数菌落，做 3 组平行实验；腐败希瓦氏菌的计数使用铁琼脂培养基，30  $^{\circ}$ C 培养 24-48 h，计黑色菌落数，做 3 组平行实验。

2 结果与分析

2.1 筛选对冷藏海鲈鱼优势腐败菌具有抑制效果的单一乳酸菌

采用牛津杯法测定乳酸菌对冷藏海鲈鱼优势腐败菌的抑菌效果，结果见表 2。

由表 2 可知，干酪乳杆菌 LC1、保加利亚乳杆

表 1 感官评定标准 Table 1 Sensory analysis standard				
指标 Index	新鲜(10 分) Fresh (10 points)	不新鲜(6 分) Not fresh (6 points)	腐败(3 分) Spoilage (3 points)	严重腐败(0 分) Serious spoilage (0 points)
外观 Appearance	黏液稀薄而透明， 色泽鲜亮	黏液增多并稍显浑浊， 色泽暗淡	黏液浓稠并浑浊， 色泽消失	黏液变稀薄但严重浑浊， 无色泽
气味 Smell	有鱼腥味，蒸后有 鱼香味	无鱼腥味，蒸后无鱼香味	有酸腐味，蒸后有腐臭味	有浓重的酸腐味，蒸后有浓 重的腐臭味

表 2 不同乳酸菌对冷藏海鲈鱼优势腐败菌的抑制效果  
Table 2 Inhibitory effect of different lactic acid bacteria on specific spoilage organism in chilled sea bass

乳酸菌 Lactic acid bacteria	对草莓假单胞菌的抑菌圈直径 Inhibition zone diameter to <i>Pseudomonas fragi</i> (cm) ( $\bar{x}\pm s$ )	对腐败希瓦氏菌的抑菌圈直径 Inhibition zone diameter to <i>Shewanella putrefacens</i> (cm) ( $\bar{x}\pm s$ )
CK	—	—
干酪乳杆菌 LC1 <i>Lactobacillus casei</i> LC1	1.65±0.05 <sup>a</sup>	1.91±0.05 <sup>d</sup>
保加利亚乳杆菌 LB1 <i>Lactobacillus bulgaricus</i> LB1	1.24±0.10 <sup>b</sup>	1.54±0.11 <sup>a</sup>
植物乳杆菌 LP1 <i>Lactobacillus plantarum</i> LP1	1.51±0.10 <sup>a</sup>	1.71±0.04 <sup>a</sup>
乳酸菌 L2 Lactic acid bacteria L2	1.04±0.06 <sup>c</sup>	1.22±0.10 <sup>b</sup>
乳酸菌 L3 Lactic acid bacteria L3	1.86±0.12 <sup>d</sup>	1.56±0.04 <sup>a</sup>
乳酸菌 L11 Lactic acid bacteria L11	—	—
乳酸菌 L14 Lactic acid bacteria L14	1.33±0.02 <sup>b</sup>	—

注：抑菌圈直径为 3 次重复的平均值，其右上角的字母表示多重比较检验结果，不同字母表示差异显著( $P<0.05$ )。CK：空白对照。—：抑菌圈直径<0.78 cm。

Note: Inhibition zone diameter was the average value of three repeated experiments, the letter of the upper right corner indicates the results of multiple comparisons, different letters indicate significant differences ( $P<0.05$ ). CK: Blank control. —: The inhibition zone diameter less than 0.78 cm.

菌 LB1、植物乳杆菌 LP1、乳酸菌 L2、乳酸菌 L3 对草莓假单胞菌和腐败希瓦氏菌均有抑制作用，乳酸菌 L14 仅对草莓假单胞菌有抑制作用，而乳酸菌 L11 对 2 株冷藏海鲈鱼优势腐败菌均无抑制作用。比较各抑菌圈直径大小发现，各乳酸菌对草莓假单胞菌的抑菌圈直径大小依次为乳酸菌 L3>干酪乳杆菌 LC1>植物乳杆菌 LB1>乳酸菌 L14>保加利亚乳杆菌 LP1>乳酸菌 L2>乳酸菌 L11；各乳酸菌对腐败希瓦氏菌的抑菌圈直径大小依次为干酪乳杆菌 LC1>植物乳杆菌 LP1>乳酸菌 L3>保加利亚乳杆菌 LB1>乳酸菌 L2>乳酸菌 L11 和乳酸菌 L14，因此干酪乳杆菌 LC1、植物乳杆菌 LP1 和乳酸菌 L3 这 3 株单一乳酸菌对 2 株冷藏海鲈鱼优势腐败菌的抑制效果较好。

## 2.2 筛选对冷藏海鲈鱼优势腐败菌抑制效果最优的复合乳酸菌

采用牛津杯法测定复合乳酸菌对冷藏海鲈鱼

优势腐败菌的抑菌效果，结果见表 3。

由表 3 可知，比较各抑菌圈直径大小发现，各复合乳酸菌对草莓假单胞菌的抑菌圈直径大小依次为干酪乳杆菌 LC1+植物乳杆菌 LP1+乳酸菌 L3>植物乳杆菌 LP1+乳酸菌 L3>干酪乳杆菌 LC1+乳酸菌 L3>干酪乳杆菌 LC1+植物乳杆菌 LP1；各复合乳酸菌对腐败希瓦氏菌的抑菌圈直径大小依次为干酪乳杆菌 LC1+植物乳杆菌 LP1+乳酸菌 L3>干酪乳杆菌 LC1+植物乳杆菌 LP1>干酪乳杆菌 LC1+乳酸菌 L3>植物乳杆菌 LP1+乳酸菌 L3，其中复合乳酸菌干酪乳杆菌 LC1+植物乳杆菌 LP1+乳酸菌 L3 对 2 株优势腐败菌的抑制效果最好。与单一乳酸菌的抑制效果相比，干酪乳杆菌 LC1+植物乳杆菌 LP1+乳酸菌 L3 的复合乳酸菌的抑制效果最强，因此干酪乳杆菌 LC1、植物乳杆菌 LP1 和乳酸菌 L3 的复合乳酸菌对 2 株冷藏海鲈鱼优势腐败菌的抑制效果最好。

表 3 复合乳酸菌对冷藏海鲈鱼优势腐败菌的抑制效果  
Table 3 Inhibitory effect of compound lactic acid bacteria on specific spoilage organism in chilled sea bass

乳酸菌 Lactic acid bacteria	对草莓假单胞菌的抑菌圈直径 Inhibition zone diameter to <i>Pseudomonas fragi</i> (cm) ( $\bar{x}\pm s$ )	对腐败希瓦氏菌的抑菌圈直径 Inhibition zone diameter to <i>Shewanella</i> <i>putrefacens</i> (cm) ( $\bar{x}\pm s$ )
CK	—	—
干酪乳杆菌 LC1+植物乳杆菌 LP1 <i>Lactobacillus casei</i> LC1+ <i>Lactobacillus plantarum</i> LP1	1.42±0.21 <sup>b</sup>	1.89±0.03 <sup>c</sup>
干酪乳杆菌 LC1+乳酸菌 L3 <i>Lactobacillus casei</i> LC1+Lactic acid bacteria L3	1.44±0.02 <sup>b</sup>	1.73±0.03 <sup>a</sup>
植物乳杆菌 LP1+乳酸菌 L3 <i>Lactobacillus plantarum</i> LP1+Lactic acid bacteria L3	1.79±0.005 <sup>a</sup>	1.48±0.06 <sup>b</sup>
干酪乳杆菌 LC1+植物乳杆菌 LP1+乳酸菌 L3 <i>Lactobacillus casei</i> LC1+ <i>Lactobacillus plantarum</i> LP1+Lactic acid bacteria L3	1.91±0.02 <sup>c</sup>	1.95±0.02 <sup>c</sup>

注：抑菌圈直径为 3 次重复的平均值，其右上角的字母表示多重比较检验结果，不同字母表示差异显著( $P<0.05$ )。CK：空白对照；—：抑菌圈直径<0.78 cm。

Note: Inhibition zone diameter was the average value of three repeated experiments, the letter of the upper right corner indicates the results of multiple comparisons, different letters indicate significant differences ( $P<0.05$ ). CK: Blank control; —: The inhibition zone diameter less than 0.78 cm.

2.3 复合乳酸菌对冷藏海鲈鱼块保鲜效果的测定

2.3.1 复合乳酸菌对冷藏海鲈鱼块感官评定的影响：由图 1 可知，比较对照组和添加复合乳酸菌的鱼块，随着时间的变化，添加了复合乳酸菌的鱼块的感官评定分值始终比对照组高，虽然两组的分值都随着时间在逐渐下降，但添加了复合乳酸菌的鱼块的感官改变不大，在 8 d 时依旧保持较好的感官状态，始终新鲜；而对照组的鱼块在 2 d 时依旧新鲜，6 d 后不新鲜，粘液稍显浑浊、鱼块的色泽暗淡。比较添加了 2 株优势腐败菌和同时添加 2 株优势腐败菌和复合乳酸菌的鱼块，随着时间的变化，同时添加 2 株优势腐败菌和复合乳酸菌鱼块的感官评定分值始终高于添加了 2 株优势腐败菌的鱼块，同时添加 2 株优势腐败菌和复合乳酸菌的鱼块在 8 d 时为不新鲜的状态；而添加了 2 株优势腐败菌的鱼块在 2 d 时已经濒于不新鲜，4 d 后逐渐腐败。结果分析，说明 2 株优势腐败菌对冷藏海鲈鱼块感官评定有很大影响，而复合乳酸菌能延缓冷藏海鲈鱼块感官的改变，使其延长 6 d。

2.3.2 复合乳酸菌对冷藏海鲈鱼块 TVB-N 值的影响：根据鲜海水鱼国家推荐标准规定<sup>[19]</sup>，鲜海水鱼的 TVB-N 值≤15 mg N/100 g 为一级品，TVB-N 值≤20 mg N/100 g 为二级品，TVB-N 值≤30 mg N/100 g 为三级品。由图 2 可知，比较对照组和添加复合乳酸菌的鱼块，随着时间的变化，添加了复

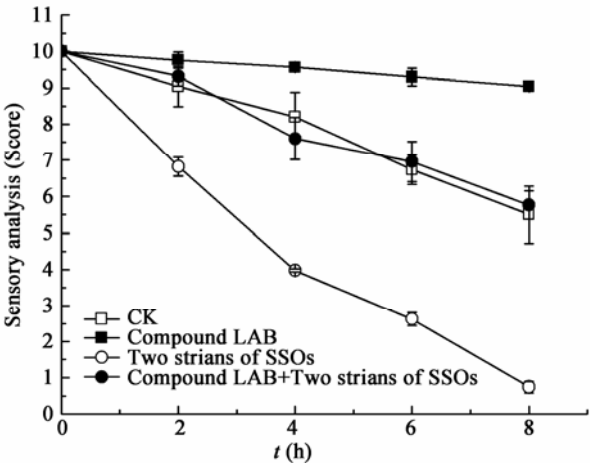


图 1 复合乳酸菌对冷藏海鲈鱼块感官评定的影响  
Figure 1 Effect of compound lactic acid bacteria on sensory analysis of chilled sea bass pieces

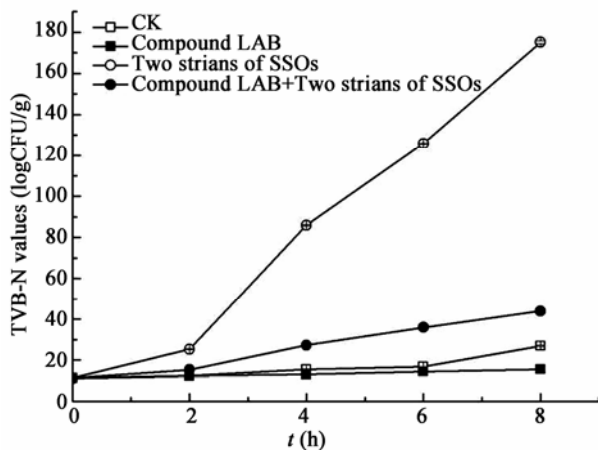


图2 复合乳酸菌对冷藏海鲈鱼块 TVB-N 值的影响  
Figure 2 Effect of compound lactic acid bacteria on TVB-N values of chilled sea bass pieces

合乳酸菌的鱼块和对照组的 TVB-N 值变化不大,且添加了复合乳酸菌鱼块的 TVB-N 值基本不变,8 d 前都为一级品,8 d 后为二级品;而对照组于 6 d 时为二级品,8 d 时 TVB-N 值接近三级品。比较添加了 2 株优势腐败菌和同时添加 2 株优势腐败菌和复合乳酸菌的鱼块,随着时间的变化,同时添加 2 株优势腐败菌和复合乳酸菌鱼块的 TVB-N 值始终低于添加了 2 株优势腐败菌的鱼块,添加了 2 株优势腐败菌的鱼块在 2 d 时为二级品,4 d 时为三级品;而同时添加 2 株优势腐败菌和复合乳酸菌鱼块的 TVB-N 值于 4 d 时为二级品,而 6 d 时为三级品。经分析,说明 2 株优势腐败菌对冷藏海鲈鱼块 TVB-N 值变化有很大影响,而复合乳酸菌能有效抑制其变化,使冷藏海鲈鱼块 TVB-N 值的变化延缓 2 d。

**2.3.3 复合乳酸菌对冷藏海鲈鱼块优势腐败菌的影响:**由图 3 可知,比较对照组和添加复合乳酸菌的鱼块,随着时间的变化,添加了复合乳酸菌的鱼块的假单胞菌数始终比对照组低,两组的假单胞菌数随时间逐渐升高,都在第 6 天时达到最高点,分别为 6.59 logCFU/g 和 9.39 logCFU/g。比较添加了 2 株优势腐败菌和同时添加 2 株优势腐败菌和复合乳酸菌的鱼块,随着时间的变化,同时添加 2 株优势腐败菌和复合乳酸菌鱼块的假单胞菌数始终

低于添加了 2 株优势腐败菌的鱼块,两组的假单胞菌数都在第 4 天时达到最高点,之后逐渐降低。经对比,证明复合乳酸菌具有抑制冷藏海鲈鱼块中假单胞菌生长繁殖的作用。

由图 4 可知,比较对照组和添加复合乳酸菌的鱼块,添加了复合乳酸菌的鱼块的腐败希瓦氏菌数随着时间的变化始终显著( $P < 0.01$ )比对照组低,两组的腐败希瓦氏菌数随时间逐渐升高,对照组在第 6 天时达到最高后逐渐降低,添加了复合乳酸菌

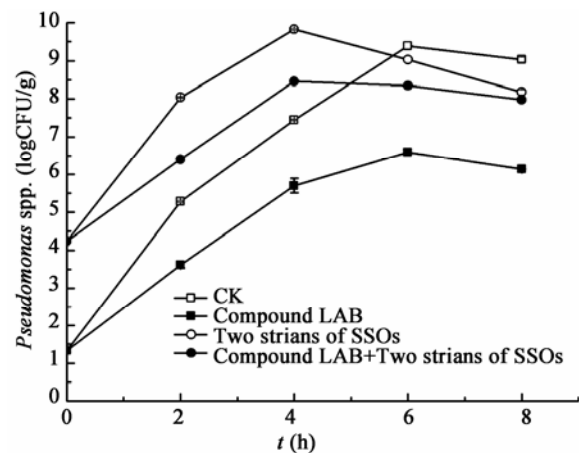


图3 复合乳酸菌对冷藏海鲈鱼块中假单胞菌的影响  
Figure 3 Effect of compound lactic acid bacteria on *Pseudomonas* spp. of chilled sea bass pieces

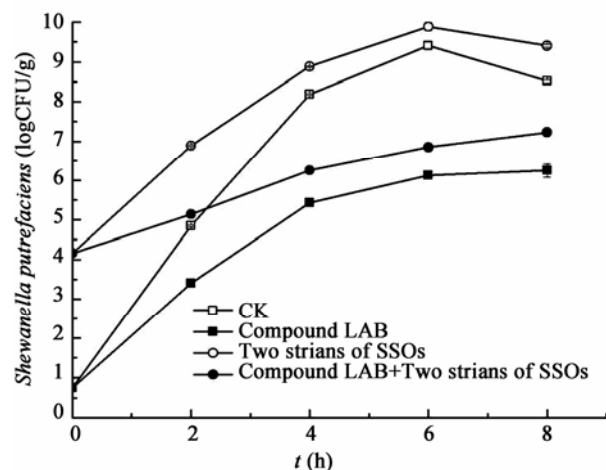


图4 复合乳酸菌对冷藏海鲈鱼块中腐败希瓦氏菌的影响  
Figure 4 Effect of compound lactic acid bacteria on *Shewanella putrefaciens* of chilled sea bass pieces

的鱼块的腐败希瓦氏菌数在 4 d 后依旧不断增长, 但增幅较小。比较另外两组鱼块, 同时添加 2 株优势腐败菌和复合乳酸菌鱼块的腐败希瓦氏菌数随着时间的变化始终极显著( $P<0.01$ )低于添加了 2 株优势腐败菌的鱼块。分析结果, 说明复合乳酸菌具有抑制冷藏海鲈鱼块中腐败希瓦氏菌生长繁殖的作用。

### 3 结论与讨论

通过研究 7 株单一乳酸菌对 2 株冷藏海鲈鱼优势腐败菌的抑制效果, 结果表明, 干酪乳杆菌 LC1、植物乳杆菌 LP1 和乳酸菌 L3, 这 3 株单一乳酸菌的抑制效果较好。对优选出的 3 株乳酸菌进行复合, 研究其抑制效果, 结果发现, 干酪乳杆菌 LC1+植物乳杆菌 LP1+乳酸菌 L3 的复合乳酸菌较其他复合乳酸菌和单一乳酸菌的抑制效果最强。将复合乳酸菌添加到海鲈鱼块上, 在 4 °C 条件下冷藏, 从感官评定、TVB-N 值和优势腐败菌的计数指标分析, 复合乳酸菌能使海鲈鱼块感官的改变延缓 6 d, 使 TVB-N 值的变化延缓 2 d, 并能抑制其中优势腐败菌的生长。综合分析, 复合乳酸菌能延长冷藏海鲈鱼块 2 d 时间的货架期。这可能是由于复合乳酸菌抑制了海鲈鱼块中优势腐败菌的生长繁殖, 从而维持了海鲈鱼块的感官和鲜度, 延长冷藏海鲈鱼块的货架期。因此, 可得出结论, 复合乳酸菌对冷藏海鲈鱼块具有良好的保鲜效果, 能使其货架期延长 2 d。

新鲜鱼类的菌相容易受到地理条件、季节气候、水域环境、运输条件等因素的影响, 会随着环境的变化而改变, 因此为了实验的代表性, 本研究对样品海鲈鱼块进行相对无污染处理后, 针对优势腐败菌进行抑菌研究, 相对降低了各种外界因素对试验结果的影响, 但此研究与未处理的样品尚有一定差异。此外, 若将乳酸菌应用于鱼类的保鲜中, 只适用于海鲈鱼块和海鲈鱼片的保鲜, 对整鱼的保鲜效果还需进一步验证。另外, 此种保鲜方法的应用需相应的乳酸菌制剂制造业随之发展, 显然就目前的市场, 此保鲜方法不便于广泛应用。在后继研

究中, 可以研究乳酸菌对未处理的海鲈鱼的保鲜效果; 研究乳酸菌对其他鱼类的保鲜效果; 并研究新型保鲜剂和其在鱼类保鲜的应用。

### 参考文献

- [1] Lv XR, Bai FL, Li JR. Research and application of lactic acid bacteria as seafood bio-preservation agent[J]. Food and Fermentation Industry, 2014, 40(4): 118-124 (in Chinese)  
吕欣然, 白凤翎, 励建荣. 乳酸菌作为海产品生物保鲜剂的研究与应用[J]. 食品与发酵工业, 2014, 40(4): 118-124
- [2] McElhatton A, do Amaral Sobral PJ. Novel Technologies in Food Science[M]. New York: Integrating Food Science and Engineering Knowledge into the Food Chain, 2012: 325-360
- [3] Zhang Y, Zhou CY, Su WJ, et al. Applied Research of lactic acid bacteria and Their metabolites in food preservation[J]. Academic Periodical of Farm Products Processing, 2012(4): 21-26,32 (in Chinese)  
张燕, 周常义, 苏文金, 等. 乳酸菌及其代谢产物在食品保鲜中的应用研究进展[J]. 农产品加工: 学刊, 2012(4): 21-26,32
- [4] Maragkoudakis PA, Mountzouris KC, Psyras D, et al. Functional properties of novel protective lactic acid bacteria and application in raw chicken meat against *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enteritidis*[J]. International Journal of Food Microbiology, 2009, 130(3): 219-226
- [5] Matamoros S, Leroi F, Cardinal M, et al. Psychrotrophic lactic acid bacteria used to improve the safety and quality of vacuum-packaged cooked and peeled tropical shrimp and cold-smoked salmon[J]. Journal of Food Protection, 2009, 72(2): 365-374
- [6] Matijašić BB, Rajšp MK, Perko B, et al. Inhibition of *Clostridium tyrobutyricum* in cheese by *Lactobacillus gasseri*[J]. International Dairy Journal, 2007, 17(2): 157-166
- [7] Deng JF, Wang AL, Zhou CX, et al. Research progress of sea bass nutrition[J]. Feed Industry, 2006, 27(10): 59-60 (in Chinese)  
邓锦锋, 王安利, 周初霞, 等. 鲈鱼的营养研究进展[J]. 饲料工业, 2006, 27(10): 59-60
- [8] Zeng MY, Huang H. Quality changes of *Lateolabrax japonicus* meat during partially frozen storage[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2001, 8(4): 67-69 (in Chinese)  
曾名勇, 黄海. 鲈鱼在微冻保鲜过程中的质量变化[J]. 中国水产科学, 2001, 8(4): 67-69
- [9] Kostaki M, Giatrakou V, Savvaidis IN, et al. Combined effect of MAP and thyme essential oil on the microbiological, chemical and sensory attributes of organically aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets[J]. Food Microbiology, 2009, 26(5): 475-482
- [10] Liu K, Gao H. Study on new technology of coating preservation of fish[J]. Marine Fisheries Research, 2005, 26(4): 70-74 (in Chinese)  
刘坤, 高华. 新型鱼类涂膜保鲜技术的研究[J]. 海洋水产研究, 2005, 26(4): 70-74
- [11] Li YC, Wang YL, Qi FY, et al. Effect on quality of perch by polysaccharides from *Porphyra* during chilled storage[J]. Science and Technology of Food Industry, 2014, 35(22): 336-339,348 (in Chinese)  
李颖畅, 王亚丽, 齐凤元, 等. 紫菜多糖提取物对冷藏鲈鱼品质的影响[J]. 食品工业科技, 2014, 35(22): 336-339,348
- [12] Gram L, Dalgaard P. Fish spoilage bacteria - problems and solutions[J]. Current Opinion in Biotechnology, 2002, 13(3): 262-266



- [13] Xiong T, Song SH, Huang T, et al. Antibacterial experiments of *Lactobacillus plantarum* NCU116[J]. Food and Fermentation Industries, 2012, 38(6): 97-101 (in Chinese)  
熊涛, 宋苏华, 黄涛, 等. 植物乳杆菌 NCU116抑菌性能的研究[J]. 食品与发酵工业, 2012, 38(6): 97-101
- [14] Xu ZW. Analysis of spoilage ability of spoilage bacteria stored from chilly stored fishes[D]. Shanghai: Master's Thesis of Shanghai Ocean University, 2011 (in Chinese)  
许振伟. 冷藏鱼类腐败菌腐败能力分析[D]. 上海: 上海海洋大学硕士学位论文, 2011
- [15] Volpe MG, Siano F, Paolucci M, et al. Active edible coating effectiveness in shelf-life enhancement of trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets[J]. LWT-Food Science and Technology, 2015, 60(1): 615-622
- [16] Olafsdottir G, Lauzon HL, 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
- [17] Parlapani FF, Mallouchos A, Haroutounian SA, et al. Microbiological spoilage and investigation of volatile profile during storage of sea bream fillets under various conditions[J]. International Journal of Food Microbiology, 2014, 189: 153-163
- [18] Su H, Xie J, Li L, et al. Effect of different storage temperatures on the quality and ultrastructure of *Pampus argenteus*[J]. Modern Food Science and Technology, 2014, 30(8): 106-111 (in Chinese)  
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
- [19] Yellow Sea Fisheries Research Institute Chinese Academy of Fishery Sciences, Chinese Academy of Fishery Sciences. GB/T 18108-2008 Fresh marine fish[S]. Beijing: China Standard Press, 2008 (in Chinese)  
中国水产科学研究院黄海水产研究所, 中国水产科学研究院. GB/T 18108-2008 鲜海水鱼[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008

(上接 p.558)

## 征稿简则

### 3.3 摘要写作注意事项

- 3.3.1 英文摘要: 1) 建议使用第一人称, 以此可区分研究结果是引用文献还是作者得出的; 2) 建议用主动语态, 被动语态表达拖拉模糊, 尽量不用, 这样可以避免长句, 以求简单清晰; 3) 建议使用过去时态, 要求语法正确, 句子通顺; 4) 英文摘要的内容应与中文摘要一致, 但可比中文摘要更详尽, 写完后务必请英文较好且专业知识强的专家审阅定稿后再返回编辑部。5) 摘要中不要使用缩写语, 除非是人人皆知的, 如: DNA, ATP 等; 6) 在英文摘要中, 不要使用中文字体标点符号。
- 3.3.2 关键词: 应明确、具体, 一些模糊、笼统的词语最好不用, 如基因、表达……

## 4 特别说明

### 4.1 关于测序类论文

凡涉及测定 DNA、RNA 或蛋白质序列的论文, 请先通过国际基因库 EMBL (欧洲)或 GenBank (美国)或 DDBJ (日本), 申请得到国际基因库登录号 (Accession No.)后再投来。

### 4.2 关于版权

4.2.1 本刊只接受未公开发表的文章, 请勿一稿两投。

4.2.2 凡在本刊通过审稿、同意刊出的文章, 所有形式的 (即各种文字、各种介质的) 版权均属本刊编辑部所有。作者如有异议, 敬请事先声明。

4.2.3 对录用的稿件编辑部有权进行文字加工, 但如涉及内容的大量改动, 将请作者过目同意。

4.2.4 文责自负。作者必须保证论文的真实性, 因抄袭剽窃、弄虚作假等行为引发的一切后果, 由作者自负。

### 4.3 审稿程序及提前发表

4.3.1 来稿刊登与否由编委会最后审定。对不录用的稿件, 一般在收稿 2 个月之内通过 E-mail 说明原因, 作者登陆我刊系统也可查看。稿件经过初审、终审通过后, 作者根据编辑部返回的退修意见进行修改补充, 然后以投稿时的用户名和密码登陆我刊系统上传修改稿, 待编辑部复审后将给作者发稿件录用通知单, 稿件按照投稿先后排队发表。

4.3.2 对投稿的个人和单位一视同仁。坚持文稿质量为唯一标准, 对稿件采取择优先登的原则。

## 5 发表费及稿费

论文一经录用, 将在发表前根据版面收取一定的发表费并酌付稿酬、赠送样刊。

## 6 联系方式

地址: 北京市朝阳区北辰西路 1 号院 3 号中国科学院微生物研究所《微生物学通报》编辑部(100101)

Tel: 010-64807511; E-mail: tongbao@im.ac.cn; 网址: <http://journals.im.ac.cn/wswxtbcn>