

## 冷藏调理即食鲨鱼皮保鲜技术研究\*

王丽虹<sup>1</sup>, 杨清清<sup>1</sup>, 吕峰<sup>1+</sup>, 陈燕<sup>2</sup>

(1 福建农林大学食品科学学院 福州 350002;

2 福州宏东食品有限公司 福州 350015)

**摘要:** 本文以鲨鱼皮为原料,将栅栏防腐技术应用于冷藏调理即食鲨鱼皮的保鲜。单因素试验选择并确定冷藏调理即食鲨鱼皮的适宜前期减菌技术与抑菌保鲜剂及其浓度范围;采用 $L_9(3^4)$ 正交试验设计,以菌落总数和挥发性盐基氮(TVB-N)为衡量指标,优化抑菌保鲜液的配比。研究表明:臭氧杀菌技术能有效实现冷藏调理即食鲨鱼皮的前期减菌作用,在臭氧浓度固定为500 mg/kg的条件下,作用25 min时,前期减菌效果明显。优化后的冷藏调理即食鲨鱼皮抑菌保鲜液的配比为,山梨酸钾 $0.060\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,乳酸链球菌素(Nisin) $0.4\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,保鲜液 $\text{pH}\leq 4.5$ ;在此条件下,产品的保鲜效果最好,在 $0\text{ }^\circ\text{C}\sim 4\text{ }^\circ\text{C}$ 条件下,可防腐保鲜60 d。

**关键词:** 冷藏调理即食鲨鱼皮;前期减菌;复合保鲜液;保鲜

**中图分类号:** TS254.4 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 550.50

## Study on the preservation technique of the chilled instant shark skin

Wang Lihong<sup>1</sup>, Yang Qingqing<sup>1</sup>, Lv Feng<sup>1+</sup>, Chen Yan<sup>2</sup>

(1 Institute of Food Science and Technology, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China;

2 Fuzhou Hongdong Food Co., Ltd., Fuzhou 350015, China)

**Abstract:** In this study, the hurdle antiseptic technology was used to preserve the chilled instant sharkskin. The suitable pre-sterilization technique, the bacteriostat and the consistence of the bacteriostat were explored by the single-factor tests. The best proportion of the preservation solution was optimized according to the total number of bacterial colony and the total volatile basic nitrogen by orthogonal experimental design of  $L_9(3^4)$ . The results showed that: the pre-sterilization of the chilled instant sharkskin was effectual by ozone treatment, the ozone treatment condition was setting the consistence of 500 mg/kg, treatment time was 25min. The best proportion of the preservation solution was  $0.060\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  potassium sorbate,  $0.4\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  Nisin and the  $\text{pH}\leq 4.5$ . Under this condition, the chilled instant sharkskin has got the best preservation effect, which can be stored in the condition at  $0\text{ }^\circ\text{C}\sim 4\text{ }^\circ\text{C}$  for 60 days.

**Key words:** the chilled instant sharkskin; pre-sterilization; composite preservation fluid; preservation

## 1 引言

鲨鱼皮,别名鲛鱼皮,主要来自白斑星鲨、灰

星鲨、白斑角鲨等外表皮,经过处理后是名贵的海味食品,俗称“鱼唇”,颇受群众喜爱。鲨鱼皮含有大量胶体、胶原蛋白、粘液物质及脂肪等,具有健脾止痢、润肺止咳、补肾益肝、补胃催乳等功

\* 基金项目:福州市科技局科技计划项目:2009-N-58

+ 通讯作者

能<sup>[1]</sup>。鲨鱼皮蛋白质含量高达 60% 以上,而胶原蛋白含量占到总蛋白质含量的 80% 以上,是一种营养价值很高的食材。由于深海鱼的体温低,导致鲨鱼皮的胶原蛋白变性温度亦很低,故鲨鱼皮制品不适宜采用传统的高温、高压热处理杀菌工艺,因为过于剧烈的热处理可使鲨鱼皮的胶原蛋白出现溶胶现象,导致产品的肉质软烂,组织结构不佳,使其口感与风味明显劣变<sup>[2-3]</sup>。

冷杀菌技术是目前备受关注的非热力杀菌新技术,如臭氧杀菌技术和脉冲强光冷杀菌技术,由于不仅能保证食品在微生物方面的安全,而且能较好地保持食品的固有营养成分、质构、色泽和新鲜程度,受到日益重视并进展很快<sup>[4-5]</sup>。臭氧(O<sub>3</sub>)属强氧化性气体,具有广谱杀灭微生物的作用,其流动性佳且终产物为氧气与活性氧,无二次污染<sup>[6]</sup>,使用安全且高效。脉冲强光杀菌技术是利用瞬时、高强度的脉冲光能量杀灭食品和包装上各类微生物,有效地保持食品质量,延长食品货架期<sup>[7-9]</sup>。

本试验在充分考虑鲨鱼皮原料物性特点的基础上,研究了前期减菌、后期产品中添加的抑菌保鲜液对冷藏调理即食鲨鱼皮抑菌保鲜效果的影响,及其适宜的作用浓度范围,并优化其配比;结合冷藏的栅栏防腐技术对冷藏调理即食鲨鱼皮进行保鲜研究,有效延长其防腐保鲜期,为新型鲨鱼皮加工产品的规模化生产提供理论依据。

## 2 材料与方 法

### 2.1 材料与试剂

原料:黑鲨鱼皮 由福州宏东食品有限公司提供;

试剂:乳酸链球菌素(Nisin,效价 > 1 000 IU/mg)、脱氢醋酸钠、山梨酸钾、柠檬酸,均为食品级;由福州正奇添加剂有限公司提供;营养琼脂(PCA):上海中科昆虫生物技术开发有限公司;月桂基硫酸盐胰蛋白胨肉汤(LST)、煌绿乳糖胆盐肉汤(BGLB):杭州微生物试剂有限公司;氧化镁混悬液:10 g/L;硼酸吸收液:20 g/L;盐酸标准滴定溶液;甲基红-乙醇指示剂

(2 g/L);次甲基蓝指示剂(1 g/L);其中,氧化镁、硼酸、盐酸:均为 AR 分析纯。

### 2.2 主要仪器设备

JB-D600 型臭氧发生器:徐州市九州臭氧设备制造有限公司, O<sub>3</sub> 发生量(浓度) ≥ 500 mg/kg;脉冲强光发生器(照射频率 3 次/s,每次照射能量 6 J/cm<sup>2</sup>):美国 XENON 公司;GSP-9160 MBE 隔水式恒温培养箱:上海博迅实业有限公司医疗设备厂;SW-CJ-ZFD 洁净工作台:上海博迅实业有限公司医疗设备厂;高温冷藏库(0℃~4℃):福建省农副产品保鲜技术开发基地。

### 2.3 试验方法

#### 2.3.1 冷藏调理即食鲨鱼皮生产工艺流程<sup>[10]</sup>

鲨鱼皮→预处理(褪砂、切分)→清洗→沥水→脱腥→增脆→烫漂熟化→冰水急冷→前期减菌→装袋→添加抑菌保鲜液→真空封口→冷藏→成品

#### 2.3.2 冷藏调理即食鲨鱼皮适宜前期减菌技术的确定

由于鲨鱼皮成分特点,不适宜进行热处理后杀菌,拟采用冷杀菌工艺对鲨鱼皮进行有效前期减菌,可以降低原料本身所带有的以及加工过程中污染的细菌,尽可能地保障原材料的新鲜程度。

##### 2.3.2.1 臭氧时间对冷藏调理即食鲨鱼皮前期减菌效果的探讨

称取适量经过预处理的鲨鱼皮,置于臭氧发生柜中,在固定臭氧浓度的灭菌柜中分别进行 5 min、10 min、15 min、20 min、25 min、30 min 处理,以空白样品(未经臭氧处理)为对照,测定处理前和处理后产品残存菌落总数,探讨臭氧处理对冷藏调理即食鲨鱼皮灭菌效果的影响。

##### 2.3.2.2 脉冲强光处理对冷藏调理即食鲨鱼皮前期减菌效果的探讨

固定脉冲强光闪照频率为 3 次/s,每次闪照能量为 6 J/cm<sup>2</sup> 的条件下,考察脉冲强光闪照时间、距离光源的闪照距离对鲨鱼皮前期减菌效果的影响。每次试验重复进行 3 次。

1) 固定闪照距离为 8 cm,脉冲强光闪照时间设定分别为 5 s、10 s、15 s、20 s、25 s、30 s,进

行正反面照射,以空白样品(未经脉冲强光处理)为对照,测定、比较处理前和处理后残存菌落总数。

2)固定闪照时间为5 s,脉冲强光闪照距离分别为4 cm、8 cm、14 cm、16 cm、20 cm、26 cm、32 cm,进行正反面照射,以空白样品(未经脉冲强光处理)为对照,测定处理前产品菌落总数和处理后残存菌落总数。

### 2.3.2.3 冷藏调理即食鲨鱼皮适宜前期减菌技术的确定

由以上单因素试验中确定出的最佳臭氧处理时间和最佳脉冲强光工艺参数,分别按上述方法处理样品,测定处理前产品菌落总数和处理后残存菌落总数,以确定冷藏调理即食鲨鱼皮适宜的前期减菌技术。

### 2.3.3 冷藏调理即食鲨鱼皮抑菌保鲜液配比的

优化

#### 2.3.3.1 冷藏调理即食鲨鱼皮适宜保鲜剂及其浓度范围的确定

本研究以Nisin、山梨酸钾、脱氢醋酸钠为研究对象,考察、比较其对冷藏调理即食鲨鱼皮的抑菌保鲜作用以及适宜的添加浓度范围;从中筛选出两种抑菌保鲜效果较好的保鲜剂进行复合优化试验。试验中各保鲜剂使用量严格按照GB 2760—2007 食品添加剂卫生标准<sup>[11]</sup>中所规定的限量进行设计。试验方案见表1,具体操作如下:分别将经过预处理后的鲨鱼皮和保鲜液按鲨鱼皮:保鲜液=1:1(w/v)的比例装入包装袋中,封口后放置于0℃~4℃环境下冷藏,并以加无菌水的样品为空白对照组。以一定的时间间隔抽取冷藏调理即食鲨鱼皮产品进行检测,以产品的菌落总数为指标,比较保鲜剂的抑菌效果。

表1 冷藏调理即食鲨鱼皮适宜抑菌保鲜剂的单因素试验表

Table 1 single-factor tests of suitable bacteriostat for the chilled instant shark skin

防腐剂	使用量/(g·kg <sup>-1</sup> )				
山梨酸钾	0.015	0.030	0.045	0.060	0.075
Nisin	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
脱氢醋酸钠	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5

#### 2.3.3.2 冷藏调理即食鲨鱼皮抑菌保鲜液配比的优化

根据单因素试验,以山梨酸钾<sup>[12]</sup>和Nisin<sup>[13]</sup>使用量为影响因素,冷藏调理即食鲨鱼皮产品的

菌落总数和TVB-N值为检测指标,采用L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)正交试验设计,优化冷藏调理即食鲨鱼皮的抑菌保鲜液的配比。试验因素与水平表见表2。

表2 冷藏调理即食鲨鱼皮抑菌保鲜液配比的L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)试验因素与水平表

Table 2 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>) factors and levels for preservation solution proportion of the chilled instant shark skin

水平	因素		
	A(山梨酸钾使用量/g·kg <sup>-1</sup> )	B(Nisin使用量/g·kg <sup>-1</sup> )	C(pH)
1	0.030	0.2	4.0
2	0.045	0.3	4.5
3	0.060	0.4	5.0

### 2.2.4 检测指标<sup>[14]</sup>

2.2.4.1 菌落总数 依照GB/T 4789.2—2008标准操作,细菌总数≤10 000 cfu/g。

2.2.4.2 挥发性盐基氮测定 依照GB/T

5009.45—2003标准中半微量定氮法进行操作,冷藏调理即食鲨鱼皮的挥发性盐基氮≤15 mg/100g。

2.2.4.3 大肠杆菌测定 依照GB/T 4789.3—

2008 标准操作,大肠菌群 <30 MPN/100g。

2.2.4.4 致病菌测定 依照依照 GB/T 4789—2008 标准。

### 3 结果与分析

#### 3.1 冷藏调理即食鲨鱼皮适宜前期减菌技术的确定

##### 3.1.1 臭氧时间对冷藏调理即食鲨鱼皮前期减菌效果的探讨

如图1所示:当臭氧浓度固定在 500 mg/kg 后,随着臭氧处理时间的延长,冷藏调理即食鲨鱼皮的残存菌落总数几乎呈直线下降趋势。在臭氧处理 5~10 min 后,残存菌落总数就有显著的减少,从原来的 110 cfu/g 下降到 65 cfu/g;在臭氧处理 10~20 min 期间,下降趋势逐渐加大;在臭氧处理 25 min 以后,残存菌落总数仅为 4 cfu/g 左右,并趋于平衡。试验结果表明,利用臭氧处理冷藏调理即食鲨鱼皮,能起到有效的前期减菌作用。但是,处理时间并非越长越好,时间过长会使经过冰水急冷后的冷藏调理即食鲨鱼皮温度上升,表面重新出现黏粘状态,容易在分装过程中污染微生物,并且臭氧的长时间氧化作用亦会对冷藏调理即食鲨鱼皮的外表层细胞造成一定的氧化作用,不利于产品的长期贮藏。因而在本试验条件下,采用 20~25 min 臭氧处理对冷藏调理即食鲨鱼皮进行处理,具有较佳的前期减菌效果。

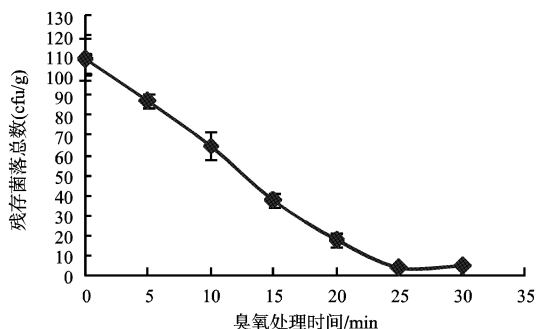


图1 臭氧处理时间对冷藏调理即食鲨鱼皮前期减菌效果的影响

Fig. 1 Effect of ozone treatment at different time on pre-sterilization effect for chilled instant shark skin

采用方差分析对臭氧处理时间对于冷藏调

理即食鲨鱼皮前期减菌效果进行显著性分析与  $F$  值检验,结果如下: $F$  值为 272.6,大于  $F_{0.01}(6, 7) = 7.19$ ,即表示臭氧处理时间对冷藏调理即食鲨鱼皮前期灭菌效果的影响极显著( $P < 0.01$ )。

##### 3.1.2 脉冲强光处理对冷藏调理即食鲨鱼皮前期减菌效果的影响

脉冲强光杀菌技术是利用强烈白光闪照进行杀菌。由于细菌、酵母菌等微生物都是由水、蛋白质、碳水化合物、脂肪和无机物等复杂化合物构成的一种凝聚态物质。脉冲强光有一定的穿透性,当闪照时,脉冲强光作用于其活性结构上,使蛋白质发生变性,从而使细胞失去生物活性,达到杀菌的目的<sup>[7]</sup>。

##### 3.1.2.1 脉冲强光闪照时间对冷藏调理即食鲨鱼皮前期减菌效果的影响

如图2所示:对照组的前期菌落总数达到 110 cfu/g,但随着闪照时间的延长,样品残存的菌落数急剧减少,在 5~10 s 期间最为显著;脉冲闪照时间对冷藏调理即食鲨鱼皮的前期减菌效果在 20 s 以后逐渐趋于平缓,样品残存的菌落总数下降到 5 cfu/g~2 cfu/g 间,减菌数量高达 1.5 个对数值。试验表明,一定时间的脉冲闪照,由于其能量高、作用时间短,不仅对冷藏调理即食鲨鱼皮产品起到较好的前期减菌效果,而且可以有效的保持产品的营养成分,并延长产品的货架期。但是,由于脉冲强光发生器的闪照时间设定不宜过长,因为长时间的高强度闪照会减短脉冲灯管的寿命,考虑到仪器损耗和成本问题,故选取 20~25 s 为冷藏调理即食鲨鱼皮适宜的闪照时间。

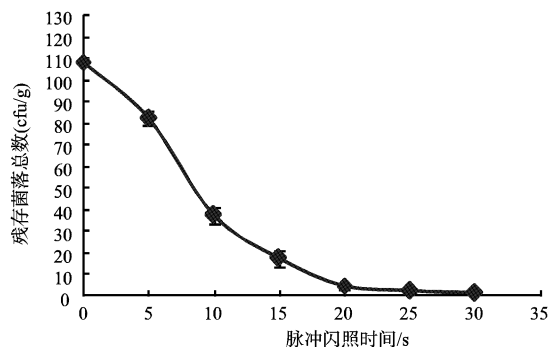


图2 脉冲闪照时间对冷藏调理即食鲨鱼皮前期减菌效果的影响

Fig. 2 Effect of flash time on pre-sterilization for chilled instant shark skin

通过脉冲强光闪照时间对冷藏调理即食鲨鱼皮前期减菌效果影响的显著性分析和  $F$  值检验可知,  $F = 637.5 > F_{0.01}(6, 7) = 7.19$ , 即表示脉冲强光闪照时间对冷藏调理即食鲨鱼皮前期减菌效果具有极显著性影响 ( $P < 0.01$ )。

### 3.1.2.2 脉冲强光闪照距离对冷藏调理即食鲨鱼皮前期减菌效果的影响

如图3所示:固定脉冲闪照时间为5 s, 脉冲强光闪照距离的变化对减少冷藏调理即食鲨鱼皮产品残存菌落总数的影响不明显。方差分析结果表明:脉冲强光闪照距离对前期减菌作用影响显著 ( $P < 0.05$ )。由表3 Duncan 多重比较结果可知, 4 cm、8 cm 与 14 cm、20 cm 之间, 14 cm、20 cm 与 26 cm、32 cm 之间差异均不显著, 而脉冲闪照距离 4 cm、8 cm 与 26 cm、32 cm 之间差异显著 ( $P < 0.01$ )。综合可知, 适宜的脉冲强光闪照距离为 4 ~ 20 cm, 但因距离光源太近, 放置处理的样品空间过小, 闪照范围有限, 不利于样品处理。故选择 14 ~ 20 cm 的闪照距离较为合适。

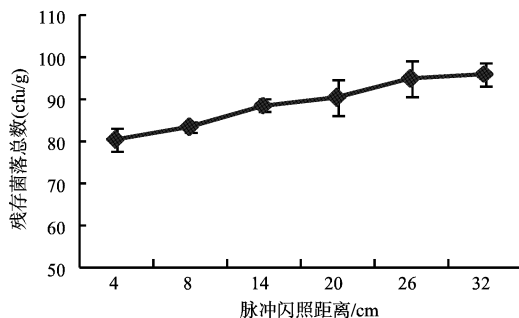


图3 脉冲闪照距离对冷藏调理即食鲨鱼皮前期减菌效果的影响

Fig. 3 Effect of flash distance on pre-sterilization of chilled instant shark skin

表3 脉冲闪照距离对冷藏调理即食鲨鱼皮前期减菌效果的 Duncan 多重比较分析

Table 3 Analytical result of Duncan multiple comparison for the effect of flash distance on pre-sterilization for chilled instant shark skin

水平	4	8	14	20	26	32
$\alpha = 0.05$	a	a	ab	ab	bc	c
$\alpha = 0.01$	A	A	AB	AB	B	B

综上所述, 脉冲强光对冷藏调理即食鲨鱼皮前期减菌的适宜工艺参数范围为, 脉冲强光的闪照时间 20 ~ 25 s, 闪照距离为 14 ~ 20 cm。

### 3.1.3 冷藏调理即食鲨鱼皮适宜前期减菌技术的确定

试验结果表明: 臭氧和脉冲强光对冷藏调理即食鲨鱼皮都有理想的前期减菌效果。但考虑到在工厂化生产过程中, 脉冲强光仪器昂贵, 灯管寿命短损耗大, 成本较高; 其次, 脉冲强光闪照要对产品进行正反面灭菌, 需要人工操作, 较为耗费人力工时; 再之, 脉冲强光源辐照范围有限, 故不利于大批量的生产。而臭氧杀菌技术不仅对冷藏调理即食鲨鱼皮有显著的前期减菌效果, 且实现工厂化生产的可操作性强, 还具有除臭的作用, 能在一定程度上减少鲨鱼皮的腥味, 并能有效地改善产品贮藏期间的感官品质; 臭氧还具有处理食品后分解为氧气, 无残留、对人体健康无害的优点, 是较为经济理想的前期减菌技术。故本试验确定臭氧杀菌技术为冷藏调理即食鲨鱼皮的适宜前期减菌技术。

## 3.2 冷藏调理即食鲨鱼皮抑菌保鲜液配比的优化

### 3.2.1 冷藏调理即食鲨鱼皮抑菌保鲜剂选择单因素试验

#### 3.2.1.1 山梨酸钾对冷藏调理即食鲨鱼皮保鲜效果的探讨

如图4所示, 相比于对照组, 山梨酸钾各处理组对冷藏调理即食鲨鱼皮的抑菌保鲜效果与浓度水平呈明显的正相关关系。对照组在冷藏约 20 d 即检测出产品的菌落总数  $\geq 10\ 000$  cfu/g。处理组 1 (山梨酸钾浓度  $0.015\text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) 贮藏期约为 25 d, 样品菌落总数检出数为  $14\ 300$  cfu/g; 山梨酸钾使用量在  $0.045\text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $0.060\text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $0.075\text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  的三条曲线比较接近, 储藏期均可达到 30 d, 其在第 30 d 的菌落总数检出数分别为  $10\ 300$  cfu/g、 $9\ 000$  cfu/g、 $8\ 600$  cfu/g, 后两个处理组间的保鲜效果相差不大。故山梨酸钾使用量在  $0.060\text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \sim 0.075\text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  范围内具有较佳的抑菌保鲜效果。

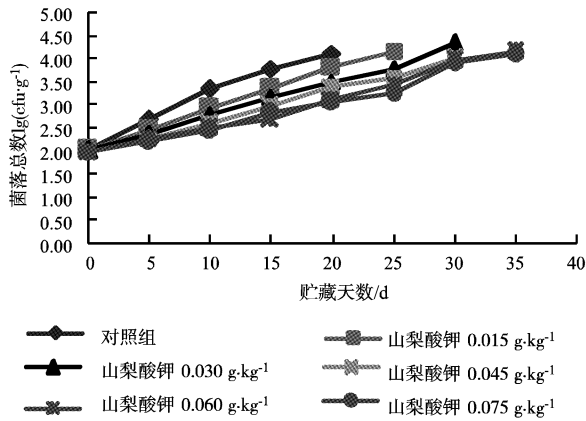


图4 山梨酸钾对冷藏调理即食鲨鱼皮保鲜效果的影响

Fig. 4 Effect of Effect of potassium sorbate on preservation of the chilled instant shark skin

### 3.2.1.2 乳酸链球菌素 (Nisin) 对冷藏调理即食鲨鱼皮保鲜效果的影响

如图5,对照组产品菌落总数随着贮藏天数的增加,呈极剧上升趋势,在第20 d后菌落总数就超过了 $10^4$  cfu/g。处理组产品的菌落总数检出数都呈缓慢上升趋势,且随着 Nisin 使用量的增加,抑菌效果也明显增强。在贮藏天数达到30 d时,处理组1(Nisin 浓度 $0.1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )和处理组2(Nisin 浓度 $0.2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )的样品菌落总数检出数已超标,而其他三个处理组的产品菌落总数仍小于 $10^4$  cfu/g,分别为2 850 cfu/g、2 260 cfu/g、1 460 cfu/g。由图5可以看出,Nisin 使用量在 $0.3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以上的3处理组间的产品

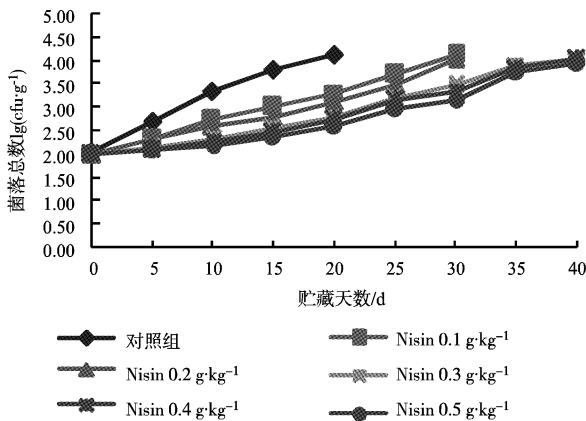


图5 乳酸链球菌素对冷藏调理即食鲨鱼皮保鲜效果的影响

Fig. 5 Effect of Nisin on preservation of the chilled instant shark skin

菌落总数变化趋势曲线比较接近,这3个处理组的冷藏调理即食鲨鱼皮产品均能冷藏约40 d,而且各组间抑菌效果相差不大,各样品在第40 d菌落总数检出数分别为10 800 cfu/g、10 500 cfu/g、8 600 cfu/g。故 Nisin 使用量在达到 $0.3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以上时就可有较好的抑菌保鲜效果。

### 3.2.1.3 脱氢醋酸钠对冷藏调理即食鲨鱼皮保鲜效果的影响

如图6所示,脱氢醋酸钠试验组总体趋势相比前两种抑菌保鲜剂的试验组来说,产品的菌落总数检出数上升较快。处理组1(脱氢醋酸钠使用量 $0.1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )和处理组2(脱氢醋酸钠使用量 $0.2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )样品组在25 d后菌落总数检出数就超过标准( $10^4$  cfu/g);脱氢醋酸钠使用量 $0.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 处理组效果较其他处理组的保鲜抑菌效果好,储藏30 d后产品的菌落总数检出数为6600 cfu/g,仍在安全食用范围内,贮藏约35 d,样品的菌落总数超过 $10^4$  cfu/g。

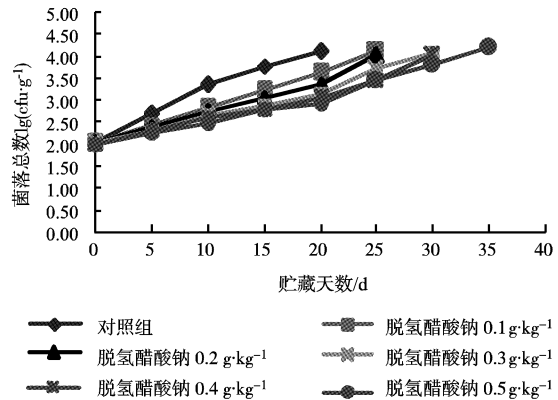


图6 脱氢醋酸钠对冷藏调理即食鲨鱼皮保鲜效果的影响

Fig. 6 Effect of sodium dehydroacetate on preservation of the chilled instant shark skin

### 3.2.2 冷藏调理即食鲨鱼皮适宜保鲜剂及其浓度范围的确定

比较上述三个抑菌保鲜剂单因素试验结果可以发现,乳酸链球菌素和山梨酸钾对冷藏调理即食鲨鱼皮的抑菌保鲜效果总体趋势明显比脱氢醋酸钠的理想,其中 Nisin 的抑菌效果最为显著,因此本试验选择 Nisin 和山梨酸钾为冷藏调理即食鲨鱼皮适宜的抑菌保鲜剂;其有效的抑菌保鲜的使用量范围分别是 $0.3 \sim 0.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 与

0.060 ~ 0.075 g · kg<sup>-1</sup>间。

### 3.2.3 冷藏调理即食鲨鱼皮抑菌保鲜液配比的优化

将两种或两种以上的抑菌保鲜剂复合使用,既可产生协同增效作用,明显提高抑菌保鲜效果,分别降低各自使用量,保证了抑菌保鲜剂的

使用安全性,又节约了成本<sup>[15]</sup>。

表4为冷藏调理即食鲨鱼皮抑菌保鲜液配比的L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)正交试验方案与结果分析表。由极差分析可知,影响冷藏调理即食鲨鱼皮贮藏期的菌落总数和挥发性盐基氮T-VBN值的各因素主次关系为B(Nisin) > A(山梨酸钾) > C(pH值)。

表4 正交试验方案及结果分析  
Table.4 Result analysis of orthogonal experiment

编号	因素				试验结果	
	A(山梨酸钾/ g · kg <sup>-1</sup> )	B(Nisin/ g · kg <sup>-1</sup> )	C(pH)	D(空列)	菌落总数	T-VBN
1	1(0.030)	1(0.2)	1(4.0)	1	2.87	9.88
2	1	2(0.3)	2(4.5)	2	2.74	9.45
3	1	3(0.4)	3(5.0)	3	2.70	9.22
4	2(0.045)	1	2	3	2.69	9.18
5	2	2	3	1	2.62	9.15
6	2	3	1	2	2.53	8.74
7	3(0.060)	1	3	2	2.71	9.32
8	3	2	1	3	2.57	9.05
9	3	3	2	1	2.47	8.35
菌落总数						
K <sub>1</sub>	8.31	8.27	7.97	7.96		
K <sub>2</sub>	7.84	7.93	7.90	7.98		
K <sub>3</sub>	7.75	7.70	8.03	7.96		
k <sub>1</sub>	2.77	2.76	2.66	2.65		
k <sub>2</sub>	2.61	2.64	2.63	2.66		
k <sub>3</sub>	2.58	2.57	2.68	2.65		
R	0.18	0.19	0.04	0.01		
K <sub>1</sub>	28.55	28.38	27.67	27.38		
K <sub>2</sub>	27.07	27.65	26.98	27.51		
挥发性盐基氮						
K <sub>3</sub>	26.72	26.31	27.69	27.45		
k <sub>1</sub>	9.52	9.46	9.22	9.13		
k <sub>2</sub>	9.02	9.22	8.99	9.17		
k <sub>3</sub>	8.91	8.77	9.23	9.15		
R	0.61	0.69	0.24	0.04		
因素主次	B A C					
优水平	B <sub>3</sub> A <sub>3</sub> C <sub>2</sub>					

表 5 冷藏调理即食鲨鱼皮的菌落总数方差分析表

Table 5 Variance analysis of total numbers of colony for the chilled instant shark skin

方差来源	偏差平方和 $S$	自由度 $f$	方差 $V$	$F$ 值	$F_{\alpha}$	显著性
A	0.060 29	2	0.030 14	678.25	$F_{0.05}(2,2) = 19.00$	**
B	0.054 82	2	0.027 41	616.75	$F_{0.01}(2,2) = 99.00$	**
C	0.002 82	2	0.001 41	31.75		*
误差 $e$	0.000 09	2	0.000 04			
总和	0.118 02					

表 6 冷藏调理即食鲨鱼皮的 T-VBN 方差分析表

Table 6 Variance analysis of T-VBN for the chilled instant shark skin

方差来源	偏差平方和 $S$	自由度 $f$	方差 $V$	$F$ 值	$F_{\alpha}$	显著性
A	0.629 1	2	0.314 54	223.07	$F_{0.05}(2,2) = 19.00$	**
B	0.734 8	2	0.367 41	260.57	$F_{0.01}(2,2) = 99.00$	**
C	0.109 0	2	0.054 48	38.64		*
误差 $e$	0.002 8	2	0.001 41			
总和	1.475 69					

表 5、表 6 为各因素对菌落总数和 T-VBN 影响的  $F$  值检验,结果表明 Nisin 和山梨酸钾对产品的菌落总数和 T-VBN 的影响均极为显著( $P < 0.01$ ),其中 Nisin 对冷藏调理即食鲨鱼皮保鲜作用影响最大;pH 值对样品两项指标的影响均达到显著水平( $P < 0.05$ )。综合分析结果,优化后的冷藏调理即食鲨鱼皮的抑菌保鲜液的配比为  $B_3 A_3 C_2$ ,即 Nisin 使用量为  $0.4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,山梨酸钾的使用量为  $0.060 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,抑菌保鲜液的 pH  $\leq 4.5$ 。

### 3.3 验证试验

由于研究得到的优化因素参数组合  $A_3 B_3 C_2$  没有体现在正交表中,为验证模拟试验所得的结果,以  $A_3 B_3 C_2$  为条件,即山梨酸钾使用量为  $0.060 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,Nisin 使用量为  $0.4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,抑菌保鲜液的 pH 值为 4.5 进行验证试验。将预处理好的鲨鱼皮原料采用浓度为  $500 \text{ mg/kg}$  的臭氧处理 25 min 进行前期减菌,再添加优化配比的抑菌保鲜液进行保鲜,做 3 组平行试验,检测指标取其平均值。结果表明,样品在  $0^\circ\text{C} \sim 4^\circ\text{C}$  条件的冷藏 60 d 后,取样测定菌落总数和 T-VBN 值,其菌落总数检出数为  $9\ 200 \text{ cfu/g}$ ,T-

VBN 值为  $14.5 \text{ mg}/100\text{g}$ ,约贮藏 65 d 后菌落总数和 T-VBN 值方才超过限定标准;并于 65 d 内每隔 10 d 测定的大肠杆菌均  $< 30 \text{ MPN}/100\text{g}$ ,致病菌报告结果均为阴性。验证试验表明,在前期减菌的处理的基础上,采用此最佳配比的抑菌保鲜液对冷藏调理即食鲨鱼皮以 1:1 的比例进行防腐保鲜,并结合  $0^\circ\text{C} \sim 4^\circ\text{C}$  条件的冷藏,可有效保证产品的贮藏稳定性,延长其保鲜货架期。

## 4 结论

1) 研究表明,臭氧杀菌是一种经济可行的非热力前期减菌技术,采用浓度为  $500 \text{ mg/kg}$  的臭氧处理鲨鱼皮原料 25 min,可以显著降低其带菌数,为产品的后期抑菌保鲜奠定下良好的基础条件。

2) Nisin 和山梨酸钾均能有效地抑制冷藏调理即食鲨鱼皮的微生物繁殖生长,将二者进行合理的复配明显增强抑菌性,同时,两者在酸性环境下的抑菌作用更佳。考虑到本研究开发的产品属于蛋白类食品,故适当降低其抑菌保鲜液的 pH 值( $\text{pH} \leq 4.5$ ),以利于更好的发挥复合保鲜剂的抑菌保鲜作用,提高产品的贮藏稳定性,有



效延长货架期。采用  $L_9(3^4)$  正交试验方案设计,进行优化复配的冷藏调理即食鲨鱼皮的抑菌保鲜液配比为,山梨酸钾使用量为  $0.060 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , Nisin使用量为  $0.4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 抑菌保鲜液的 pH 为  $\leq 4.5$ 。

3、通过验证试验,证明经过本研究保鲜技术处理后的冷藏调理即食鲨鱼皮产品的贮藏期比对照组延长了约 40 d。

### 参考文献

- [1] 赵连胜. 鱼皮漫谈(四)[J]. 内陆水产, 1997, (5):31.  
ZHAO L SH. Taking about Fishskin [J]. Inland Aquiculture, 1997, (5):31.
- [2] 吴文惠,张艳,包斌,等. 不同鲨鱼皮胶原蛋白的分离及其特性研究[J]. 中国海洋药物杂志, 2008,27(2):22-28.  
WU W H, ZHANG Y, BAO B, et al. Study on the isolation and characteristics of different sharkskin [J]. China J. Mar. Drugs, 2008,27(2):22-28.
- [3] 曾名勇,张联英,刘尊英,等. 几种鱼皮胶原蛋白的理化特性及其影响因素[J]. 中国海洋大学学报, 2005,35(4):608-612.  
ZENG M Y, ZHANG L Y, LIU Z Y, et al. Physical and chemical properties and influencing factors collagen from several kinds of fishskin [J]. Journal of Ocean University of China, 2005,35(4):608-612.
- [4] 李汴生,阮征. 非热杀菌技术与应用[M]. 北京:化学工业出版社, 2004:211-212.  
LI B SH, RUAN ZH. Non-thermal sterilization techniques and utilization [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2004:211-212.
- [5] 夏文水,钟秋平. 食品冷杀菌技术研究进展[J]. 中国食品卫生杂志, 2003,15(6):539-544.  
XIA W SH, ZHONG Q P. Food cold sterilization research progress [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2003,15(6):539-544.
- [6] ZEYNE P B, GUZEL S, ANNEL K, et al. Use of ozone in the food industry [J]. Lebensm. - Wiss. u. - Technol., 2004(37):453-460.
- [7] 罗志刚,杨连生. 脉冲强光技术在食品工业中的应用[J]. 食品工业, 2002,(5):44-46.  
LUO ZH G, YANG L SH. Use of pulsed-light sterilization techniques in the food industry [J]. Food Industry, 2002,(5):44-46.
- [8] ROWAN N J, MACGREGOR S J, ANDERSON J G, et al. Pulsed-light inactivation of food-related microorganisms [J]. Applied and Environmental Microbiology, 1999,65(3):1312-1315.
- [9] 周万龙,任赛玉,高大维. 脉冲强光杀菌对食品成分的影响及保鲜研究[J]. 深圳大学学报:理工版, 1997,14(4):81-84.  
ZHOU W L, REN S Y, GAO D W. Study on the effects of pulsed-light sterilization techniques on the nutrient composition of food and preservation [J]. Journal of Shenzhen University: Science & Engineering, 1997,14(4):81-84.
- [10] 吴燕燕,李来好,陈培基. 软包装即食食品—鲮鱼皮加工工艺[J]. 湛江海洋大学学报, 2002,6:43-44.  
WU Y Y, LI H L, CHEN P J. Flexible package ready-to-eat food—processing technic of the skin of mullet [J]. Journal of Zhan Jiang Ocean University, 2002,6:43-44.
- [11] GB 2760—2007. 食品添加剂使用卫生标准[S]. 北京:中国标准出版社, 2008.  
GB 2760—2007. Hygienic standards for uses of food additives [S]. Beijing: China Standards Press, 2008.
- [12] 盛丽,苏碧泉. 新型食品防腐剂山梨酸钾[J]. 化学教育, 2004,7:8-10.  
SHENG L, SU B Q. New food preservative potassium sorbate [J]. Chemical Education, 2004,7:8-10.
- [13] 李红,赵春燕. 乳酸链球菌素的研究进展[J]. 食品科技, 2006,(1):75-78.  
LI H, ZHAO CH Y. Research progress of nisin [J]. Food Science and Technology, 2006,(1):75-78.
- [14] GB/T 4789—2008. 食品卫生微生物学检验[S]. 北京:中国标准出版社, 2009.  
GB/T 4789—2008. Microbiological examination of food hygiene: general principles [S]. Beijing: China Standards Press, 2009.
- [15] 邱春江,薛长湖,舒留泉. 复合生物保鲜剂在贻贝保鲜中的试验研究[J]. 食品科学, 2004(7):53-57.  
QIU CH J, XUE CH H, SHU L Q. Study on the use of compound biochemical preserving agents in preservation of mussel [J]. Food Science, 2004(7):53-57.

## 作者简介



王丽虹,女,福建农林大学食品科学学院农产品加工及贮藏工程研究生,主要研究方向为农产品加工技术。

E-mail: lh069@163.com

**Wang Lihong**, female, a master student major in processing and storage of agriculture products, Institute of Food Science and Technology, Fujian Agriculture and Forestry University, mainly engaged in agro-processing technology.

吕峰(通讯作者),女,博士,硕导研究员,主要从事食品科学、农产品加工与贮藏保鲜、天然产物的综合利用的教学和研发工作。

E-mail: yongyi64@163.com

**Lv Feng** (Corresponding author), female, Ph. D., professor and master student supervisor, mainly engaged in teaching and research of food science, processing and storage of agriculture products, and comprehensive utilization of natural products.