

文章编号:1000-0615(2001)03-0254-06

## 溶菌酶复合保鲜剂对水产品的保鲜作用

陈舜胜<sup>1</sup>, 彭云生<sup>2</sup>, 严伯奋<sup>1</sup>

(1. 上海水产大学食品学院, 上海 200090; 2. 上海东海制药厂, 上海 200090)

**摘要:**以对虾、带鱼段、扇贝柱和柔鱼条为试样,采用浸保鲜液、加入保鲜冰等保鲜方式,并运用正交试验法得出了在冷藏(5℃)与冰藏(0~1℃)条件下溶菌酶复合保鲜剂的有效配方。由于采用复配方式,扩大了溶菌酶的原抗菌谱范围,又增强了抗菌作用强度。结果表明,这种复合保鲜剂的作用显著,在其他条件相同的情况下,可延长保鲜期约一倍时间。

**关键词:**水产品;溶菌酶;防腐剂;复合保鲜剂

**中图分类号:**S983 **文献标识码:**A

### The effect of lysozyme complex freshness keeping preparation on keeping aquatic products fresh

CHEN Shun-sheng<sup>1</sup>, PENG Yun-sheng<sup>2</sup>, YAN Bo-fen<sup>1</sup>

(1. College of Food science, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China;

2. Shanghai Donghai Pharmaceutical Works, Shanghai 200090, China)

**Abstract:** This paper discusses the application of lysozyme complex freshness keeping preparation to keeping aquatic prawn fresh, which covers formula, the method of adding and the effect of keeping fresh of the preparation. Using prawn, pieces of cutlassfish, scallop meat and pieces of squids as samples, effective formula of lysozyme complex freshness keeping preparation was obtained under the condition of cold storage (5℃) and ice storage (0-1℃) by orthogonal tries with adoption of many freshness keeping methods such as freshness keeping liquid and freshness keeping ice etc. It extended original antibaternal spectrum of lysozyme complex freshness keeping preparation and also developed the effect of antibateria with adoption of complex formula. Complex freshness keeping preparation is significant. The action is two times longer than other freshness keeping preparation under the same conditions.

**Key words:** aquatic products; lysozyme; preservative; complex freshness keeping preparation

溶菌酶(lysozyme)国际编号为E 3.2.1.17.,正式定名为N-乙酰己糖胺酶(N-acetylhexosaminodase)属胞壁质酶(muramidase),又称N-乙酰胞壁质聚糖水解酶(N-acetylmuramic glycanhydrolase)。1922年英国细胞学家福莱明(Alexander Fleming)于鼻粘液中发现,1937年Abrabam从卵白中分离、制出结晶体<sup>[1]</sup>。溶菌酶广泛存在于鸟类、家禽的蛋清中,哺乳动物的泪液、唾液、血液、尿、乳汁、淋巴液以及白细胞、肝肾

收稿日期:2000-09-25

资助项目:农业部资助项目(渔-85-93-青-09)

第一作者:陈舜胜(1956-),男,浙江台州人,副教授,主要从事食品分析、水产品加工等研究。Tel:021-65711922, E-mail: chenss@shfu.edu.cn

组织细胞中。其中在蛋清中含量最丰富,因而多数商品溶菌酶是从蛋清中提取的。溶菌酶因其溶解细菌细胞而得名,溶菌酶的作用是切断 N-乙酰胞壁酸和乙酰葡萄糖胺之间的  $\beta$ -1,4 糖苷键,这是大多数活细菌细胞壁外膜的构成部分<sup>[1]</sup>。溶菌酶具有多种药理作用,如抗感染、消炎、消肿、增强体内免疫机能的功用。在医学临床上与抗菌素配合,治疗多种粘膜炎症、清除坏死粘膜、促进组织再生以及用于凝血、止血等<sup>[2]</sup>。溶菌酶是婴儿食品等的良好添加剂,它在婴儿体内可以直接或间接促进婴儿肠道中双歧乳酸杆菌(*Lactobacillus bifidus*)增殖。它是婴儿生长发育所需的一种必须抗菌蛋白(非特异性免疫蛋白因子),对杀死肠道腐败菌、增强抗感染能力具有特殊作用。同时,它还能促进乳酪蛋白的乳化、利于消化吸收<sup>[3]</sup>。溶菌酶作为防腐剂在清酒、干酪、香肠、奶油、糕点等食品上应用,已取得了良好的效果<sup>[4-9]</sup>。但是单独溶菌酶的防腐保鲜作用有一定的局限性,主要表现在其特异性高,只能分解芽孢细菌的活细胞,不能分解芽孢;只对革兰氏阳性菌有较强的溶菌作用,对革兰氏阴性菌多不起作用。因而使用时需要添加其他成分,以促进其作用效果<sup>[10]</sup>。

本研究旨在将溶菌酶复合保鲜剂应用于水产品保鲜上,包括探讨复合制剂的配方、保鲜的效果以及添加中的一些技术问题。研究以对虾、带鱼段、扇贝柱和柔鱼条为试样,通过浸保鲜液后冷藏(5℃)和添加保鲜冰冰藏的方式对其保鲜效果加以考察与评价。

## 1 材料与方 法

### 1.1 实验材料

溶菌酶(lysozyme): 购自上海沪南蛋品厂,酶活力  $2\ 000\ \text{IU}\cdot\text{mg}^{-1}$ 。

供试水产品原料:带鱼(*Trichiurus lepturus*),柔鱼(*Ommastrephes bartrami*),哈氏仿对虾(*Parapenaeopsis hardwickii*),栉孔扇贝(*Chlamys farreri* J.P.)贝柱。

样品预处理:购入尽可能新鲜的上述供试原料。带鱼去头、内脏,再切成 6~7cm 长的鱼段;柔鱼去皮和内脏并切成  $2\text{cm}\times 5\text{cm}$  的小条;贝柱和虾挑取鲜度、大小尽可能一致样品。将试样清洗,去除差异较大的个体,然后将试样个体随机分组,作保鲜或对照备用。

### 1.2 保鲜方法

浸液法:将保鲜剂按要求配比溶解在水中,待保鲜样品于该溶液中浸泡一定时间,取出沥干,置塑料盒中并覆盖薄膜,放入冰箱中保存,温度控制在 5℃。

加入保鲜冰法:将一定浓度的保鲜剂溶液制成小块冰( $2\text{cm}\times 2\text{cm}\times 0.5\text{cm}$ )(保鲜冰)。使用时层冰层鱼装入塑料盒中(鱼冰重量比约 1:1),使保鲜剂随着冰的溶解持续渗入鱼体中而起到保鲜作用。然后将塑料盒置于 5℃ 的冰箱中保存,鱼品温度 0~1℃。每天一次倾去下层融化的冰水,并补充保鲜冰。

### 1.3 保鲜因素及水平的安排与试验确定

正交试验法参见文献[11]、文献[12]及文献[13]。

### 1.4 保鲜效果评价法

总挥发性盐基氮(TVBN)采用微量扩散法<sup>[14]</sup>;细菌总数采用平板记数法;感官评定采用评分法。

## 2 结果与讨论

### 2.1 复合保鲜剂基本成分的选择

根据文献及预备试验,初选溶菌酶、氯化钠、甘氨酸、半乳糖醛酸、山梨酸钾、抗坏血酸和丁香 7 种成分并各选择 2 个配比度,于是列出因素水平表(表 1)。

表 1 复合保鲜剂的初选因素及其水平(%)

Tab.1 Levels and first choice factors of complex freshness keeping preparation(%)

水平	因素						
	溶菌酶	氯化钠	甘氨酸	半乳糖醛酸	山梨酸钾	抗坏血酸	丁香
I	0.01	0.2	0.4	0.1	0.01	0.01	0.1
II	0.08	1	1.5	0.8	0.04	0.04	0.3

选用  $L_8(2^7)$  表安排试验, 然后比较各次试验的挥发性盐基氮(TVBN)值和细菌总数的极差, 并参照感官评定值综合评价保鲜效果。结果表明, 半乳糖醛酸效果最差, 丁香气味过浓且作用也不佳, 因而将此二者去掉。

为了进一步考察保鲜剂各成分(因素)间是否存在相互影响, 选择溶菌酶、氯化钠、甘氨酸、山梨酸钾、抗坏血酸和胡椒 6 个因素, 并再选取 2 水平(配比度), 列出因素水平表(表 2), 按  $L_8(2^6)$  进行正交交互试验。

表 2 复合保鲜剂的复选因素及其水平(%)

Tab.2 Levels and second choice factors of complex freshness keeping preparation(%)

水平	因素 A			因素 B		因素 C
	溶菌酶	氯化钠	甘氨酸	山梨酸钾	抗坏血酸	胡椒
I	0.02	0.5	0.4	0.02	0.02	0.08
II	0.04	1	0.8	0.04	0.04	0.1

保藏 3d 后, 因素 A × B 的极差(TVBN 差值)为  $12.5 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$  大于 A 的极差  $8.2 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$ , 也大于 B 的极差  $9.5 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$ 。6d 后 A × B 的极差  $7.6 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$  远大于 A 的极差  $1.6 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$  和 B 的极差  $3.4 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$ 。因而因素 A 和因素 B 的交互作用很明显。同时, 比较 A × C 与 A 的极差和 B × C 与 B 的极差, 表明因素 AC 和因素 BC 均为负交互, 故去掉因素 C(即胡椒)。据此得出复合保鲜剂的基本组成为溶菌酶、甘氨酸、氯化钠、山梨酸钾和抗坏血酸。

## 2.2 溶菌酶复合保鲜剂的配方确定

### 2.2.1 虾的复合保鲜剂配比

参照上述基本配方选择溶菌酶、氯化钠、甘氨酸、山梨酸钾、抗坏血酸和浸液时间 6 个因素, 各取 3 水平, 按  $L_{18}(3^6)$  安排试验。经分析保鲜结果, 溶菌酶、山梨酸钾的配比及浸液时间得以确定。氯化钠、甘氨酸、抗坏血酸的最佳水平尚不能完全确定。同时感官评定表明虾头出现褐变, 故再考虑加入植酸。然后设定 4 因素 3 水平, 再按  $L_9(3^4)$  安排试验, 从而得出一个较好的配方, 溶菌酶 0.05%, 氯化钠 1.0%, 甘氨酸 6.0%, 山梨酸钾 0.06%, 抗坏血酸 0.3%, 植酸 0.01%, 浸液时间为 30s。用于对虾的保鲜冰的配方为溶菌酶 0.08%, 氯化钠 2.0%, 甘氨酸 3.0%, 山梨酸钾 0.08%, 抗坏血酸 0.3%, 植酸 0.03%。

### 2.2.2 带鱼段的复合保鲜剂配比

同样参照基本配方的 5 种成份和浸液时间, 先按 6 因素 3 水平的  $L_{18}(3^6)$  表安排试验。分析结果后第二次再按  $L_9(3^4)$  安排试验。得出较好的配方为溶菌酶 0.05%, 氯化钠 2.0%, 甘氨酸 8%, 山梨酸钾 0.08%, 抗坏血酸 0.3%, 浸液 1min。

### 2.2.3 扇贝柱的复合保鲜剂配比

参照上述基本配方, 按  $L_{18}(3^6)$  安排试验, 得出一个较好的配方为: 溶菌酶 0.05%, 氯化钠 1.0%, 甘氨酸 7.5%, 山梨酸钾 0.06%, 抗坏血酸 0.2%, 浸液时间 30 秒。

### 2.2.4 柔鱼条的复合保鲜剂配比

参照上述基本配方按  $L_{18}(3^6)$  安排试验, 得出一个较好的配方, 溶菌酶 0.05%, 氯化钠 2.0%, 甘氨酸

6.0%,山梨酸钾 0.06%,抗坏血酸 0.5%,浸液时间为 30s。同样方法得用于柔鱼条的保鲜冰的配方为溶菌酶 0.05%,氯化钠 1.5%,甘氨酸 4.5%,山梨酸钾 0.06%,抗坏血酸 0.5%。

通过以上实验,得到用于浸渍水产品的保鲜液配方为溶菌酶 0.05%,氯化钠 1%~2.0%,甘氨酸 6.0%~8%,山梨酸钾 0.06%~0.08%,抗坏血酸 0.2%~0.5%,浸液时间 0.5~1min;用于制作保鲜冰的溶液配方,溶菌酶 0.05%~0.08%,氯化钠 1.5%~2.0%,甘氨酸 3.0%~4.5%,山梨酸钾 0.06%~0.08%,抗坏血酸 0.3%~0.5%。除了对虾稍有差异以外,用于其他几种水产品的保鲜液配方差异不显著,直接浸渍的保鲜液和用于制作保鲜冰的溶液配方差异也不大。

### 2.3 复合保鲜剂的使用效果评价

为了验证所得配方的实际效果,将经复合保鲜剂处理的试样与对照试样同时进行平行试验,通过测定 TVBN 和细菌总数作为评价指标,考察保鲜的效果。

#### 2.3.1 带鱼的保鲜效果评价

将带鱼段在保鲜液中浸渍 30s 钟后冷藏(5℃),结果清楚表明,随着保藏时间的延续保鲜效果越显著。保藏第 7 天,保鲜组的挥发性盐基氮(TVBN)为  $21 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$ ,而对照组为  $36 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$ (图 1-A);其时,前者的细菌总数位  $2.5 \times 10^4$ ,后者则达  $2.0 \times 10^5$ (图 1-B),两者相差为 8 倍,这意味着复合保鲜剂的抑菌作用尤为明显。另外,感官评定表明保鲜组在风味上没有产生显著性影响。

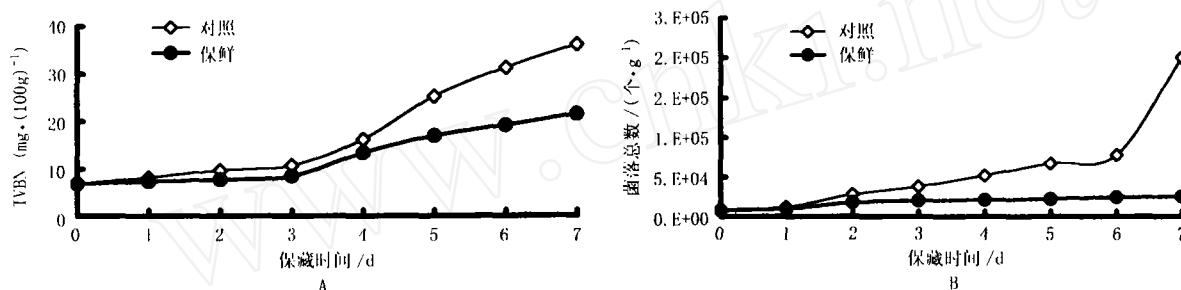


图 1 带鱼段经溶菌酶保鲜液处理后的冷藏(5℃)效果

Fig. 1 The cold storage (5℃) effect of cutlassfish with freshness keeping liquid

#### 2.3.2 对虾的保鲜效果评价

对虾试样的初始鲜度较差,清洗后 TVBN 为  $15 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$ ,细菌总数  $9 \times 10^3$ ,因而此后的鲜度下降亦较快,但保鲜剂的作用仍很明显。参照对虾鲜度标准<sup>[15]</sup>,TVBN 值为  $30 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$ ,经保鲜处理后到达此鲜度界限可冷藏 3d,而对照组仅为 1.3d(图 2-A)。细菌总数则反映更为明显,保藏 5d 后保鲜组与对照组相差 10 倍以上(图 2-B)。感官评定还表明复合保鲜剂对防止对虾的褐变也有明显效果。

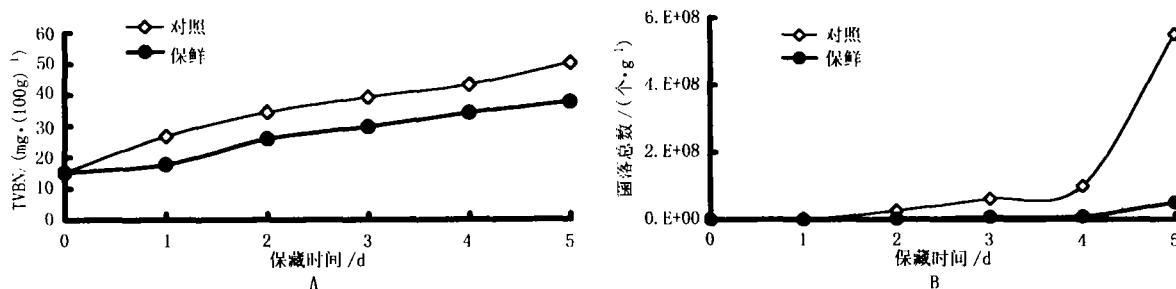


图 2 对虾经溶菌酶保鲜液处理后的冷藏(5℃)效果

Fig. 2 The cold storage (5℃) effect of prawn with freshness keeping liquid

### 2.3.3 扇贝柱的保鲜效果评价

保鲜液浸渍过的扇贝柱在 5℃ 条件下冷藏 7d TVBN 值为  $18 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$ , 对照组是  $30 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$  (图 3-A); 第 6 天菌落总数分别是  $8.1 \times 10^4$  和  $1.1 \times 10^6$ , 相差 13.6 倍 (图 3-B)。

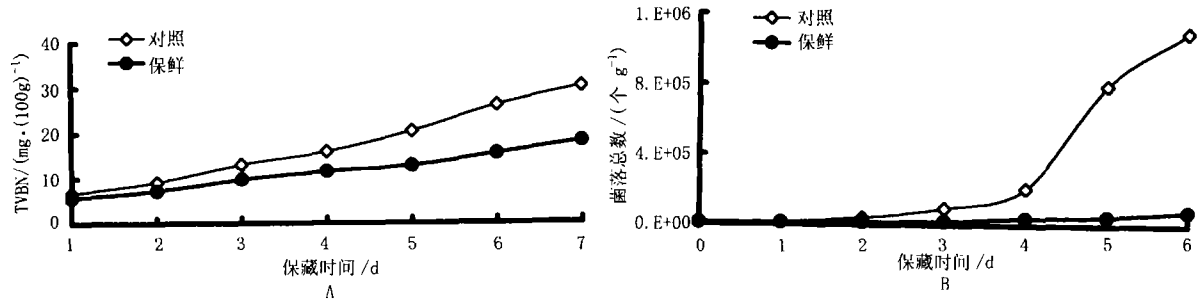


图 3 扇贝柱经溶菌酶保鲜液处理后的冷藏(5℃)效果

Fig.3 The cold storage(5℃) effect of scallop meat with freshness keeping liquid

### 2.3.4 柔鱼的保鲜效果评价

柔鱼加保鲜冰保藏 4d 后 TVBN 值为  $20 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$ , 对照组达这一定值的时间为 2.2d (图 4)。保鲜剂的作用效果亦随时间延续而趋于显著, 保鲜组第 6 天 TVBN 为  $22 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$ , 对照组第 3d 即达  $22 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$ , 保鲜期延长了一倍。

## 3 小结

本研究以较有代表性的海洋鱼、虾、贝和头足类为试样, 应用正交试验方法确定了溶菌酶复合保鲜剂的作用效果及良好配方。各种水产品的使用配方很相似, 溶菌酶的使用浓度为 0.05%, 这与日本学者的同类报道一致<sup>[6,7]</sup>; 但甘氨酸浓度为 6%~8%, 是报道值的 10 倍; 其他几种添加成分未见于报道。这种复合保鲜剂卫生安全、作用显著, 且随着保藏时间的延续添加复合保鲜剂的效果越明显。保鲜的机理主要是抑制腐败微生物生长, 这可从细菌总数的明显减少得以证实。

迄今为止, 我国的水产品保藏与流通主要应用冻结保鲜的方法, 包括超市货架上冷藏(0℃以上)的制品很少。冷冻会引起蛋白质变性和质构的破坏, 对风味产生不良影响, 但普通冷藏保质期较短, 使水产品难以进入流通领域。利用溶菌酶复合保鲜剂与冷藏结合, 既可延长保质期, 又不使水产品的质构与风味遭受损害, 而且卫生、安全。因此, 这是一种很有应用前景的保鲜方法。

上海水产大学 1994 届毕业生孙大宇、高鹤, 1995 届毕业生丁善国, 1996 届毕业生何光华、韩阳参与了本项目的实验工作, 谨此致谢。

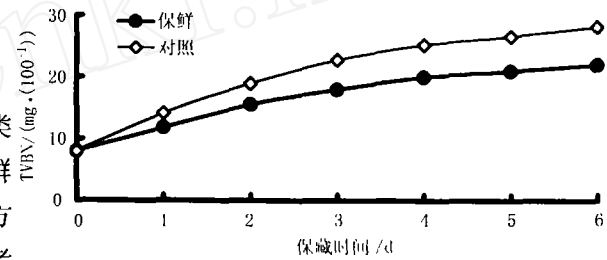


图 4 柔鱼条添加溶菌酶保鲜冰后的保藏效果

Fig.4 The cold storage(5℃) effect of pieces of squids with freshness keeping ice

## 参考文献:

- [ 1 ] Valerie A P, Cunningham F E. The chemistry of lysozyme and its use as a food preservative and a pharmaceutical[J]. Food Science and Nutrition, 1988, 26(4):359-395.
- [ 2 ] 谢宪章.天然防腐剂溶菌酶有待开发[J].食品科学,1995,16(12):6-9.
- [ 3 ] 张宗岩.溶菌酶及其应用[J].食品科学,1995,16(9):59-61.
- [ 4 ] Eisai Co Ltd. Sea-food preservation[P]. Japanese-Patent, 19576/1971.
- [ 5 ] Eisai Co Ltd. Fish product preservation[P]. Japanese-Patent, 5710/1972.
- [ 6 ] 李兴福译.溶菌酶[M].山东:山东科学技术出版社,1982.120-180.
- [ 7 ] 黄文涛,胡学智译.酶应用手册[M].上海:上海科学技术出版社,1989.370-407.
- [ 8 ] 李冬梅.溶菌酶及其在食品中的应用[J].食品工业,1999,3:21-22.
- [ 9 ] 章银良.溶菌酶对草莓的保鲜效果[J].食品工业科技,1999,20(1):32-33.
- [ 10 ] Tsutsumi M, Suda I, Jea Kyun Lee, et al. Preservative effect by the combined use of polyphosphate glycerol monocaprtae and lysozyme[J]. Journal of Food Hygienic Society of Japan, 1983, 24(3):301-307.
- [ 11 ] 北京大学数学力学系数学专业概率统计组.正交设计——一种安排多因素试验的数学方法[M].北京:人民教育出版社,1976.148-206.
- [ 12 ] 于立芬,郑世光.数理统计方法[M].上海:上海科学技术出版社,1985.160-185.
- [ 13 ] 黄志宏,方积乾.数理统计方法[M].北京:人民卫生出版社,1987.203-218.
- [ 14 ] GB/T5009.44-1996.肉与肉制品卫生标准的标准分析方法[S].
- [ 15 ] GB2741-1994.中华人民共和国国家标准,海虾卫生标准[S].

www.cnki.net