

ε-聚赖氨酸、壳聚糖及植酸对南美白对虾的保鲜作用

侯伟峰, 谢晶*

(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:为延长南美白对虾的货架期, 选取 ε-聚赖氨酸、壳聚糖及植酸对南美白对虾进行处理, 并对各组虾体感官、pH 值、挥发性盐基氮、菌落总数和三甲胺指标的测定。结果表明: 在(4 ± 1)℃的贮藏环境下, 与不添加保鲜剂组相比, ε-聚赖氨酸、壳聚糖及植酸平均能明显延长南美白对虾货架期 2~4d。质量分数 0.08% 的植酸溶液能够较好地保持虾体的感官品质, 而 ε-聚赖氨酸在减缓虾体菌落总数和三甲胺含量方面具有较好的效果。

关键词:南美白对虾; 生物保鲜剂; 保鲜; 货架期

Preservation Effects of ε-Polylysine, Chitosan and Phytic Acid on *Penaeus vannamei*

HOU Wei-feng, XIE Jing*

(Shanghai Aquatic Products Processing and Storage Engineering Technology Research Center, College of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: In order to understand their preservation effects of *Penaeus vannamei*, sensory characteristics, pH, total volatile basic nitrogen (TVB-N), total bacteria count (TBC) and trimethylamine (TMA) were measured on *Penaeus vannamei* treated with ε-polylysine, chitosan or phytic acid during cold storage at (4 ± 1) °C. The results showed that the shelf life of *Penaeus vannamei* was prolonged averagely by 2—4 d due to treatment with ε-polylysine, chitosan or phytic acid compared with control samples. The sensory quality could be maintained well due to treatment with 0.08% phytic acid solution. However, ε-polylysine was more effective in reducing the TBC and TMA of *Penaeus vannamei*.

Key words: *Penaeus vannamei*; natural preservative; preservation; shelf-life

中图分类号: TS254.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)08-0308-05

南美白对虾(*Penaeus vannamei*)原产于南美太平洋沿岸的水域, 自 20 世纪 90 年代初开始在我国引进养殖以来, 养殖产量不断增加, 在 2004 年我国便已达到 35 万 t, 成为养殖产量最高的国家^[1]。但由于南美白对虾在捕获、运输、加工及贮藏过程中极易发生腐败变质, 特别是在其死亡后因氧化而发生的黑变, 极大地影响了其商品价值, 造成了较大的资源浪费。因此南美白对虾保鲜并延长其贮藏时间, 满足人们对其高鲜度和安全性的需求成为亟待解决的问题。

南美白对虾常见的保鲜技术有低温、气调、生物保鲜剂等技术^[2], 而生物保鲜技术因其具有较强的抑菌

性及较高的安全性, 并且在使用过程中不会改变食品原有的风味和品质等特点, 越来越多地在南美白对虾保鲜上^[3-4]得到应用。在常见的生物保鲜剂中, ε-聚赖氨酸是一种具有高抑菌能力的微生物类食品防腐剂, 并且能产生人体所必需的赖氨酸^[5]; 壳聚糖是一种涂膜保鲜剂, 具有较强的抑菌性, 同时能预防虾体因氧化而产生的黑变; 植酸是一种抗氧化保鲜剂, 不仅可以通过高度络合金属离子的特性^[6]达到护色功能, 同时还具有抑菌性。

为了延长南美白对虾货架期, 本实验通过在南美白对虾中分别添加 ε-聚赖氨酸、壳聚糖和植酸生物保鲜

收稿日期: 2011-04-14

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目(2011BAD24B02); 上海市科委工程中心建设项目(11DZ2280300); 上海市教委重点学科资助项目(T1102)

作者简介: 侯伟峰(1986—), 男, 硕士研究生, 研究方向为食品保鲜。E-mail: houweifenghappy@163.com

*通信作者: 谢晶(1968—), 女, 教授, 博士, 研究方向食品冷链技术与装备、食品保鲜。E-mail: jxie@shou.edu.cn

剂,结合感官及细菌总数等指标的评定,优化选择各保鲜剂的不同功能,期望能够为南美白对虾的保鲜及生物保鲜剂的优化提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

鲜活南美白对虾 市购;聚乙烯(PE)加厚保鲜袋(25cm×17cm,厚度0.3mm) 上海豪亚塑料制品有限公司。

1.2 仪器与设备

Kjeltec2300 凯氏定氮仪 瑞士 Foss 公司;PB-10 精密数显酸度计 赛多利斯科学仪器(北京)有限公司;UV-3000 PC 型紫外-可见分光光度计 上海美谱达仪器有限公司;YXQ-LS-30SH 全自动立式压力蒸汽灭菌器 上海博迅实业有限公司医疗设备厂;洁净工作台 苏净集团苏州安泰空气技术有限公司;DHP-9162 型电热恒温培养箱、电热鼓风干燥箱 上海一恒科学仪器有限公司。

ϵ -聚赖氨酸(食品级) 浙江银象生物工程有限公司;植酸(50%高纯度植酸溶液,食品级) 浙江桐乡鑫洋食品添加剂有限公司;平板计数琼脂 北京陆桥技术有限责任公司;硼酸、轻质氧化镁、甲基红、溴甲酚绿、无水乙醇、甲苯、碳酸钠等(均为 AR 级)、壳聚糖(食品级,脱乙酰度>85%) 国药集团化学试剂有限公司。

1.3 方法

1.3.1 原料处理

采集生长状态良好的南美白对虾,保活运回,剔除死亡、肢体残缺、变色等异常个体,用自来水冲洗,放入碎冰水中猝死。并随机分 6 组,编号分别为 CK、A₁、A₂、A₃、A₄、A₅,其中 CK 为对照组,A₁~A₅ 组分别浸泡在不同的保鲜剂溶液中,浸泡时间为 3min,然后取出室温下 1min 内沥干(必要时用超净风吹干),立刻装入无菌保鲜袋,于(4±1)℃冰箱内贮藏 14d。对照组(CK)用无菌蒸馏水代替保鲜剂溶液浸泡,其他同上。

1.3.2 保鲜剂溶液的配制及分组

根据前期研究^[8],认为添加 0.1% 的 ϵ -聚赖氨酸具有较好的保鲜效果。参照赵海鹏等^[8]的研究,壳聚糖的添加量为 1.5% 时,能够较强地抑制南美白对虾腐败变质及黑变。GB 2760—2007《食品添加剂卫生标准》中未对植酸在虾中的应用所需量做出规定,而根据 GB 2760—1986《食品添加剂卫生标准:增补品种》^[9]中规

定植酸适用于对虾保鲜的参考用量为 0.05%~0.1%。因此,在实际研究中,分组见表 1。

表 1 实验组别

Table 1 Preservative treatment groups

组别	CK	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
保鲜剂质	0.00(无菌	0.10(ϵ -	1.5	0.05	0.08	0.1
量分数/%	蒸馏水)	聚赖氨酸)	(壳聚糖)	(植酸)	(植酸)	(植酸)

1.4 品质指标及测定

将原料处理分组后,在(4±1)℃冰箱内贮藏 14d,隔天对其感官指标、pH 值、挥发性盐基氮(total volatile base nitrogen, TVB-N)、细菌总数(total bacterial count, TBC)以及三甲胺(trimethylamine, TMA)等品质指标进行测定,并分析不同处理组的差异。

1.4.1 感官检验

由 6 名感官评定人员组成感官评定小组,依据对虾的卫生标准^[10],对南美白对虾从肌肉组织、体表色泽和气味 3 方面进行综合评分(评分标准见表 2),取其平均值,总分值在 9 分(极新鲜)和 0 分(完全腐败)之间,6 分以下表明样品已不可食用。隔天评定一次,并对各组评定结果进行统计分析。

1.4.2 pH 值的测定

将南美白对虾剥壳并用组织捣碎机将虾体肌肉捣碎的,取 5g 于锥形瓶中,加入 45mL 中性蒸馏水,静置 30min,过滤,用精密酸度计测定滤液的 pH 值^[11]。

1.4.3 挥发性盐基氮(TVB-N)的测定

使用自动凯氏定氮仪,应用半微量凯氏定氮原理^[12-13]测定南美白对虾 TVB-N 变化情况,结果以 mgN/100g 表示。

1.4.4 菌落总数的测定

按照 GB/T 4789.2—2008《食品卫生微生物学检验:菌落总数测定》规定倾注平板计数法进行^[14],每个稀释度做 3 个平行。

1.4.5 三甲胺(TMA)的测定

TMA 的测定采用苦味酸法^[15-16],但稍作修改,根据标准曲线,样品三甲胺含量按如下公式计算:

$$y = 120.746A$$

式中: y 为三甲胺含量/(μ g/g); A 为吸光度。

表 2 南美白对虾感官评分标准

Table 2 Criteria for sensory evaluation of *P. vannamei*

项目	3 分	2 分	1 分	0 分
肉质组织	肌肉纹理清晰有弹性,肉与壳连接紧密	肌肉略有弹性,不变色,肉与壳连接稍松弛	肌肉弹性较差,肉与壳连接松弛	肌肉组织松软,肉质发黄
体表色泽	体表有光泽,头胸甲与体节间连接紧密	壳有轻微红色或黑色,头尾部出现黑斑	肌体无固有色泽,体表出现大面积黑斑	体表色泽灰暗,甲壳与虾体分离
气味	具有海虾固有气味,无任何异味	略有异味	异味较强	强烈异味

1.5 数据分析

采用 Excel 进行绘图, 利用 SPSS17.0 软件进行实验数据分析, 结果以“平均值±平均偏差”表示, 利用 t -检验进行组间分析, 当 $P < 0.01$ 时为极显著差异, $0.01 < P < 0.05$ 时为显著性差异, $P > 0.05$ 时差异不显著。

2 结果与分析

2.1 南美白对虾感官品质评定

随着南美白对虾贮藏时间的不断延长, 其感官品质在不断下降, 主要表现在虾的体表色泽、肉质组织和气味的不断变化。由表 3 可知, 各组感官评分均呈下降趋势, 其中对照组下降最为明显, 在第 6 天便已达到不可接受程度(< 6 分)。而添加保鲜剂组在感官上均优于对照组, 特别是 $A_2 \sim A_5$ 组, 其感官评分明显高于对照组($P < 0.05$), 这说明, 壳聚糖和植酸相比于 ϵ -聚赖氨酸能够较好保持南美白对虾较好的感官品质, 这与壳聚糖良好的成膜性和植酸的抗氧化性有一定的关系。但在 $A_3 \sim A_5$ 组中, 感官评分整体差异不显著, 因此, 在南美白对虾中添加少量的植酸便可达到防黑变的作用, 以保持较好的感官状态。

2.2 南美白对虾 pH 值的变化

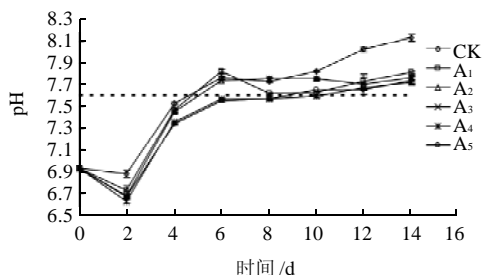


图 1 不同生物保鲜剂处理下虾的 pH 值的变化

Fig.1 Kinetic changes of pH of shrimp treated with different natural preservatives

经不同生物保鲜剂处理的南美白对虾, 在 $(4 \pm 1)^\circ\text{C}$ 条件贮藏过程中, pH 值的变化情况如图 1 所示。研究

结果表明, pH 值变化是由于肌体的生化反应和微生物的分解产物双重作用引起的, 能够反应肉制品的品质变化程度^[17]。由图 1 可知, 在整个贮藏过程中, 南美白对虾的 pH 值呈先降后升的趋势, 这与 Lopez-Caballero 等^[18]对动物性组织在贮藏过程中 pH 值的变化研究相似。Shamshad 等^[19]通过对墨吉对虾的研究认为, 对虾的不可接受 pH 值为 7.60。从图 1 可以看出, 对照组 pH 值在第 4 天已达到 7.53, 接近不可接受值, 而其他各组整体优于对照组, 特别是 A_4 、 A_5 组, 其 pH 值在第 10 天才达到 7.60。由此可知, 植酸在降低南美白对虾 pH 值的变化上明显优于壳聚糖和 ϵ -聚赖氨酸。

2.3 南美白对虾挥发性盐基氮(TVB-N)的变化

挥发性盐基氮(TVB-N)是动物性食品在腐败过程中, 由于细菌和霉菌的作用, 使组织中蛋白质分解而产生的氨以及低级胺类等碱性含氮物质。这些物质表征了动物性食品的腐败程度, 因此可用 TVB-N 作为南美白对虾的腐败指标。根据浙江省地方标准 DB 33/451—2003《海捕虾质量要求》规定^[20]: 海虾一级、二级、三级鲜度的 TVB-N 值上限分别为 15、20、30mg/100g。当 TVB-N 值超过规定的三级鲜度时, 一般认为不可食用。

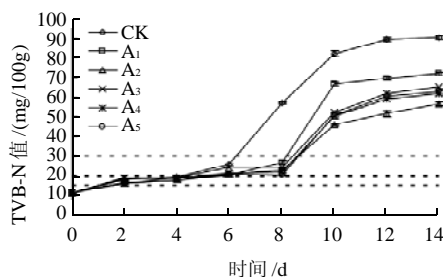


图 2 不同生物保鲜剂处理下虾的挥发性盐基氮的变化

Fig.2 Kinetic changes of TVB-N of shrimp treated with different natural preservatives

由图 2 可知, 对照组 TVB-N 变化情况较为明显, 在贮藏的第 6 天便已接近二级鲜度指标, 第 7 天超过规定的 30mg/100g, 达到不可食用的地步。而其他各组在第 8 天明显小于对照组, 数值最大的为 A_1 组, 仅为

表 3 南美白对虾感官评定结果($n = 6$)
Table 3 Sensory evaluation scores of *P. vannamei* ($n = 6$)

处理	感官分數							
	0d	2d	4d	6d	8d	10d	12d	14d
CK	9.00 ± 0.00 ^a	7.82 ± 0.15 ^a	7.40 ± 0.14 ^a	5.87 ± 0.12 ^a	5.28 ± 0.17 ^a	3.03 ± 0.05 ^a	2.61 ± 0.04 ^a	2.33 ± 0.07 ^a
A_1	9.00 ± 0.00 ^a	7.65 ± 0.27 ^a	7.65 ± 0.27 ^b	5.77 ± 0.34 ^a	5.70 ± 0.28 ^b	3.22 ± 0.17 ^a	2.77 ± 0.04 ^b	2.58 ± 0.07 ^b
A_2	9.00 ± 0.00 ^a	8.33 ± 0.23 ^b	7.72 ± 0.10 ^b	6.15 ± 0.24 ^{ab}	4.98 ± 0.12 ^c	3.53 ± 0.27 ^b	2.85 ± 0.04 ^b	2.58 ± 0.10 ^b
A_3	9.00 ± 0.00 ^a	8.02 ± 0.19 ^a	7.80 ± 0.15 ^{bc}	6.38 ± 0.44 ^{bc}	5.38 ± 0.24 ^a	4.72 ± 0.25 ^c	3.20 ± 0.07 ^c	2.87 ± 0.09 ^c
A_4	9.00 ± 0.00 ^a	8.30 ± 0.18 ^b	7.95 ± 0.05 ^{cd}	6.70 ± 0.41 ^c	6.60 ± 0.21 ^d	4.41 ± 0.18 ^d	3.22 ± 0.14 ^c	2.93 ± 0.08 ^c
A_5	9.00 ± 0.00 ^a	8.68 ± 0.13 ^c	8.12 ± 0.08 ^e	6.38 ± 0.53 ^{bc}	6.18 ± 0.12 ^e	4.60 ± 0.23 ^{cd}	4.24 ± 0.08 ^d	3.81 ± 0.08 ^d

注: 表中数据为样品“感官平均值±标准差”(n = 6); 同一列的不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。

26.6485mg/100g, 特别是A₅组, 其TVB-N值刚刚超过二级鲜度指标。因此, 所用生物保鲜剂对于减缓南美白对虾TVB-N的升高具有较好的作用, 并且在可食用范围之内, 添加保鲜剂组差异并不显著。

2.4 南美白对虾菌落总数(TBC)的变化

菌落总数测定是用来判定食品被细菌污染的程度及卫生质量, 它能直接反映食品是否符合卫生要求, 菌落总数的多少在一定程度上标志着食品卫生质量的优劣, 因此, 菌落总数也能直观地反映南美白对虾品质变化情况。Al-Daghal^[21]研究表明: 虾类的菌落数 ≤ 5.0 (lg(CFU/g))为一级鲜度; 5.0~5.7 (lg(CFU/g))为二级鲜度。当细菌总数超过二级鲜度时, 通常认为虾已腐败不可食用, 此时判定为货架期的终点。

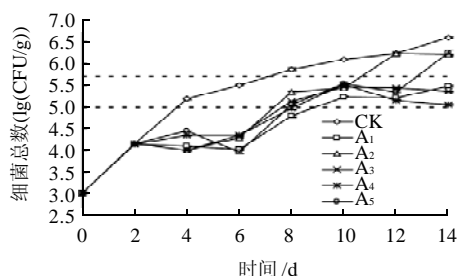


图3 不同保鲜剂处理条件下虾的菌落总数变化

Fig.3 Kinetic changes of TBC of shrimp treated with different natural preservatives

由图3可知, 对照组菌落总数在第4天已达到5.18 (lg(CFU/g)), 在第8天为5.87 (lg(CFU/g)), 分别超过了一级和二级鲜度指标。而其他各组达到一级鲜度指标的时间为第8天, 整个贮藏过程菌落总数明显低于对照组, 甚至A₁、A₃和A₄组在整个贮藏期间都未达到二级鲜度指标, 但根据感官评定、pH及TVB-N指标, 虾体已经不可食用, 因此认为已经腐败。在虾体菌落总数达到二级鲜度指标之前, A₁组低于其他各组, 而在A₃、A₄和A₅组中, A₄组的菌落总数较低, 这说明 ϵ -聚赖氨酸的抑菌功能优于壳聚糖和植酸, 而对于不同体积分数的植酸溶液, 并不一定质量分数越高保鲜效果越好, 选择适宜体积分数的植酸溶液对南美白对虾的保鲜具有积极的作用。

2.5 南美白对虾三甲胺(TMA)的变化

三甲胺((CH₃)₃N)是由氧化三甲胺((CH₃)₃NO)在细菌的作用下还原生成的, 氧化三甲胺广泛分布在猪肉、鱼肉和虾中, 它具有特殊的鲜味。同时, 生物体内的卵磷脂经微生物作用也分解产生三甲胺^[22], 生成的三甲胺越多则说明猪肉和鱼虾的鲜度越差, 是一种鲜度指标。图4反映了不同保鲜剂处理下的虾体三甲胺的变化情

况, 由图4可知, 随着时间的延长, 三甲胺的含量呈上升趋势, 在贮藏期的前4d上升趋势较为平缓, 并且各组差异并不明显, 这可能与虾体仍处于新鲜状态有关。从第4天开始, 对照组三甲胺含量呈较快的上升趋势, 整体明显高于保鲜剂组, 这说明生物保鲜剂对减缓三甲胺的生成具有一定的作用。在保鲜剂组之间, 通过感官、pH值及TVB-N和菌落总数的评定, 在虾体可接受时间之内(不超过10d), 各组三甲胺含量的差异并不明显($P > 0.05$), 其中A₁组整体水平较其他保鲜剂组低, 也与 ϵ -聚赖氨酸较强的抑菌能力有关。

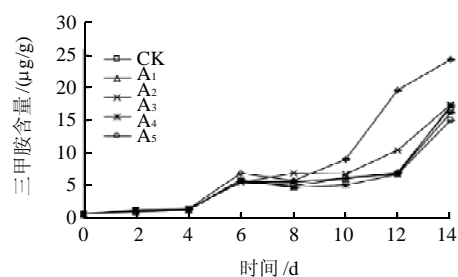


图4 不同保鲜剂处理下虾的三甲胺的变化

Fig.4 Kinetic changes of TMA of shrimp treated with different natural preservatives

3 结 论

在南美白对虾中分别添加0.1%的 ϵ -聚赖氨酸、1.5%壳聚糖及不同体积分数的植酸溶液, 通过各组之间的比较研究。结果表明: 与对照组相比, 添加一定量的 ϵ -聚赖氨酸、壳聚糖和植酸溶液均能在一定程度上改善南美白对虾的保鲜效果, 平均能够延长其货架期2~4d。在感官评定方面, 添加植酸组明显优于其他各组, 这可能与植酸较强的抗氧化能力有关, 能够减缓因多酚氧化酶的氧化而导致的黑变; 而 ϵ -聚赖氨酸对南美白对虾菌落总数和三甲胺含量的影响较为明显, 这可能与 ϵ -聚赖氨酸的抗菌谱广和抑菌能力强的特点有关; 壳聚糖较好的成膜性及抗菌能力对南美白对虾黑变和腐败的控制, 也有一定的作用。通过对A₃、A₄和A₅组各指标的综合评比及成本核算, 结果显示在南美白对虾中添加0.08%的植酸优于其他两组, 这也说明了少量的生物保鲜剂便具有较好的保鲜效果。三种生物保鲜剂对南美白对虾的保鲜效果各有所长, 期望在以后的研究中能够将三者复配使用, 以进一步完善南美白对虾的保鲜效果, 延长其货架期。

参考文献:

- [1] 梁晶晶, 戴志远, 陈飞东. 南美白对虾防黑变保鲜的初步研究[J]. 水

- 利渔业, 2007, 27(4): 115-116.
- [2] 侯伟峰, 谢晶. 南美白对虾保鲜方法的研究[J]. 山西农业科学, 2010, 38(11): 68-72; 93.
- [3] 凌萍华, 谢晶. 涂膜及气调保鲜对南美白对虾品质的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(6): 368-374.
- [4] 曹荣. 对虾生物保鲜与其熟制品保藏技术的研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2009.
- [5] 李昆仑, 李江阔, 张鹏, 等. 聚赖氨酸在食品中应用的研究进展[J]. 保鲜与加工, 2010, 10(1): 11-15.
- [6] 赵玉生, 于然. 植酸的食品保鲜机理及应用[J]. 中国食品添加剂, 2007(1): 147-150.
- [7] 侯伟峰, 谢晶, 林永艳. ϵ -聚赖氨酸在南美白对虾保鲜上的应用[J]. 湖南农业科学, 2011(9): 127-130; 143.
- [8] 赵海鹏, 谢晶. 南美白对虾复合生物保鲜剂的优选[J]. 食品科学, 2010, 31(14): 294-298.
- [9] GB 2760—1986 食品添加剂卫生标准: 增补品种[S].
- [10] GB 2741—94 海虾卫生标准[S].
- [11] GB/T 5009.457—2003 水产品卫生标准的分析方法[S].
- [12] AUBOURG S, SOTELO C, GALLARDO J. Quality assessment of sardines during storage by measurement of fluorescent compounds[J]. Journal of Food Science, 1997, 62(5): 295-299.
- [13] 姬勇. KJELTEC2300 全自动定氮仪测定羊肉中的挥发性盐基氮[J]. 石河子大学学报, 2005, 23(5): 538-540.
- [14] GB/T 4789.2—2008 食品卫生微生物学检验: 菌落总数测定[S].
- [15] 黄伟坤. 食品检验与分析[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1987: 495-496.
- [16] 许龙福, 俞飞兰, 胡振友, 等. 火腿中三甲胺氮测定方法的修订及验证[J]. 预防医学论坛, 2005, 11(6): 641-643.
- [17] 陈松, 冯月荣, 曹淑萍. pH只对屠宰肉品质的影响[J]. 肉类工业, 2009(6): 21-23.
- [18] LÓPEZ-CABALLERO M E, GONÇ ALVES A, NUNES M L. Effect of CO₂/O₂-containing modified atmospheres on packed deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*)[J]. European Food Research and Technology, 2002, 214(9): 192-197.
- [19] SHAMSHAD S I, NISA K U, RIAZ M, et al. Shelf life of shrimp (*Penaeus merguensis*) stored at different temperatures[J]. Journal of Food Science, 1990, 55(5): 1201-1205.
- [20] DB 33/451—2003 海捕虾质量要求[S].
- [21] AL-DAGAL M M, BAZARAA W A. Extension of shelf life of whole and peeled shrimp with organic acid salts and bifidobacteria[J]. Journal of Food Protection, 1999, 62(1): 51-56.
- [22] 胡彩虹, 许梓荣. 气相色谱法测定猪肉、鱼和虾中三甲胺的含量[J]. 食品科学, 2001, 22(5): 62-64.