

真空包装基围虾在不同贮藏温度下的新鲜度分析

杭瑜瑜, 张伟, 张铁涛, 于淑池, 裴志胜

(海南热带海洋学院 食品科学与工程学院, 海南省海洋食品工程技术研究中心, 海南 三亚 572022)

摘要: 以基围虾为研究对象, 采用真空包装方法, 分析基围虾在冷藏 (4 ℃) 和冻藏 (-16 ℃) 条件下的品质变化情况。以菌落总数、pH 值、挥发性盐基氮 (TVB-N)、质构特性为指标, 结合电子鼻对不同贮藏条件下的基围虾的气味进行检测, 并对所获得信息进行主成分分析, 综合评价其新鲜度。结果表明, 随着贮藏时间的延长, 不同温度贮藏的基围虾菌落总数和 TVB-N 值均呈上升趋势, 温度越低, 上升越慢; 贮藏期间 pH 值呈先下降后升高的趋势; 电子鼻分析结果与菌落总数结果保持一致, 能有效区分不同新鲜度的基围虾。

关键词: 真空包装; 基围虾; 贮藏温度; 新鲜度

中图分类号: TS254.4 **文献标志码:** A **doi:** 10.16693/j.cnki.1671-9646(X).2021.06.017

Freshness of Vacuum Packaged Shrimp at Different Temperatures

HANG Yuyu, ZHANG Wei, ZHANG Tietao, YU Shuchi, PEI Zhisheng

(College of Food Science and Engineering, Hainan Engineering Research Center of Marine Food, Hainan Tropical Ocean College, Sanya, Hainan 572022, China)

Abstract: This study aimed to evaluate the freshness of shrimp stored at 4 ℃ and -16 ℃ with vacuum packaging. Changes in total viable count (TVC), pH value, total volatile basic nitrogen (TVB-N) value and texture characteristics. The volatile odor was determined by electronic nose and analyzed using principal component analysis (PCA). The results showed that the TVC and TVB-N value of shrimp increased during storage, more slowly at the lower storage temperature, pH value appeared to have an ascending trend after an initial decline during the storage. Meanwhile, the results of E-nose were consistent with TVC and TVB-N value, and therefore could be used to identify the freshness of shrimp.

Key words: vacuum packaging; shrimp; storage temperature; freshness

0 引言

基围虾的生命力较为顽强, 对盐度的适宜能力范围广泛^[1], 其营养丰富, 富含优质蛋白和多种人体必需的微量元素及维生素, 尤其是维 A 和维 D 的含量较多^[2], 其肉质松软, 易消化。同时, 虾具有一定的药用价值, 可以入药^[3]。对促进伤口愈合有显著的作用。此外, 基围虾具有独特的似植物、略带铁腥味的鱼风味^[4]。深受广大消费者的喜爱。但作为一种季节性和区域性的水产品, 虾的新鲜度容易降低而失去食用价值和经济价值。随着虾新鲜度的变化, 其食用安全性也在逐渐下降, 因此研究基围虾在贮藏过程中的新鲜度变化很有必要。

虾的品质可以从气味^[5-8]、颜色^[9-12]和质构^[13-14]特性等多方面得到体现^[15-17], 但是由于自身差异和环境因素的诸多影响, 只通过一个指标难以准确地评

判其鲜度。水产品的腐败是各种因素综合作用的结果。因此, 单一指标的好坏只是评判虾鲜度的必要不充分条件, 想得到更加准确的评判结果, 需要考虑联合多种指标的结果。

以新鲜基围虾为对象, 采用各种理化检测方法, 结合电子鼻分析, 研究真空包装基围虾在不同温度贮藏条件下的新鲜度变化, 为提高基围虾品质和货架期提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

基围虾, 购于三亚市第一市场。选择新鲜、大小均匀的基围虾作为样品。

硼酸、甲基红、次甲基蓝、盐酸、碳酸钾、丙三醇、营养琼脂、无水乙醇, 均为分析纯。

1.2 仪器和设备

收稿日期: 2020-11-05

基金项目: 海南热带海洋学院校级青年专项基金项目 (RHDQN201828)。

作者简介: 杭瑜瑜 (1984—), 女, 硕士, 实验师, 研究方向为水产品的质量安全与控制。

FA2204B型电子天平,上海科精天美科学仪器有限公司产品;笔式酸度计,天津华仪鑫达仪器仪表有限公司产品;TDL-4型离心机,上海安亭科学仪器厂产品;SQ510C型立式压力蒸汽灭菌锅,重庆雅马拓科技有限公司产品;SW-CJ-2D型双人工作台,苏州净化设备有限公司产品;TMS-PRO型物性分析仪,美国FTC公司产品;DPX-9082B-1型恒温培养箱,金坛市盛蓝仪器制造有限公司产品。

1.3 试验方法

1.3.1 样品前处理

筛选新鲜、大小均匀的基围虾作为样品。保持鲜活运回实验室,用清水洗净,剔除虾头、虾壳、虾线,分别进行真空包装后置于4℃, -16℃冰箱中贮藏备用。

1.3.2 菌落总数的测定

参照国标 GB/T 47890—2010,对不同温度下的样品进行菌落总数的测定。

1.3.3 pH值测定

分别将不同温度下的基围虾称取2g虾肉绞碎研磨,与40mL蒸馏水混合,搅拌均匀、过滤,得到待测样品溶液。利用pH计测定样品pH值。

1.3.4 挥发性盐基氮的测定

参照国标 GB/T 5009.44—2003,采用微量扩散法对不同温度下的样品进行挥发性盐基氮的测量。

1.3.5 质构特性测定

采用物性分析仪测试样品的硬度、弹性和咀嚼性、胶黏性、内聚性。采用P₃探头对样品进行测试分析。测定部位为剔除头部后的1cm处,测试参数为检测速度60mm/min,形变量30%,平行测定3次。

1.3.6 电子鼻检测

预先取出-16℃下贮藏的样品4份,待其解冻后,取出其他贮藏温度下的样品各4份,室温静置30min,然后把每份样品切碎,准确称取5.0g装入顶空瓶中,密封,用电子鼻检测。

电子鼻的测量参数:顶空温度25℃,传感器清洗时间150s,分析采集时间300s,气体流量300mL/min,平行检测3次。

PEN3.0型电子鼻传感器性能描述见表1。

表1 PEN3.0型电子鼻传感器性能描述

传感器序号	传感器名称	功能
1	W1S	对芳香物质敏感
2	W5S	对氮氧化物敏感
3	W3C	对芳香成分、氨敏感
4	W6S	对氢气敏感
5	W5C	对短链烷烃、芳香成分敏感
6	W1C	对甲基类敏感
7	W1W	对硫化物敏感
8	W2S	对醇类敏感
9	W2W	对芳香成分和有机硫化物敏感
10	W3S	对烷烃敏感,尤其对甲烷

2 结果与分析

2.1 菌落总数的变化

基围虾在不同温度贮藏过程中菌落总数变化趋势见图1。

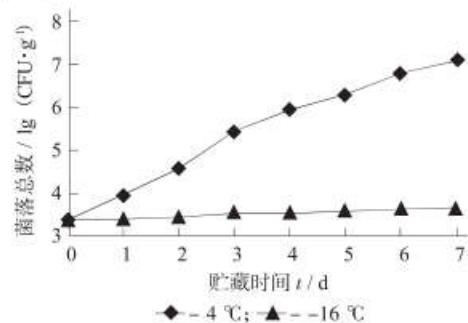


图1 基围虾在不同温度贮藏过程中菌落总数变化趋势

由图1可知,在4℃下的基围虾从第1天开始菌落总数就呈上升趋势,4℃条件下的基围虾增长更为迅速,据国标规定,虾菌落总数 $\leq 1 \times 10^5$ 为一级鲜度, $\leq 5 \times 10^5$ 为二级鲜度,当菌落总数 $> 1 \times 10^6$ 即为腐败。由此可知,4℃条件下的基围虾存放前2d为一级鲜度的虾品,到第3天为二级鲜度的虾品,从第5天开始基围虾已经腐败。-16℃下的基围虾菌落总数变化不明显,冻藏可以有效防止微生物生长繁殖。

2.2 pH值的变化

基围虾在不同温度贮藏过程中pH值变化趋势见图2。

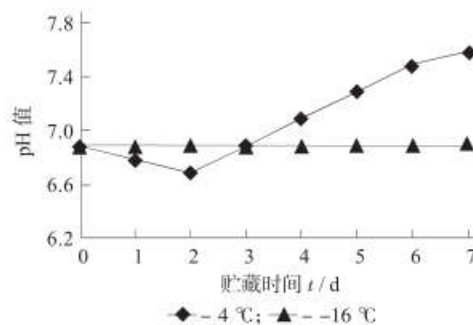


图2 基围虾在不同温度贮藏过程中pH值变化趋势

由图2可知,在4℃下,pH值的变化均呈现先下降再上升的趋势。根据虾品腐败的机理,活体虾在死后糖元分解生成丙酮酸,会使肌肉的pH值下降,随后蛋白质被分解生成胺类物质又会使pH值上升^[8]。蛋白质在微生物的作用下分解成氨、三甲胺、硫化氢等碱性物质,导致pH值上升。因此,可通过pH值的变化来评价基围虾的新鲜度。

2.3 挥发性盐基氮(TVB-N)的变化

基围虾在不同温度贮藏过程中TVB-N值的变化趋势见图3。

挥发性盐基氮是检验水产品质量的重要指标。

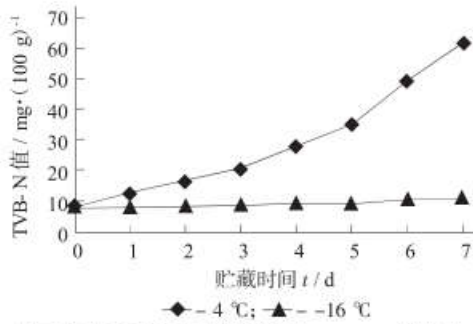


图3 基围虾在不同温度贮藏过程中 TVB-N 值的变化趋势
在水产品腐败过程中，由于酶和细菌的共同作用，基围虾组织中的蛋白质会分解产生胺类物质。挥发性盐基氮可广泛用于测定水产品初期腐败的评定。由图3可知，基围虾贮藏初期 TVB-N 值为 8.00 mg/100 g，随着贮藏期的延长，4 °C 贮藏条件的基围虾 TVB-N 值均呈上升趋势。4 °C 贮藏初期曲线变化较为平缓，后期上升幅度明显；-16 °C 的贮藏条件下的 TVB-N 值基本没变化。这可能是由于低温抑制微生物的生长代谢和蛋白质发生冷冻变性，使蛋白质中的含氮物质无法释放出来^[19]。

2.4 质构特性的变化

不同贮藏温度下质构特性的变化见表2。

表2 不同贮藏温度下质构特性的变化

贮藏温度 θ/°C	贮藏时间 t/d	硬度 /N	弹性 /mm	咀嚼性 /mJ	胶黏性 /N	黏附性 /mJ
4	0	5.290	2.480	2.250	3.140	0.079
	1	4.920	2.110	2.090	3.080	0.085
	2	4.700	2.080	2.140	2.830	0.108
	3	4.480	1.940	2.380	2.510	0.119
	4	4.240	1.800	2.060	2.100	0.145
	5	3.960	1.800	1.830	2.030	0.152
	6	3.740	1.630	1.510	1.920	0.176
	7	3.420	1.520	1.420	1.570	0.217
-16	0	5.290	2.480	2.250	3.140	0.079
	1	5.220	2.210	2.890	3.070	0.062
	2	4.960	1.930	2.250	2.890	0.081
	3	4.710	1.800	1.940	2.780	0.082
	4	4.550	1.620	2.320	2.640	0.098
	5	4.200	1.580	1.590	2.360	0.117
	6	3.710	1.520	1.750	2.170	0.130
	7	3.333	1.320	1.450	1.860	0.152

弹性可以反映出虾品受到外力作用时的变形和恢复程度^[20]。由表3可知，无论是4 °C还是-16 °C弹性都呈下降趋势，这可能与肌球蛋白的变性所导致的肌肉间结合力下降有关联^[21]。

研究数据表明，随着贮藏时间的增长，虾品的黏附性在2个温度下均有上升趋势。在4 °C的条件下黏附性增长较为明显。这可能是由于在贮藏期间蛋白质发生变性，结合键被破坏，导致肌肉细胞之间的结合力下降，且温度相对较高蛋白质变性越易发生，因此导致肌肉黏附性增加且说明4 °C增加最为明显。

硬度反映了人体的触觉，由表2可知，不同温度下的虾品随着贮藏时间的延长，硬度呈下降趋势。这可能由于贮藏过程中冰结晶的形成会对肌细胞造成机械损伤，导致蛋白质变性，从而使硬度下降。也有可能为硬度的变化与酶的作用有关^[21]。

胶黏性是用来表示一定力作用下流动性的参数。由表2可知，4 °C的虾品胶黏性变化大于-16 °C，且2种温度下胶黏性均呈下降趋势。这可能由于细胞间的结合力变小，肌原纤维蛋白发生了降解，细胞流出的水分起到了润滑的作用，从而导致胶黏性下降^[22]。在相对较高的温度下更为明显。

2.5 电子鼻测定结果分析

4 °C下的 PCA 分析图见图4，-16 °C下的 PCA 分析图见图5。

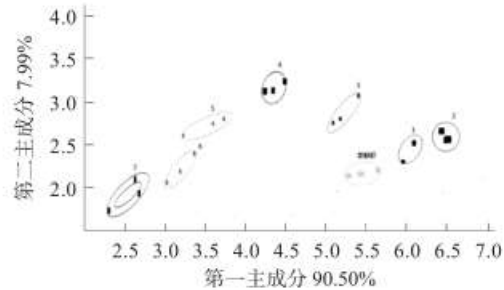


图4 4 °C下的 PCA 分析图

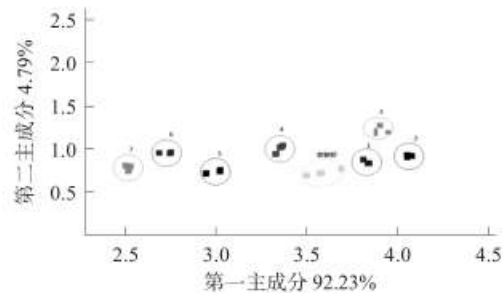


图5 -16 °C下的 PCA 分析图

由图4可知，第一主成分的贡献率为90.50%，第二主成分的贡献率为7.99%，2个主成分贡献率之和98.45%，远大于90%，可以用2个主成分代表样品的主要信息特征^[23]。可以看出新鲜虾、贮藏期的基围虾都是独立的个体。每一天的挥发性组分区分明显，从而说明PCA分析法可以区分不同新鲜程度的虾品。随着天数的增长，第一和第二主成分轴都呈现先增大后减小的变化趋势。有资料显示^[24]，随着新鲜程度的下降，PCA分析图呈现趋于零的变化趋势。此温度下的PCA分析图符合这一结论。

由图5可知，第一主成分的贡献率为92.23%，第二主成分的贡献率为4.79%，2个主成分之和为97.02%，大于90%，同样可以用2个主成分代表样品的主要信息特征。在贮藏温度为-16 °C的条件下，PCA分析图显示虾的气味的响应值没有重叠区域，区分度较好。每一天的挥发性组分区分明显说明电

子鼻可以区分 -16 ℃ 的虾品。

综合图 4 和图 5 可知,采用 PCA 法可以区分不同贮藏温度的基围虾,并且 -16 ℃ 条件贮藏下基围虾的区分度要低于 4 ℃,4 ℃ 冷藏条件下的区分度最高,这主要由于贮藏温度越低,基围虾腐败速率越低,挥发性气味物质产生的越少。

3 结论

通过理化指标进行检测,并结合电子鼻分析,发现基围虾在 4 ℃ 条件下贮藏 3 d 后有劣化趋势,贮藏 5 d 后已明显变质,不能食用。冻藏可以有效防止微生物生长繁殖。电子鼻可检测到基围虾挥发性成分的变化。研究结果揭示了贮藏过程中及危险新鲜度的变化规律,为进一步研究延长基围虾货架期、保持其品质提供参考。

参考文献:

- [1] 王波. 基围虾的生物学介绍 [J]. 生物学通报, 2003, 38 (5): 27.
- [2] 刘志皋. 食品营养学 [M]. 北京: 轻工业出版社, 1991: 176-258.
- [3] 樊友平, 朱世增. 图书馆史研究 [M]. 北京: 北京科学技术出版社, 1997: 43-57.
- [4] 孟绍风, 顾小红. 中国对虾、秀丽白虾及日本沼虾风味成分研究 [J]. 河南工业大学学报 (自然科学版), 2006, 27 (3): 39-44.
- [5] 柴春祥, 凌云. 电子鼻检测虾新鲜度的研究 [J]. 食品科技, 2010, 35 (2): 246-249.
- [6] Miguel Peris, Laura Escuder-Gilabert. 21st century technique for food control: Electronic noses [J]. Analytica Chimica Acta, 2009 (1): 1-15.
- [7] 李卉, 李晓阳, 邵胜鑫, 等. 基于电子鼻分析的南美白对虾品质变化研究 [J]. 食品工业, 2012, 33 (10): 148-150.
- [8] 赵梦醒, 曹荣, 殷邦忠, 等. 电子鼻在对虾新鲜度评价中的应用 [J]. 渔业科学进展, 2011, 32 (6): 57-62.
- [9] 唐琳, 屠康, 潘庆磊, 等. 基于气味和颜色的脊尾白虾新鲜度评价 [J]. 农业工程学报, 2011, 27 (9): 344-

348.

- [10] Tsironi T, Dermesonlouoglou E, Giannakourou M, et al. Shelf life modeling of frozen shrimp at variable temperature conditions [J]. Food Science and Technology, 2009 (42): 664-671.
- [11] 郑海波, 宋运猛. 不同贮藏温度对干银鱼色泽的影响 [J]. 安徽科技学院学报, 2012, 26 (5): 33-37.
- [12] Valeria A, Mabel C. Quality loss during the frozen storage of sea almon (*Pseudopercis semifasciata*). Effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract [J]. LWT-Food Science and Technology, 2010 (2): 263-272.
- [13] 杨峰, 迟海, 杨宪时, 等. 复配保鲜剂对南极磷虾保鲜及品质的影响 [J]. 食品与发酵工业, 2012, 38 (7): 190-193.
- [14] 方静, 朱金虎, 黄卉, 等. 冰藏中凡纳滨对虾的质构变化研究 [J]. 南方水产科学, 2012 (6): 80-84.
- [15] 王能友. 虾的营养及使用安全 [M]. 北京: 中国食物与营养, 2004: 58.
- [16] Rattana S, Soottawat B. Pink discoloration and quality changes of squid (*Loligo formosana*) during iced storage [J]. LWT-Food Science and Technology, 2011 (1): 206-213.
- [17] 李立杰, 柴春祥, 鲁晓翔, 等. 微冻南美白对虾鲜度的色泽评价 [J]. 食品工业科技, 2013, 34 (19): 320-322.
- [18] 孟绍风, 顾小红. 中国对虾、秀丽白虾及日本沼虾风味成分研究 [J]. 河南工业大学学报 (自然科学版), 2006, 27 (3): 39-44.
- [19] 佟懿, 谢晶. 鲜带鱼不同贮藏温度的货架期预测模型 [J]. 农业工程学报, 2009, 25 (6): 301-305.
- [20] 李里特. 食品物性学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 107-109, 113-115.
- [21] 戴志远, 崔雁娜, 王宏海. 不同冻藏条件下养殖大黄鱼肉质构变化的研究 [J]. 食品与发酵工业, 2008, 34 (8): 188-191.
- [22] 赵小余, 肖珊, 张译, 等. 基围虾冻藏过程中的品质变化 [J]. 大连工业大学学报, 2015, 34 (2): 88-96.
- [23] 李来好, 王国超, 郝淑贤, 等. 电子鼻检测冷冻罗非鱼肉的研究 [J]. 南方水产科学, 2012 (4): 1-6.
- [24] 李丽华, 赵玲, 曹荣, 等. 原料虾新鲜度对虾酱品质的影响 [J]. 保鲜与加工, 2014, 14 (5): 31-35, 47. ◇

(上接第 69 页)

- [8] 中国林业科学研究院木材工业研究所. GB/T 13942.1—2009 木材耐久性能 第 1 部分: 天然耐腐性实验室试验方法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [9] 中国林业科学研究院热带林业研究所, 中国林业科学研究院木材工业研究所. GB/T 18261—2000 防腐剂防治木材霉菌及蓝变菌的试验方法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2000.
- [10] 翁月霞, 吴开云. 竹材霉变生物学的研究: II. 不同竹材

基质的抗霉性 [J]. 林业科学研究, 1991 (1): 15-21.

- [11] 余辉龙, 杜春贵, 刘宏治, 等. 竹材防霉研究进展与发展前景 [J]. 竹子学报, 2016, 35 (2): 46-51.
- [12] 鲍敏振, 陈玉和, 李能, 等. 竹材防腐技术的研究现状及发展趋势 [J]. 西北林学院学报, 2019, 34 (6): 197-201, 239.
- [13] 陈利芳, 苏海涛, 刘磊, 等. 11 种竹材的防腐可处理性能和天然耐腐性能试验 [J]. 广东林业科技, 2007 (1): 34-36, 46. ◇