

文章录用回函

金超同志：

您好！

版面费 1500 元收悉，感谢您的合作。

您的一文《三疣梭子蟹在 4℃ 和 0℃ 冷藏条件下的品质评价研究》，将在本刊 10 年第 10 期发表，特此通知。

此致

敬礼



《食品工业科技》杂志主办单位北京市食品工业研究所已委托北京东方福得广告有限公司全权运营《食品工业科技》杂志的编辑、出版、发行、广告等业务，版面费发票均由北京东方福得广告有限公司开具。特此说明！

三疣梭子蟹在 4 和 0 冷藏条件下的品质评价研究

金超¹, 赵艳^{*}

(浙江工商大学生物工程系 杭州 310035)

摘要：通过感官评价和持水力值 (WHC)、pH 值、挥发性盐基氮值 (TVB-N) 三项理化指标的测定, 本实验比较研究了 4 和 0 冷藏条件下三疣梭子蟹的品质变化。结果表明: 感官评价显示三疣梭子蟹 4 和 0 冷藏条件下贮存期分别为 6天和 8天。TVB-N值能正确反映三疣梭子蟹 4 条件下冷藏时的品质变化, 但无法正确反映 0 条件下冷藏时三疣梭子蟹的品质劣变。三疣梭子蟹肌肉 pH值随贮存天数的延长而逐渐升高, 在 4 和 0 冷藏条件下变化趋势一致, pH高于 8.0显示三疣梭子蟹品质劣变, 有望作为检测三疣梭子蟹食用品质的辅助指标。而三疣梭子蟹 WHC值在不同冷藏温度下差别较大, 不适合作为反映蟹肉品质劣的指标。

关键词: 三疣梭子蟹; 冷藏; 品质变化评价

三疣梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)隶属甲壳纲(*Crustacea*), 十足目(*Decapoda*), 梭子蟹科(*Portunidae*), 梭子蟹属(*Portunus*), 又称梭子蟹、枪蟹、海螃蟹、海蟹、门蟹, 是一种重要的海洋经济动物, 广泛分布于中国、日本、朝鲜及马来西亚群岛等海域^[1], 具有肉质好、生长快、产量高等优点, 很受国内外消费者欢迎。1981 年被列为我国海洋水产养殖对象, 是我国重要的海洋渔业资源^[2]。冷藏是三疣梭子蟹捕捞后主要的储藏方式。但是, 三疣梭子蟹在冷藏过程中其肌原纤维蛋白质极易变性, 其脂质由于富含 EPA 和 DHA 等高度不饱和脂肪酸极易酸败, 脂质双键被氧化生成过氧化物及其分解产物, 更加快了蛋白质的变性和氨基酸的劣化, 使梭子蟹逐渐失去商品价值。因此, 对冻藏梭子蟹品质评价非常重要。

目前水产品品质评价的方法主要有专业品评人员的感官鉴定、理化指标测定等^[3], 但是感官鉴定主观因素偏多, 而大部分理化指标缺少一个评价可食用与不可食用的临界标准, 常用的评价水产品的理化指标有僵硬指数 (R), K 值, 挥发性盐基氮 (TVB-N), 微生物评价, pH 值, 持水力 (WHC) 值, 腥味等, 但是其中一些指标测定方法往往过于复杂且缺少一个临界标准, 如 K 值, 腥味等, 而一些指标可能在实验过程中出现误差概率较大, 如微生物评价等, 本文选取了具有临界标准的 TVB-N 值, 测定较为简便的 pH 值, WHC 值等 3 项指标, 研究了三疣梭子蟹在 4 和 0 冷藏条件下的品质变化与 3 项理化指标的关联性, 并利

基金项目: 浙江省分析测试科技计划项目 (编号: 2007F70059); 浙江省食品科学与工程重中之重重点学科开放课题资助 (编号: 1110JY140503)

作者简介: 金超 (1985-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 生物化工; E-mail: kingjinchao3@163.com.

通讯作者: 赵艳 (1970-), 女, 博士, 副教授, 研究方向: 生化与分子生物学; E-mail: yanzhao9918@163.com

用 spss 软件建立 3 项指标与感官评价的回归方程，探讨理化指标评价三疣梭子蟹品质的可行性。

1 材料与方法

1.1 实验材料

市售鲜活三疣梭子蟹购自杭州市西湖区翠苑农贸市场，放入大塑料袋内充氧后，扎紧袋口快速运回实验室清洗，清洗过程的温度不超过 5℃。单只蟹重量 250g~1.5g。

1.2 实验方法

1.2.1 冷藏条件

用聚乙烯塑料袋把蟹随机分装成 2 份，存放于不同的冷藏温度下。一份存放于 4 ±1℃ 条件下；一份用冰覆盖，并置于冰箱 4℃ 环境中，冰藏过程中，及时排走融化的水；两份样品分别在 0-15 天取出用于品质评定。

1.3 感官评价

由实验室人员 10 人组成评价小组按照蟹的色泽、气味、体表、质地分别给予分数。评分标准见表 1，综合品质分数为三个参数分数的平均值。一般若综合评分在 5 分以下，则表明样品不再适合食用。每组样品重复取样，置于两个干净透明的玻璃培养皿中，用数字随机编序。评价在室温下进行，保证环境光线足够，并在 20min 内完成。

表 1 感官评价评分标准

Tab.1 Score sheet for quality grading scheme of crabs

项目	描述			评分标准(分)		
色	白色，正常	稍带黄色	明显变黄或黄褐色	7	4	1
泽						
气	气味正常，无异味	轻微腐败气味	强烈腐败气味	7	4	1
味						
体	体表无损伤，背面为青色，腹面为白色	体轻，背面为青灰色，腹部呈灰色		7	4	1
表	背面发白，腹面发黑					
质	肉质紧密有弹性，蟹黄不流动	肉质的弹性稍差，有汁液流出	肉质干紧，无弹性	7	4	1
地						

1.4 总挥发性盐基氮 (TVB-N)

总挥发性盐基氮总量按 GB5009.44-2003 中蒸馏法测定。结果以每 100g 肌肉中所含氮的 mg 数表示。

1.5 pH 值测定

取 4 和 0 冷藏条件下的蟹样品 5g，碾磨后，用 50mL 蒸馏水浸渍 30min，取滤液，用 pH 计测定（Sartorius PB-10，Germany）。重复测定 6 次，取平均值。每次测定之前，pH 计均要用混合磷酸盐标准缓冲液校正。

1.6 持水力分析（WHC）

持水能力系指梭子蟹肉在施加任何力量时能牢固地保持其自身或所加入水分的能力。本试验中采用离心分离重量法，即将梭子蟹解冻采肉后，称取 3g 左右的蟹肉（0 时为一个冰水混合物的环境，故取出蟹肉时应用吸水纸把表面的水吸干），放入不锈钢试管中，在 27000g，4 条件下，离心 60min，离心后，尽快倒出释放出的汁液，以免被样品再吸附。然后，用镊子将样品从试管中取出，用纸吸干后，重称样品以计算汁液流失量。肉的 WHC 可用释放出的汁液占总水量的百分数表示^[4]。

1.7 品质评价模型建立方法

利用 spss 软件对 TVB-N 值，pH 值，WHC 值等 3 项指标与感官评价进行相关性分析，并建立感官评价与 3 种理化指标综合评价的数学模型。

2 结果与分析

2.1 感官分析

感官评价是用于唤起、测量、分析、解释产品通过视觉、嗅觉、触觉、味觉和听觉所引起反应的一种科学的方法^[5]。借助感官评价品质分级表 1 所描绘的标准等来评价蟹的鲜度，结果如图 1 所示，第一天（新鲜）的梭子蟹个体肥大，卵黄丰满，体表无损伤，色泽鲜艳，背面为青色，腹面为白色，腿，螯与蟹体连接牢固。4 下贮藏时，第 2-3 天壳少失去光泽，无异味，蟹肉白色微微变淡，质地无变化，第 4-5 天体表变化不明显，腥味加重，肉质失去饱满，第 6 天时背面开始呈青灰色，有异味产生，肉质变干，第 7 天异味加重，背面发白，蟹黄流出，蟹肉发黑，肉质变紧无弹性，感官鉴定已不适合食用。在 0 下贮藏时，第 2-5 天体表外观均变化不大，蟹肉偶尔有一两个褐色斑点，第 6-8 天开始气味稍有加重，肉质也逐渐失去弹性，第 9 天开始蟹脚已有脱落，蟹壳变脆软，头胸甲两侧空而无物，液体流出，蟹肉产生褐变，感官鉴定已不可食用。总体上，4 贮藏条件下感官品质下降比 0 要快，特别是在第 6 天后，这种差异更加明显。4 品质劣变主要表现为刺激性气味加重，蟹肉变色，而 0 贮藏时，品质劣变主要表现为壳体变软，脚自动脱落及肉质的变化，气味变化不明显。

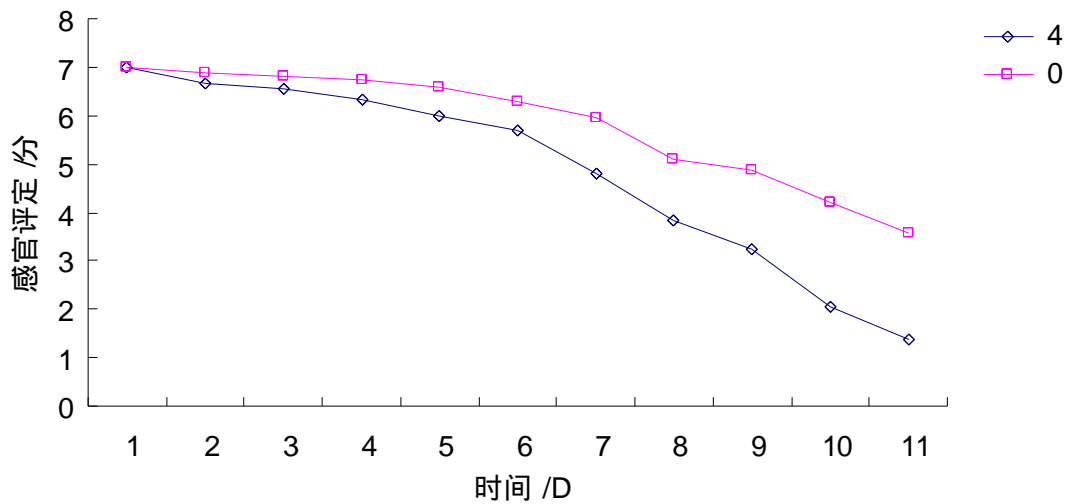


图 1 三疣梭子蟹在 4 和 0 贮藏期间的感官综合评定

Fig.1 Mean sensory scores of Trituberculatus stored after refrigerated storage at 4 and 0

2.2 TVB-N

甲壳类水产品的肌肉含有大量的游离氨基酸和可溶性氮,其初始腐败过程往往伴随着大量挥发性碱性氮的形成,对该挥发性特征气味物质的测定能够确定蟹在贮藏中的新鲜度或腐败程度。总挥发性盐基氮多年来被我国和世界上大多数国家作为鉴定水产品腐败程度的标准。根据国标 GB27431995 新鲜海蟹的 TVB-N 值应低于 25mg/100g。

三疣梭子蟹在不同储藏温度下的 TVB-N 值如图 2 所示,由图中可以看出新鲜蟹的 TVB-N 值为 12.955 mg/100g,4 时,第 1~3 天,TVB-N 含量升高很快,第 3 天含量达到了 21.35 mg/100g. 第 3~6 天 趋势平稳,TVB-N 含量增加不多,第 6 天 TVB-N 含量 24.48 mg/100g 第 7 天 TVB-N 含量大幅增加,达到 42.71 mg/100g,已不符合国标低于 25mg/100g 的标准,与感官评价的第 7 天不可食用具有相关性,并在 8~11 天持续大幅上升。

在 0 条件下,TVB-N 含量趋近与一条平稳的水平线,并不成一直上升趋势,并且直至第 11 天还处于低于 25mg/100g 的标准之内,与感官评价第 9 天不可食用不相符,所以,在 0 条件下,TVB-N 已不适合作为三疣梭子蟹的品质评价指标。

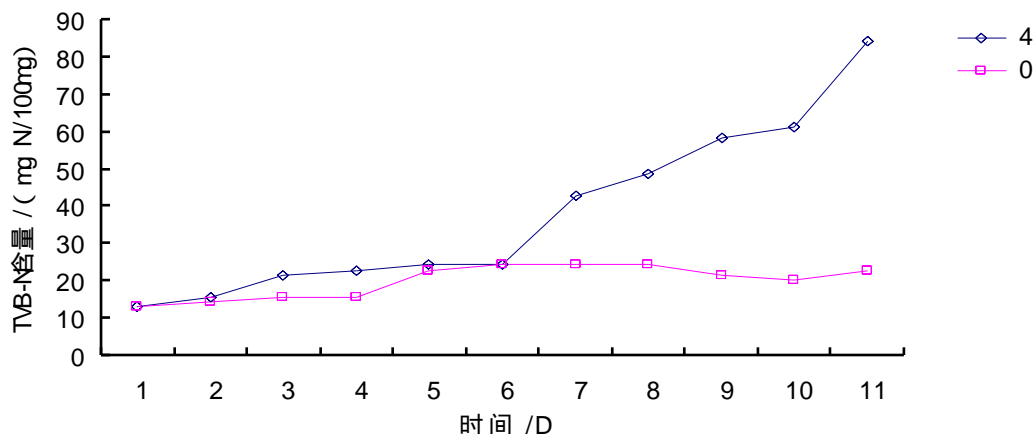


图 2 三疣梭子蟹在 4 和 0 贮藏期间总挥发性盐基氮 (TVB-N) 的变化

Fig.2 Comparative formation of total volatile base-nitrogen(TVB-N) in Trituberculatus muscle during refrigerated storage at 4 and 0

2.3 pH 值

由图 3 可以看出,新鲜三疣梭子蟹肌肉的 pH 值为 6.71,呈弱酸性,在 4 和 0 冷藏条件下,均随时间的延长而增加,并且 0 条件下蟹肌肉的 pH 值均要小于 4 贮藏相应天数时的 pH 值,前 3 天 pH 值变化不明显,此后 4 条件下,pH 增加速度加快,而后趋于平稳,在感官不可食用的第 7 天,其临界值为 8.08。而 0 贮藏条件下,蟹肌肉的 pH 值呈缓慢增加趋势,在感官不可食用的第 9 天为 8.06,与 4 的临界值相似。总体上,pH 超过 8.0 可反映三疣梭子蟹品质已劣变。

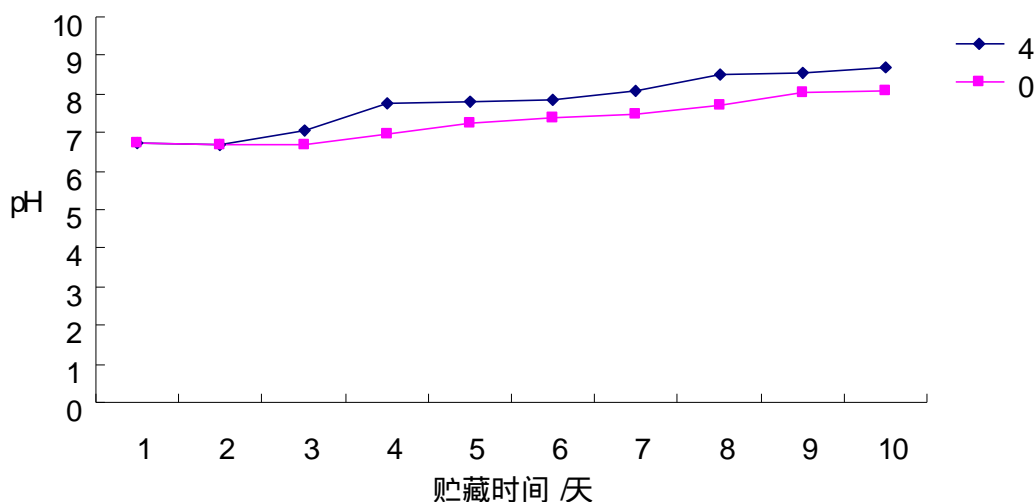


图 3 三疣梭子蟹在 4 和 0 贮藏期间 PH 值的变化

Fig.3Comparative formation of PH value in Trituberculatus muscle during refrigerated storage at 4 and 0

2.4 WHC 值

三疣梭子蟹肉含水量在 76%左右,其特点是蟹肉含水量高,而结缔组织含水量少。三疣梭子蟹在 4 和 0 的持水力如图 4 所示,由图中可知,新鲜三疣梭子蟹的持水力为 93.4,随着贮藏天数的增加,两者均呈下降趋势,在头两天,4 和 0 的变化不大,第 3 天至第 5 天,4 的持水力大幅下降,而 0 的持水力下降平缓,两者之间的差距逐渐拉大,第 5 天至第 7 天,4 的持水力下降平缓,而 0 的持水力大幅下降,两者之间的差距也逐渐缩小,说明在一段时间内 0 更有利于三疣梭子蟹的贮藏,但是随着时间的延长,两种储藏方式的作用差别逐渐缩小。

4 时,在感官评定不可食用的第 7 天,WHC 为 28.9,0 时,在感官评定不可食用的 9 天,WHC 为 21。在不同储藏温度下,WHC 临界值差别较大,所以,不适合判定蟹的品质劣变状况。

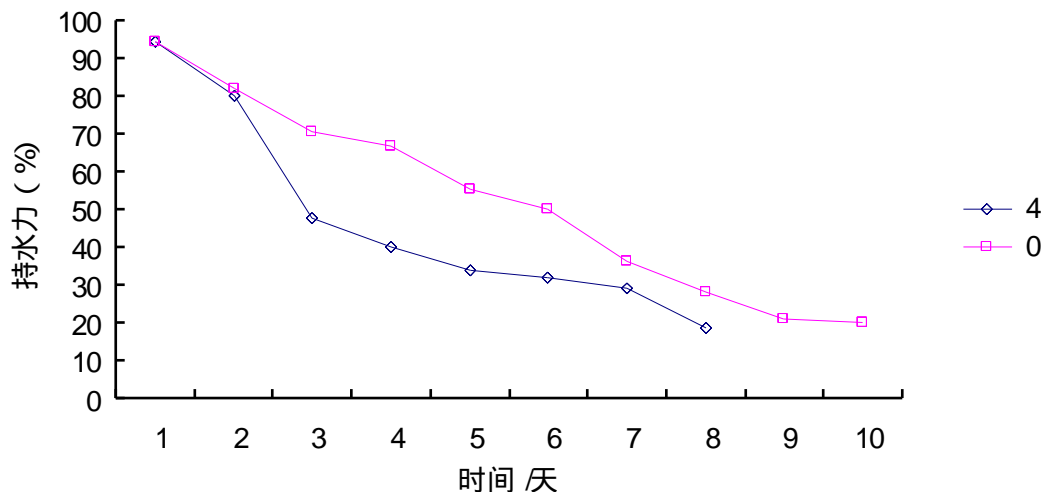


图 4 三疣梭子蟹在 4 和 0 贮藏期间持水力 (WHC) 的变化

Fig.4 Comparative formation of WHC value in Trituberculatus muscle during refrigerated storage at 4 and 0

2.5 感官评价与三项理化指标的相关性

利用 spss 软件对三疣梭子蟹在 4 和 0 贮藏期间的理化指标变化与品质变化的感官评价结果做了相关性分析。所测的 3 项理化指标变化与感官评价结果的相关性分析结果见表 2。4 时 TVB-N 值与感官鉴定的三疣梭子蟹品质变化结果呈高度负相关 ($R = -0.987$), pH 值与感官评价结果也呈显著负相关 ($R = -0.895$), WHC 值与感官评价结果相关较低 ($R = -0.786$)。但在 0 时, pH 值与感官评价结果相关性最高 ($R = -0.953$), WHC 值次之 ($R = -0.916$), TVB-N 值与感官评价相关性极低 ($R = -0.547$)。总体上,三疣梭子蟹肌肉 pH 值变化在 4 和 0 两种冷藏温度下与品质变化的感官评价结果相关性好,一致性好,而 TVB-N 值和 WHC 值变化在不同冷藏温度下差别显著,不利于建立反映三疣梭子蟹品质劣变的

统一临界值。

表 2：三疣梭子蟹在4 和0 贮藏期间 3 项理化指标变化与感官评价结果的相关性分析

	pH**	WHC*	TVB-N**
4	-0.895	0.786	-0.984
	pH**	WHC**	TVB-N
0	-0.953	0.916	-0.547

**统计检验的相伴概率小于等于 0.01，*统计检验的相伴概率小于等于 0.05

利用 spss 软件综合所测定的 4 项指标数据，建立三疣梭子蟹在 4 和 0 冷藏条件下品质评价的回归方程如下（其中 a：pH，b：WHC，c：TVB-N，Y：感官评价）：

$$4 : Y=12.028-0.527a-0.007b-0.07c \text{ (p(sig.)=0.002)<0.01) } R:0.987$$

$$0 : Y=12.724-1.282a+0.020b+0.083c \text{ (p(sig.)=0.000)<0.01) } R:0.982$$

可见，在两种冷藏温度下，4 个指标综合评价能很好地判定三疣梭子蟹品质变化，但不同冷藏温度适合不同的回归方程模型。

3 讨论

冷藏是延长水产品货架期的常用手段，品质评价是保障冷藏三疣梭子蟹食用安全的重要环节。感官鉴定结果表明，0 条件下的三疣梭子蟹贮藏期为 8 天，4 条件下贮藏期为 6 天。在 4 条件下，TVB-N 值与感官评价呈现良好的相关性，可以作为判别三疣梭子蟹可食用状况的有效指标，然而在 0 条件下时，三疣梭子蟹的 TVB-N 值上升缓慢，始终处于较低水平，不适合作为判别三疣梭子蟹可食用状况的指标。Cobb B F, Thorarinsdottir K A^[6-7] 在虾和鱼的研究中也发现类似现象，其原因可能是 TVB-N 是一种挥发性物质，一方面可能是低温抑制了细菌的繁殖，阻碍了胺组分的形成，另一方面可能是挥发性氮融入冰水，导致 TVB-N 测定值偏低。很有必要建立其他适合于 0 或更低温度贮存条件下的品质评价指标。WHC 值作为一个辅助的鲜度评价指标，也与蟹肉品质变化呈现了良好的相关性。然而在不同冷藏温度下，其临界值差别显著，无法建立统一的评判标准。

肌肉 pH 变化是反映冷藏水产品品质的一个简便易测的指标。新鲜三疣梭子蟹的 pH 值为 6.71，贮藏过程中，pH 值呈上升趋势，3 天后，上升速度加快，0 贮藏条件下在感官不可食用的第 7 天，pH 值达到 8.08。而 0 贮藏条件下，在感官不可食用的第 9 天为 pH 值达到 8.06。有学者认为水产动物停止呼吸后，体内的糖就开始分解，产生乳酸，使肌肉的 pH 值下降，下降的程度与肌肉中糖原的含量有关^[8]。pH 升高大概是由于冷藏过程中肌肉发生自溶，氨基酸脱羧形成胺^[9]，而微生物的代谢作用产生的碱性物质的积累也会导致 pH 逐渐上升^[10]。本研究中，pH 值随着贮藏时间的延长而升高，并没有体现出先降后升的趋势，原因

可能是 pH 的降低只发生在死后几小时内，也有可能季节原因导致蟹体内糖原贮存低^[11]，使得三疣梭子蟹肌肉 pH 的降低不明显。本文的研究结果初步表明，三疣梭子蟹肌肉 pH 值变化在 4 和 0 两种冷藏温度下与品质变化的感官评价结果相关性好，一致性好，pH 超过 8.0 可作为三疣梭子蟹品质已劣变的标志。但三疣梭子蟹肌肉初始 pH 和变化幅度是否受季节和产地影响？pH 8.0 作为三疣梭子蟹品质劣变的标准是否具有普适性？还有待进一步研究。

参考文献：

- [1] Hamasaki, K., Fukunaga, K., Kitada, S. Batch fecundity of the swimming crab *Portunus trituberculatus* (Brachyura: Portunidae) [J]. *Aquaculture*, 2006, 253, 59-365.
- [2] 施慧雄, 蒋宏雷, 金中文, 等. 三疣梭子蟹健康苗种培育研究 [J]. *现代农业科技*, 2007, 4: 106-107.
- [3] 单衡明. 不同冻藏温度对梭子蟹品质的影响 [J]. *冷饮与速冻食品工业*, 2002, (01).
- [4] 张坤生, 往执谦. 肉的持水能力及其测定方法 [J]. *天津商学院学报*, 1989, 9(1): 24-29.
- [5] Harry T. Lawless, Hildegard Heymann 著, 王栋译. *食品感官评价原理与技术* [M], 2001.
- [6] Cobb B F, Alaniz I, Thompson C A. Biochemical and microbial studies on shrimp: volatile nitrogen and amino nitrogen analysis [J]. *J. Food Sci.*, 1973, 38: 431-436.
- [7] Zeng Q Z, Thorarinsdottir K A, Olafsdottir G R. Research on quality changes and indicators of *Pandalus borealis* stored under different cooling conditions. *Journal of Fisheries of China* [J], 2005, 29(1): 87-95.
- [8] 陈飞东. 虾保鲜冰制备工艺的研究及其应用 [D]. 杭州: 浙江工商大学食品与生物学院, 2006: 44-46.
- [9] Jackson T C, Acuff G R, Dickson J S. Meat, poultry, and seafood [M]. Washington: In Doyle M P, Beuchat L R, Montville T J. *Food microbiology-fundamentals and frontiers*. ASM, 1997: 83-100.
- [10] Hebard C E, Flick G J, Martin R E. Occurrence and significance of trimethylamine oxide and its derivatives in fish and shellfish [M]. In R. E. Martin, G. J. Flick, C. E. Hebard, & D. R. Ward (Eds.), *Chemistry and biochemistry of marine food products*. Westport, CT: Avi, 1982: 149-304.
- [11] 李燕, 周培根, 戚晓玉. 罗氏沼虾在不同温度贮藏期间鲜度的变化 [J]. *上海水产大学学报*, 2002, 11(1): 62-67.

Research on the quality changes and indicators of Trituberculatus storing at 4 and 0 cold conditions

JinChao¹, ZHAO Yan*,

(Department of Biological Engineering, Zhejiang Gongshang University, Huangzhou 310035, Zhejiang, China)

Abstract: The quality changes of trituberculatus were evaluated by sensory evaluation and determination of three chemical indicators such as the value of water holding capacity (WHC), pH and the value of volatile nitrogen (TVB-N). The TVB-N value is a good indicator to evaluate the quality changes and deterioration of trituberculatus storing at 4°C condition, but it could not reflect the quality deterioration of trituberculatus properly when stored at 0°C condition. The pH values of Trituberculatus muscle were increasing gradually along with the storing days under both 4°C and 0°C storing conditions. As its muscle pH exceeded 8.0, the trituberculatus quality was deteriorated. Thus muscle pH value might be a new quality indicator for evaluating the quality changes of trituberculatus under cold storing conditions. The WHC values of trituberculatus varied notably under different cold storing temperatures, which are not suitable for indicating the quality changes of trituberculatus.

Key words: Trituberculatus; cold storage; evaluation of the quality of change