

文章编号: 1000-0615(2001)05-0482-03

·研究简报·

日本沼虾冰藏期间 ATP 降解产物变化及鲜度评价

Changes in content of ATP related compounds in the muscle of *Macrobrachium nipponense* during ice storage and evaluation of the freshness

戚晓玉, 李 燕, 周培根

(上海水产大学食品学院, 上海 200090)

QI Xiao-yu, LI Yan, ZHOU Pei-gen

(College of Food Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

关键词: 日本沼虾; 核苷酸; 鲜度指标值; 总挥发性盐基氮; 鲜度评价

Key words: *Macrobrachium nipponense*; nucleotide; K value; TVBN; freshness evaluation

中图分类号: S984.2; S985.2 文献标识码: A

鱼类贮藏期间的各种生物化学变化已有诸多报导, 但对虾类的这些变化则报道较少^[1]。1986 年 Nakamura 和 Ishikawa^[2]研究了日本对虾在 20℃贮藏时 K 值与鲜度之间的关系。1990 年 Matsumoto 等对日本对虾在不同贮藏温度下的 ATP 及其降解产物、多胺类化合物、挥发性盐基氮(VBN)以及乳酸含量的变化进行了研究^[1]。结果表明, K 值、VBN 和乳酸的含量似乎可以用作为日本对虾新鲜度的潜在指标, 而腐胺和次黄嘌呤含量似乎可以用作为腐败的指标。

本文以日本沼虾为材料, 研究冰藏对其 ATP 及它的降解产物的变化以及对其鲜度的影响。

1 材料与amp;方法

1.1 实验材料

鲜活的日本沼虾(*Macrobrachium nipponense*)购自上海市菜市场, 运回实验室后立即清洗、去头、冰藏待用。

1.2 腺苷三磷酸(ATP)及其降解产物的测定

1.2.1 提取

ATP 及其降解产物的提取主要参考 Yokoyama 等^[3]的方法, 并略加以修改。取匀浆后的虾肉 4g, 加入 15mL 预先冷却的 10% 过氧乙酸(PCA)溶液进行抽提, 悬浮液于 5 000 rpm 离心 10 min, 收集上清液。所得沉淀再用 5% PCA 溶液抽提和离心。合并两次上清液, 用 1 mol·L⁻¹ KOH 溶液将其中和至 pH6.5~6.8, 定容至 50mL, 然后通过孔径为 0.45 μm 的滤膜过滤。滤液在 -22℃下保存, 供测定用。

1.2.2 测定

ATP 及它的降解产物含量测定主要参考 Ryder^[4]的方法并略加修改。高效液相色谱仪: Shimadzu LC-10AD, 色谱柱: ODS-2 (150×4.66mm, Shinwa Chemical Industries), 流动相: 0.05 mol·L⁻¹ pH6.8 的磷酸缓冲溶液, 流速: 1mL·min⁻¹, 检测波长: 254nm, 进样量: 20 μL。外标法定量。

收稿日期: 2000-10-23

第一作者: 戚晓玉(1943-), 女, 上海市人, 副教授, 主要从事食品生物化学教学和科学研究。Tel: 021-65710809

1.3 鲜度指标(K)值计算

$$\text{计算公式据文献[3]: } K(\%) = \frac{\text{HxR} + \text{Hx}}{\text{ATP} + \text{ADP} + \text{AMP} + \text{IMP} + \text{HxR} + \text{Hx}} \times 100$$

式中:ATP、ADP、AMP、IMP、HxR 和 Hx 分别代表相应化合物,即腺苷三磷酸、腺苷二磷酸、腺苷酸、肌苷酸、肌苷和次黄嘌呤的浓度,以 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ 湿重表示。

1.4 总挥发性盐基氮含量测定

采用半微量定氮法测定^[5]。

1.5 感官评定

虾的新鲜度通过感官测试进行评定^[1]。主要根据气味将其分为三个阶段:1.可接受阶段(没有异味);2.初始腐败阶段(微弱腐败味);3.完全腐败阶段(腐败味)。

2 结果与讨论

2.1 ATP 和它的降解产物的变化

图 1 表示 6 种标准化合物,即 ATP、ADP、AMP、IMP、HxR 和 Hx 的高效液相色谱(HPLC)分离的色谱图。ATP 及其降解产物在本色谱条件下 30min 内得到有效的分离。

日本沼虾在冰藏期间肌肉中的 ATP 及其降解产物含量的变化如图 2 所示。从图中看出,冰藏后虾肌肉中的 ATP 含量迅速下降,刚死时其含量为 $7.18 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$,贮藏至第 2 天时其含量仅为 $0.84 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$,2 天内下降 8.5 倍。此后,ATP 的含量缓慢下降,至第 12 天时消失。有报导,在低温下鲈鱼^[6]和日本对虾的 ATP 含量也快速下降^[1]。ATP 的快速降解与高活性的 ATP 酶有关。Watabe 等^[7]认为,这种现象的发生是由于在较低的贮藏温度下肌浆网状结构的钙吸收能力下降,肌原纤维内钙浓度增加,钙离子便激活肌原纤维 Mg^{2+} -ATP 酶,加速 ATP 的降解。

虾肌肉内 ADP 的含量随着贮藏时间的延长逐渐下降,与 ATP 的下降趋势相类似,在贮藏的最初两天内下降较快,其含量从 $1.46 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ 降到 $0.70 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$,下降 2.1 倍。此后,ADP 含量的下降速度非常缓慢,几乎保持相对恒定的水平。然而,在 ATP 和 ADP 的降解期间,AMP 和 IMP 却有一个积累过程。在贮藏后的 2 天内 IMP 的含量从 $0.48 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ 上升至 $4.31 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$,增加 8.9 倍。从第 2 天至第 4 天,IMP 的含量保持相对稳定,此后便缓慢下降,直至贮藏 18 天时 IMP 的含量仍可达到 $1.36 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$,仍高于虾刚死时肌肉内 IMP 的含量($0.48 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$)。从这一结果可以认为,IMP 对虾鲜味的呈味起着重要作用。

AMP 含量的变化趋势与 IMP 相似,在贮藏的第 2 天时,AMP 含量从最初的 $0.69 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ 上升至 $2.46 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$,增加 3.6 倍,随后缓慢下降。在本研究中,日本沼虾贮藏期间 AMP 和 IMP 含量的变化趋势与日本对虾中的变化趋势相似^[1]。在贮藏期间,HxR 的含量几乎成线性增加,从零上升到 $2.21 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ 。然而,Hx 的含量在感官评定可接受阶段的 6d 之内保持比较低的水平,而且随着贮藏时间的延长缓慢地呈线性上升,从零上升至 $0.41 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$,平均上升速度 $0.068 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ 。但是从开始腐败后,Hx 含量的上升速度显著加快,从第 6 天的 $0.41 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ 上升到第 18 天的 $2.20 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$,平均上升速度为 $0.15 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ 。Matsumoto 和 Yamanaka^[1]认为 Hx 含量的快速增加是由于虾体内微生物生长的结果。从本研究结果来看,Hx 的水平可用作为日本沼虾腐败的一种化学指标。

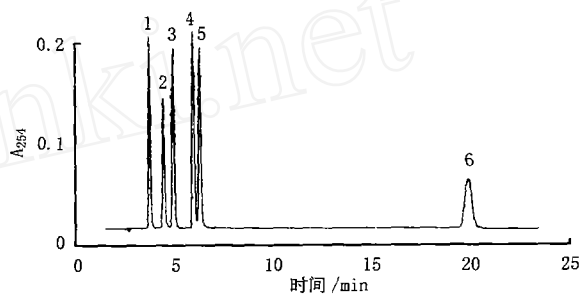


图 1 6 种 ATP 及降解产物标准化合物的高效液相色谱图

Fig.1 HPLC chromatogram of 6 standards of ATP-related compounds

注:1.IMP; 2.ATP; 3.ADP; 4.AMP; 5.Hx; 6.HxR

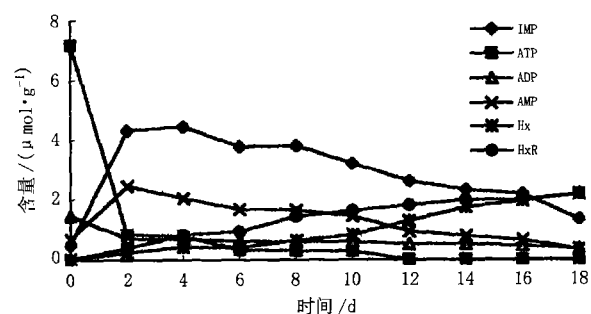


图 2 冰藏期间 ATP 及其降解物含量的变化

Fig.2 Changes in levels of ATP-related compounds during ice storage

2.2 TVBN 和 K 值

日本沼虾在贮藏期间总挥发性盐基氮(TVBN)和鲜度指标值(Kvalue)的变化如图3所示。TVBN包括的主要化合物有氨类、二甲胺和三甲胺等。有报道,在许多鱼类中TVBN水平与鲜度感官评定之间具有相当高的相关性^[8]。因此,TVBN含量广泛用作于鱼类新鲜度的指标。一般认为,TVBN水平达到每100g鱼肌肉组织中20至30mg时近似为接受的极限值^[9]。本研究中,感官评定的结果为,沼虾在贮藏6d内无腐败味,属可接受阶段。从贮藏第6d后至18d,虾体具有微弱腐败味并逐渐加强,属初始腐败阶段。从图3中可以看出TVBN含量随贮藏时间的延长也逐渐增加,在贮藏的最初6d内其含量从初始值的 $5.35 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ 增加至 $12.68 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ 。与感官评定结果相比较,表明在贮藏的6d内沼虾具有较高的新鲜度。然而,从贮藏的第6d后,TVBN值增加较快,第8d时已接近 $19 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$,至第18d时达到 $28.40 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$,达到可接受的极限值。这一结果与感官评定也是相一致的,在贮藏6d后至18d内,沼虾呈现出腐败味,鲜度明显下降。

前人已对鱼的鲜度与K值的关系作了大量研究。结果表明,K值可作为评价鱼鲜度的一种指标,而且高新鲜度的鱼肉的K值低于20%^[9]。本研究发现,日本沼虾在贮藏期间K值的变化趋势与TVBN的变化趋势基本相似。沼虾在贮藏6d内其感官评定为可接受阶段,具有较高的新鲜度。而K值从零增加至17.31%,而且变化曲线具有较高的线性关系。在贮藏的第6d后至18d内,感官评定的结果表明沼虾的鲜度为初始腐败阶段,而K值也逐渐上升,从17.31%增加至67.74%,其变化曲线的线性关系也较好。从本实验的结果来看,K值似乎可以作为日本沼虾鲜度的一种化学指标,可能比TVBN更为合适。

参考文献:

- [1] Matsumoto M, Yamanaka H. Post-mortem biochemical changes in the muscle of kuruma prawn during storage and evaluation of the freshness [J]. Bull Jap Soc Sci Fish, 1990, 56(7):1145-1149.
- [2] Nakamura K, Ishikawa S. Changes in freshness of kuruma prawn muscle during chill-storage[M]. Bull Tokai Reg Fish Res Lab, 1986. 120, 69-72.
- [3] Yokoyama Y, Sakaguchi M, Kawai F, et al. Changes in Concentration of ATP-related ompocunts in various tissues of oyster during ice storage [J]. Bull Jap Soc Sci Fish, 1992, 58(11):2125-2136.
- [4] Ryder J M. Determination of adenosine triphosphate and its breakdown products in fish muscle by high -performance liquid chromatography[J]. J Agric Food Chem, 1985, 33:678-680.
- [5] GB/T 5009.44-1996 中华人民共和国国家标准[S].
- [6] Iwamoto M, Yamanaka H, Abe H, et al. ATP and creatine phosphate breakdown in spiked plaice muscle during storage and activities of some enzymes involved[J]. J Food Sci, 1988, 53:1662-1665.
- [7] Watabe S, Ushio H, Iwamoto M, et al. Temperature-dependency of rigor-mortis of fish muscle: myofibrillar Mg^{2+} -ATPase activity and Ca^{2+} uptake by sarcoplasmic reticulum[J]. J Food Sci, 1989, 54:1107-1115.
- [8] 鸿巢章二, 桥本周久. 水产利用化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994. 133-136.
- [9] 关志苗. K值——判定鱼品鲜度的新指标[J]. 水产科学, 1995, 14(1):33-35.

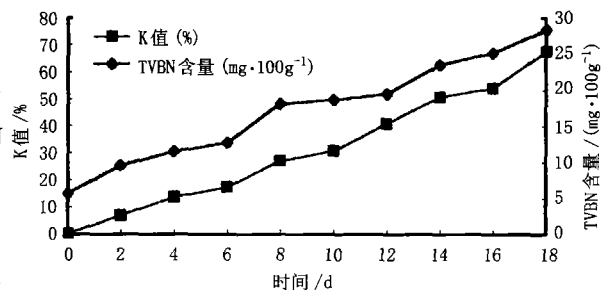


图3 冰藏期间K值和TVBN含量的变化
Fig.3 Changes in K value and TVBN content during ice storage