

文章编号: 1004 - 7271(2001)01 - 0038 - 06

鲢在保藏中的鲜度变化

邓德文, 陈舜胜, 程裕东, 袁春红

(上海水产大学食品学院, 上海 200090)

摘要:本文从感官、僵硬指数和腺苷三磷酸(ATP)关联物三方面对鲢在保藏中的鲜度变化进行了探讨。结果表明:20℃保藏时僵硬产生快,解僵也快,10℃保藏可以推迟僵硬的到来,5℃保藏可以显著延长僵硬期;即杀鲢 ATP 含量为 3~4 $\mu\text{mol/g}$,在保藏初期有轻微的上升,然后分解下降;IMP 含量在保藏中有一个中间积累过程并可达到较高的含量(>4 $\mu\text{mol/g}$);ATP、IMP 含量的变化和僵硬指数的变化基本同步;在 5℃或 10℃的保藏过程中次黄嘌呤核苷(HxR)作为 ATP 分解的终产物累积,20℃时则为次黄嘌呤(Hx)累积;保藏温度较高(20℃)时,K 值上升很快,5℃和 10℃时则明显减缓。总之,鲢在室温(20℃)下鲜度变化快,即杀后需低温保藏。

关键词:鲢、僵硬、腺苷三磷酸关联物、K 值

中图分类号:TS254.4 文献标识码:A

The freshness variation of silver carp during storage

DENG De-wen, CHEN Shun-sheng, CHENG Yu-dong, YUAN Chun-hong

(College of Food Science, SFU, Shanghai 200090, China)

Abstract: The variations in sensory evaluation, rigor index, and ATP related compounds were investigated in this paper. The experimental results showed: rigor-mortis proceeded rapidly and the rigor resolution also occurs soon at 20℃. The duration of full rigor stage was markedly prolonged at 5℃, however the onset of rigor-mortis was retarded at 10℃ compared with 5℃ or 20℃. ATP content of silver carp killed instantly was 3~4 $\mu\text{mol/g}$, which declined after some increase at the beginning of storage. IMP content increased at first during storage and then decreased after reaching a maximum value over 4 $\mu\text{mol/g}$. The changes of ATP and IMP content occurred almost simultaneously with the changes of rigor index. Inosine(HxR) in fish muscle stored at 5℃ or 10℃ accumulated as the final compounds of ATP degradation during storage, whereas hypoxanthine(Hx) accumulated when the fish was stored at 20℃. K value increased quickly at 20℃, while obviously slow at 5℃ or 10℃. In a word, the freshness of silver carp decreased quickly, so the fish should be stored at low temperature after killed alive.

Key words: silver carp, rigor index, ATP related compounds, K value

鲜度对鱼肉的品质及原料的加工适性有着巨大的影响。进行淡水鱼的大规模地流通和加工,需要探明其死后肌肉的生化变化规律,制定淡水鱼及其产品的鲜度标准以及掌握不同条件下流通、保藏和加工的温度上限和时间下限,从理论上为生产实践提供可资参考的依据。到目前为止,国内外对于鱼体死后鲜度变化及保鲜等方面的研究主要集中于海水鱼,对淡水鱼的鲜度变化及保鲜研究得较少,而淡水鱼与海水鱼相比在生活环境、鱼肉质地和生化特性等方面又有诸多不同,不能直接沿用海水鱼的研究成

收稿日期:2000-08-01

第一作者:邓德文(1976-),男,江西永修人,上海水产大学 1998 级硕士生,主要从事淡水鱼贮藏与加工方面的研究。

果,需要进行专门探讨。淡水鱼鲜度变化及保鲜的研究起步较晚,直到90年代,才陆续有过一些报道,如刘承初等^[1]对淡水鱼僵硬的季节变化、王慥等^[2]对鳊的鲜度变化、曾名涌等^[3]对非鲫保鲜等方面作过一些探讨,但对占淡水鱼产量第一位的鲢还缺乏系统研究。鲜度的评价可以采用感官评价、挥发性盐基氮(TVBN)、僵硬指数、K值以及微生物指标细菌总数等方法。TVBN与细菌总数的变化具有相关性,但是淡水鱼的TVBN增长缓慢^[2,3],尤其在保藏初期,难以体现鱼体鲜度的差异。本文以鲢为研究对象,采用了感官评定、僵硬指数和K值为主要指标对其在5℃、10℃和20℃条件下的鲜度变化进行了研究,以期揭示它们的变化规律及内在联系。

1 材料与方 法

1.1 实验用 鱼

鲢的规格为平均体长33.3cm,平均体重622g,于3-4月份购于上海市市场,头部击毙,全鱼保藏在设定的恒温箱中,每次采用3条鱼进行平行测定,取平均值。

1.2 感官评定

按下表进行评分,把各项评分相加,总分在12分以上包括12分的为一级;12分以下至8分的为二级;8分以下至4分的为三级;不满4分为等外品。

表1 感官评定评分标准

Tab.1 Rating scale for sensory evaluation

项目	3分	2分	1分	0分
体表	有光泽,无粘液,鳞片完整,不易脱落,肛门正常	光泽较差或有粘液,肛门微突出	光泽差,粘液多,肛门明显突出	灰暗色,粘液多,肛门发红或有污水流出
气味	正常	稍有异味	有异味	腐败臭
鱼鳃	鲜红,无粘液,鳃丝清晰	深红或略有粘液,比较鳃丝清晰	暗红或粘液较多	暗紫或淡灰色,粘液多,鳃丝粘连
眼球	眼球饱满凸出,角膜透明	角膜稍不透明,或略呈混浊	角膜明显混浊,眼球平坦	角膜不透明眼球深度下陷
肉质	弹性良好或僵硬	弹性稍差但不软	弹性差并发软	完全无弹性,甚软

注:本表参照文献[2]、文献[4]

1.3 僵硬指数

尾藤方通等^[5]僵硬指数测定法。僵硬指数上升到20%和70%所需的时间分别为达到初僵和全僵的时间。

1.4 ATP 关联物及 K 值测定

PCA 抽提,高压液相法分析参见文献[6]、文献[7]。

2 结果与讨论

2.1 感官的变化

根据表1感官评分标准,分别从体表、气味等方面对在保藏中的鲢进行感官评价,各评定项目得分的总和为感官评定值。结果显示,鲢在20℃保藏时的感官评定值下降迅速,10℃时次之,5℃时下降缓慢。能保持较好鲜度(感官二级)的保藏时间分别约为13.5(20℃)、19(10℃)和72(5℃)h(图1)。从感官变化可知,鲢在室温下鲜度下降较快,降低温度可以明显提高鲢的保藏效果。

2.2 僵硬指数的变化

即杀后鲢的僵硬指数随僵硬期的出现而上升,直至达到100%,然后随着解僵而下降。当保藏温度

较高(20℃)时,鱼体的僵硬迅速到来且僵硬指数达到100%后,其值会立即下降;当温度较低(5℃和10℃)时,僵硬指数在100%附近能维持较长一段时间,10℃保藏时第三天后僵硬指数开始下降,5℃时保藏至第八天僵硬指数才下降(图2)。从僵硬指数的上升速度来看,10℃保藏时的僵硬指数上升速度比5℃和20℃的都要慢,初僵开始时间10℃保藏时比5℃和20℃晚半个小时,达到全僵则要晚2~3h(表2)。有些海水鱼如真鲷和鲷等有10℃保藏时比0℃保藏时僵硬指数上升缓慢的报道^[8,9],但是在淡水鱼方面还未见相关报道。本研究的结果表明,20℃保藏时僵硬的产生快,解僵也快,10℃可以推迟僵硬的到来,5℃有助于鱼体僵硬状态的保持。通常认为鱼死后至完全僵硬前鲜度良好,与活鱼具有等同的商品价值^[10]。因此从僵硬角度来看,若保藏期较短(48h以内)10℃时更为有利;若保藏期较长则5℃保藏较好。也可以考虑在10℃时先保藏一段时间,再冷却至5℃,以能延缓僵硬的产生和解僵的到来。

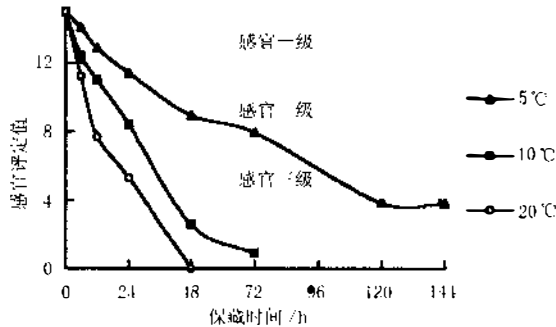


图1 鲢在不同温度下保藏时的感官评定值的变化

Fig.1 Variation of sensory evaluation value of silver carp during storage at different temperatures

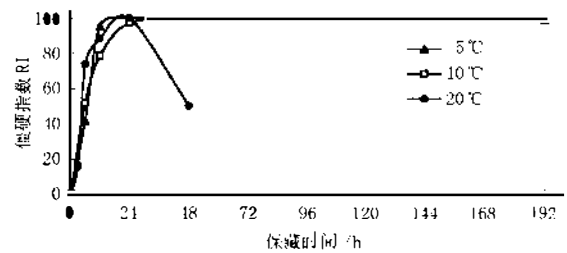


图2 鲢在不同温度下保藏时僵硬指数的变化

Fig.2 Change of rigor index of silver carp during storage at different temperatures

2.3 腺苷三磷酸(ATP)关联物的变化

2.3.1 腺苷三磷酸(ATP)、腺苷二磷酸(ADP)和腺苷一磷酸(AMP)的变化

新鲜鲢即杀后,测得ATP含量在 $3 \sim 4 \mu\text{mol/g}$,ADP和AMP在保藏中含量始终很低($< 0.5 \mu\text{mol/g}$),变动不明显(数据未列出)。5℃保藏时,6h左右ATP上升到最大值 $3.9 \mu\text{mol/g}$,24h下降到 $1 \mu\text{mol/g}$,48h左右基本降解完毕。10℃保藏时,在12h左右ATP上升至最大值 $4.2 \mu\text{mol/g}$,48h时含量很低,72h降解完毕。20℃保藏时,6h左右ATP含量就明显下降,24h基本降解完毕。ATP含量与僵硬状态有对应关系,即当ATP含量小于 $0.2 \mu\text{mol/g}$ 时,鱼体已经处于完全僵硬状态。实验结果显示,在保藏过程中ATP不是立刻下降,而是有一个短期上升过程,这与Watabe对日本鲤研究的结果类似^[11]。在保藏的初期,ATP的含量维持在 $3 \mu\text{mol/g}$ 左右,这一值维持时间的长短与保藏温度有关。10℃保藏比5℃或20℃保藏时,ATP含量上升的值大,维持较高浓度($> 3 \mu\text{mol/g}$)的时间也长(图3)。这一结果说明ATP含量的下降并不随温度高低而单调变化,而是在10℃附近下降最慢,这与僵硬指数上升的速度10℃比5℃慢的结果相吻合。

保藏初期鱼体肌肉的ATP维持一定的含量的原因,通常认为是鱼体死后糖原和磷酸肌酸的降解,释放出的能量补充给ADP,使之重新生成ATP,从而抵消了由于自身降解而造成ATP含量的下降,当糖原和磷酸肌酸含量很低后,ATP含量也就开始下降^[11]。至于10℃保藏时ATP含量下降反而慢以及为什

表2 鲢在不同温度下保藏时达到初僵和全僵的时间

Tab.2 The hours needed to reach early rigor and full rigor of silver carp during storage at different temperatures

	保藏温度(℃)		
	5	10	20
初僵时间(h)	1	1.5	1
全僵时间(h)	5	8	6

么 ATP 含量还要上升等原因尚未得到解明。

2.3.2 次黄嘌呤核苷一磷酸(IMP)的变化

IMP 是 ATP 降解的中间产物,也是重要的鲜味物质。实验结果显示,鲜活鲢即杀后 IMP 的含量在 $2\mu\text{mol/g}$ 以内。20℃ 保藏时,由于 ATP 分解迅速 IMP 含量急剧上升,6h 左右上升至最大值 $5.7\mu\text{mol/g}$,然后又以较快的速度分解。5℃ 保藏时,24~48h 达到最大值 $4.6\mu\text{mol/g}$,而后以较慢的速度分解,在 24~120h 内 IMP 保持较大的含量。10℃ 保藏时 IMP 上升最为缓慢,48h 左右也达到最大值 $4\mu\text{mol/g}$,然后再慢慢分解(图 4)。从 IMP 的最大含量可以看出,IMP 在生成的同时也在不断地分解。20℃ 保藏时,由于 IMP 含量达到最大值的时间短,IMP 分解的量小,所以最大含量也大,10℃ 保藏时,由于达到最大值的时间较长,IMP 分解的量多,最大含量就小。从 IMP 含量下降趋势看,保藏温度越高 IMP 分解越快。因此,低温冷藏有利于鲢滋味的保持。

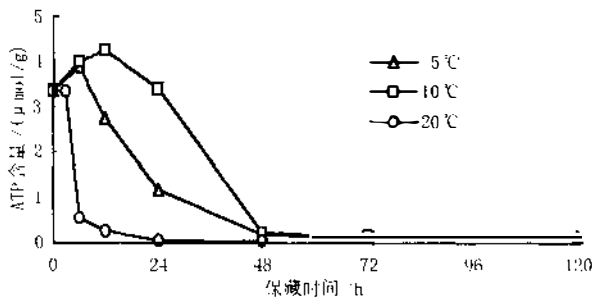


图 3 鲢肌肉在不同温度下保藏时 ATP 含量的变化

Fig.3 Variations of ATP content in silver carp muscle during storage at different temperatures

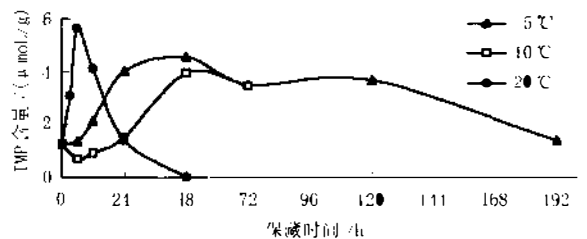


图 4 鲢肌肉在不同温度下保藏时 IMP 含量的变化

Fig.4 Variations of IMP content in silver carp muscle during storage at different temperatures

IMP 含量的增加与 ATP 含量的降低是同步的,20℃ 保藏 6h,5℃ 和 10℃ 保藏 48h 后,ATP 含量已经下降到低值,而 IMP 的含量则上升至最大值。同时,IMP 含量的变化曲线(图 4)与僵硬指数的变化曲线(图 2)也具有相同的趋势。5℃ 时保持完全僵硬的时间长,与之对应 IMP 的含量也保持在较高水平;20℃ 时,IMP 含量下降快,僵硬指数下降也快。说明僵硬指数变化与 IMP 的含量的变化具有一定的同步性。

2.3.3 次黄嘌呤核苷(HxR)和次黄嘌呤(Hx)的变化

HxR 和 Hx 是 ATP 分解的最终积累物质,不同的鱼积累的物质亦不同。实验结果显示,5℃ 和 10℃ 保藏时 HxR 的含量随保藏时间的延长而上升,Hx 的含量几乎没有增加;20℃ 保藏时 24h 以前 HxR 不断上升至最大值 $2\mu\text{mol/g}$ 左右,24h 以后 HxR 的含量很快减少,48h 后难以检出,而 Hx 的含量在 24h 前增加很少,24h 后迅速增加(图 6)。日本的江平重男等^[12]曾对日本各类海水鱼的 HxR 和 Hx 的生成特点进行了研究,将海水鱼分为 HxR 积累型、Hx 积累型和介于两者之间的三种类型。在淡水鱼方面,鳙在 0℃ 保藏时,HxR 积累,Hx 的生成很少^[13]。本实验的结果表明鲢在 5℃ 和 10℃ 保藏时 HxR 和 Hx 的生成特点与 0℃ 保藏时的鳙相同,为 HxR 积累型,而在 20℃ 保藏时与 5℃ 和 10℃ 保藏时的情况不同。所以鲢 HxR 和 Hx 的生成特点与温度有关,在较低温度时为 HxR 积累型,在较高温度时前期,初期 HxR 积累,后期 Hx 积累。

2.4 K 值的变化

K 值是 ATP 的分解产物 HxR 与 Hx 占 ATP 关联物总量的百分比,常用作鱼体鲜度的尺度。实验结果表明,新鲜鲢的 K 值平均为 4.65%,比竹荚鱼^[7](0~2.5%)略高。保藏的初期 10℃ 保藏比 5℃ 保藏时 K 值上升缓慢,大约经 36h 后,10℃ 保藏时的 K 值上升速度开始超过 5℃ 的 K 值上升速度。鱼体 K 值保持在 20% 以内,10℃ 保藏为 48~72h,5℃ 保藏达 72~120h,而 20℃ 时只能保藏十几个小时(图 6)。保持鱼体好的鲜度冷藏是需要的,但是短期高鲜度鱼的保藏,10℃ 和 5℃ 没有显著差别。

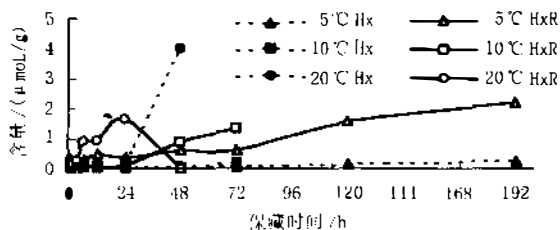


图5 鲢肌肉在不同温度下保藏时的HxR和Hx变化

Fig.5 Variations of HxR and Hx during storage at different temperatures

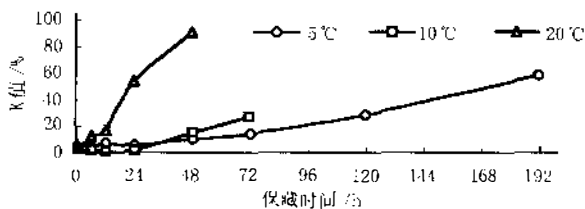


图6 鲢肌肉在保藏中K值的变化

Fig.6 Variations of K value in silver carp muscle during storage at different temperatures

K值变化可用一级反应规律来描述,存在以下的函数关系^[2,14,15], $K(t) = 100 - [100 - K(0)]e^{-k_f t}$ 式中, k_f 是K值在一定温度下的速率常数, $K(t)$ 是保藏时间为t时的K值, $K(0)$ 是保藏开始的K值。

根据前述的各温度下K值测定结果,将 $|100 - K(t)|$ 的对数值对保藏时间作图,可得如图7所示的直线(相关系数 $r > 0.94$)。说明鲢在上述三个温度下保藏时K值变化也可用一级反应规律描述。根据各直线的斜率,可得各温度下鲢的K值变化的速率常数 k_f (表3)。20°C时K值的变化速率是5°C的20倍以上,是10°C的10倍以上,可见鲢在室温(20°C)下K值下降很快。

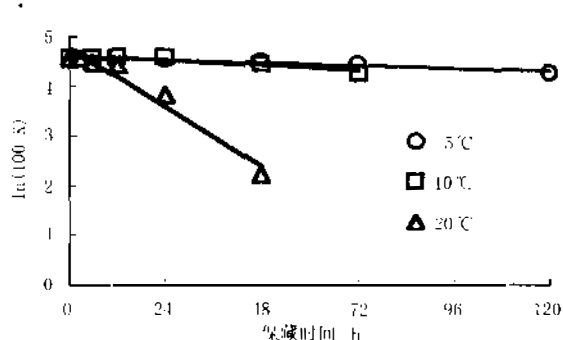


图7 鲢在不同温度保藏下K值的ln(100 - K) - 时间图
Fig.7 Plot of the data of K value for ln(100 - K) versus time

3 小结

鲢在20°C左右的室温条件下,鲜度变化很快,在5~10°C的低温下保藏期可明显延长。僵硬指数的上升速度,10°C保藏时比20°C和5°C时慢,而僵硬期的保持则5°C保藏时比10°C和20°C时长。ATP在保藏初期有轻微的上升,然后分解下降。ADP和AMP在鲢肌肉中的含量少。IMP在保藏中有一个中间积累过程,并可达到较高的含量(>4μmol/g)。ATP、IMP的变化和僵硬指数的变化基本同步。保藏温度较低(5°C和10°C)时,ATP分解的积累物质为HxR,保藏温度较高(20°C)时,初期HxR积累,后期Hx积累。保藏温度较高(20°C)时,K值上升很快,保藏温度较低(5°C和10°C)时,K值变化明显减缓。

表3 鲢在不同温度下保藏时K值变化的速率常数

Tab.3 The velocity constant of K value variation of silver carp during storage at different temperatures

速率常数	温度(°C)		
	5	10	20
$k_f \times 10^3/h$	2.3	4.2	49.7

参考资料:

- [1] 刘承初,王 恺,王莉平,等.几种淡水养殖鱼死后僵硬的季节变化[J].水产学报,1994,18(1):1-6.
- [2] 王 恺,郭大钧,冯 媛,等.鲢在不同保藏温度下的鲜度变化[J].水产学报,1993,17(2):113-118.
- [3] 曾名涌,吴 勇,于瑞瑞.化学冰保鲜非鲫的研究[J].水产学报,1997,21(4):443-447.
- [4] 李 衡,王季襄,区明勋,等.食品感官鉴定方法及实践[M].上海:上海科学技术文献出版社,1992.157.
- [5] 尾藤方通,山田金次郎,三云泰子,ら.天野庆之.鱼死后硬直关研究-I.改良 Cutting 法鱼体死后硬直观察[A].东海区水产研究所境报告[R].1983,91.
- [6] T. Saito, K Arai, M Matsuyoshi. A new method for estimating the freshness of fish[J]. Bull Jap Soc Sci Fish, 1959,24:749-750.
- [7] 福田 裕,作木田善治,新井健一.マサバの鲜度が肌纤维タンパク质の冷冻变性に及ぼす影响[J].日本水产学会志,1984,50(5):845-852.
- [8] 岩本宗昭,山中英明,阿部宏喜,ら.二.三海产鱼における死後硬直の进捗と贮藏温度の影響[J].日本水产学会志,1990,56(1):93-99.
- [9] 岩本宗昭,井冈 久,齐藤素子,ら.マダいの死後硬直と贮藏温度との关系[J].日本水产学会志,1985,51(3):443-446.
- [10] 渡边悦生.鱼介类の鲜度と加工贮藏[M].东京:成山堂书店,1995.1.
- [11] Shugo Watabe, Gyu-Chul Huang, Hideki Ushio, et al. Changes in Rigor-mortis of Carp Induced by Temperature Acclimation[J]. Agric Biol Chem 1990,54(1):219-221.
- [12] 江平重男,内田均,宇田文昭.鱼类肌肉 ATP 关联物定量[A].食品学实验书[M].东京:恒厚社厚生阁,1974.17-31.
- [13] 杨宏旭,衣庆斌,刘承初,等.淡水养殖鱼死后生化变化及其对鲜度质量的影响[J].上海水产大学学报,1995,4(1):1-8.
- [14] 原明弘,宇田文昭.K 值温度履历理论式,近似式侦察实验[J].日本水产学会志,1984,50:1745-1756.
- [15] Hidemasa Miki, Jun-ich Nishimoto. Kinetic parameters of freshness-lowering and discoloration based on temperature dependence in fish muscles[J]. Bull Jap Soc Sci Fish, 1984,50(2):281-285.