

文章编号:1004-7271(2002)02-0134-04

# 漂洗水温对淡水鱼鱼糜蛋白质热变性的影响

王利琴,汪之和,龚蓉珠

(上海水产大学食品学院,上海 200090)

**摘要:**以青鱼、草鱼、鲢、鳙、鲫 5 种淡水鱼为研究对象,研究淡水鱼糜加工中漂洗水温对蛋白质热稳定性的影响。实验结果表明:(1)5 种鱼肉经漂洗后的肌原纤维  $Ca^{2+}$ -ATPase 活性及凝胶强度均随漂洗水温上升而降低,并且在水温达 15℃ 时有一加速下降的转折点;(2)鲫蛋白质受漂洗水温影响最小,其余依次为草鱼、青鱼、鲢、鳙。

**关键词:**淡水鱼;漂洗水温; $Ca^{2+}$ -ATPase 活性;凝胶强度;鱼糜

中图分类号:TS254.1 文献标识码:A

## Effect of rinsing temperature on thermostability of freshwater fish surimi protein

WANG Li-qin, WANG Zhi-he, GONG Rong-zhu

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

**Abstract:** The effects of rinsing temperature on thermostability of five kinds of freshwater fish, i. e. *Mylopharyngodon piceus*, *Ctenopharyngodon idella*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Aristichthys nobilis* and *Carassius carassius* are studied. The experimental results showed that: (1)  $Ca^{2+}$ -ATPase activity and gel strength of these freshwater fish muscle decreased with the rise of rinsing temperatures and there was a sharp decrease when rinsed at 15℃; (2) Effect of rinsing temperature on *Carassius carassius* protein is slightest, followed by *Mylopharyngodon piceus*, *Ctenopharyngodon idella*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Aristichthys nobilis*.

**Key words:** freshwater fish; rinsing temperature;  $Ca^{2+}$ -ATPase activity; gel strength; surimi

鱼糜制品具有易流通、易贮藏和制品种类多等优点,近几年来,随着淡水鱼产量的逐年增加,在广泛开展淡水鱼加工和流通的大趋势下,鱼糜及其制品的加工成为其中一个重要的发展方向<sup>[1]</sup>。因此,根据淡水鱼的肌肉特性进行相应鱼糜制品加工方面的研究,进而为实际生产提供理论依据很有必要。漂洗是鱼糜加工中除去鱼肉中水溶性蛋白质、色素、腥味和脂肪成份的重要工序,长久以来,我国鱼糜加工业中包括漂洗在内的主要工艺条件均参考日本海水鱼鱼糜的加工条件。国内一些学者曾对几种淡水鱼糜加工中的漂洗条件<sup>[2]</sup>和漂洗技术<sup>[3]</sup>进行过研究,但漂洗水温对淡水鱼糜蛋白质变性影响的研究尚未见报道。一般而言,鱼类栖息水域温度越高,蛋白质的热稳定性越好<sup>[4,5]</sup>,淡水鱼的栖息水域温度高于海水鱼,故从理论上讲其蛋白质的热稳定性也较好。为此,本文以 5 种常见淡水鱼为研究对象,考察漂洗水温对其鱼糜蛋白质稳定性的影响,探讨淡水鱼鱼糜加工中,是否也需像海水鱼鱼糜生产中那样,控制

水温在 10℃ 以下进行漂洗,如能在保证鱼肉蛋白质相对稳定的前提下,适当提高漂洗水温,则不但可以使水溶性蛋白质等成分更充分地去除,还可适当降低鱼糜生产中的能耗。

## 1 实验材料和方法

### 1.1 鱼糜的制备

市购鲜活的青鱼(*Mylopharyngodon piceus*)、草鱼(*Ctenopharyngodon idella*)、鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳙(*Aristichthys nobilis*)、鲫(*Carassius carassius*),击毙后去头、去鳞、去内脏后剖片,经冷却水洗净后由 leader 型采肉机进行采肉。对所采碎鱼肉每次用 5 倍量的水进行漂洗,水温分别控制在 5、10、15、20 和 25℃,时间控制在 10min。漂洗 3 次,最后一次漂洗采用 0.15% NaCl 溶液漂洗,然后用纱布将鱼糜绞干,使之脱水。

### 1.2 肌原纤维悬浊液的制备

称取 2g 鱼糜,加入 0.16 mol/L KCl、1m mol/L EDTA、0.04 mol/L Tris、HCl 缓冲液 14mL,在 YAMATO 匀浆机中,于 1400r/min 匀浆 5min 得肌肉匀浆,经 GL-20G-II 型冷冻离心机以 3500 r/min 的转速离心 5min,取沉淀,用上述缓冲液重复清洗 2 次,所得沉淀用上述缓冲液定容至 50mL,即得肌原纤维悬浊液。

### 1.3 肌原纤维蛋白 $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase 活性的测定

使肌原纤维悬浊液于 0.5 mol/L Tris、HCl (pH7.0)、0.1 mol/L  $\text{CaCl}_2$  溶液、1 mol/L KCl 溶液中与 20 m mol/L ATP 溶液反应,用 15% 的三氯醋酸溶液终止反应后用钼蓝定磷法测无机磷含量。肌原纤维蛋白含量用双缩脲法测定。 $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase 比活性用  $\mu\text{molPi}/(\text{min}\cdot\text{mg})$  肌原纤维蛋白表示。

### 1.4 凝胶强度的测定

在鱼糜中加入 3% 的食盐,擂溃 30min,灌肠,于 90℃ 中加热 30min 后,用冰水急速冷却 30min,在 2℃ 冰箱中放置 24h 后用 NRM-1002A 型流变仪进行测定。工作条件为:压头直径 0.5cm,灵敏度为 2kg。凝胶强度( $\text{g}\cdot\text{cm}$ )= 破断强度( $\text{g}$ ) $\times$  凹陷深度( $\text{cm}$ )。

## 2 结果和讨论

### 2.1 不同漂洗水温对 5 种淡水鱼肌原纤维蛋白 $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase 活性的影响

鱼肌肉中肌球蛋白(Myosin)的头部具有 ATPase 的活性,并执行肌球蛋白与肌动蛋白(Actin)相连接而产生收缩运动的功能,当蛋白质发生变性时,ATPase 的活性就下降。因此,肌原纤维蛋白的变性程度可用 ATPase 活性为指标来表示<sup>[6]</sup>。不同水温漂洗后鱼糜蛋白质  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase 活性的变化直接反映了加工中鱼肉蛋白质的变性程度,结果如图 1 所示。

由图 1 可知 5 种淡水鱼分别经 5℃ 的水漂洗后, $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase 比活性由大到小依次为:鳙、草鱼、青鱼、鲢、鲫,5 种淡水鱼的肌原纤维  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase 比活性均随漂洗水温升高而降低,并且在漂洗水温为 15℃ 时有一加速下降的转折点;由图 1 还可发现相对其它 4 种鱼,鲫肌原纤维蛋白  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase 比活性随漂洗水温升高而下降的幅度较小,曲线变化相

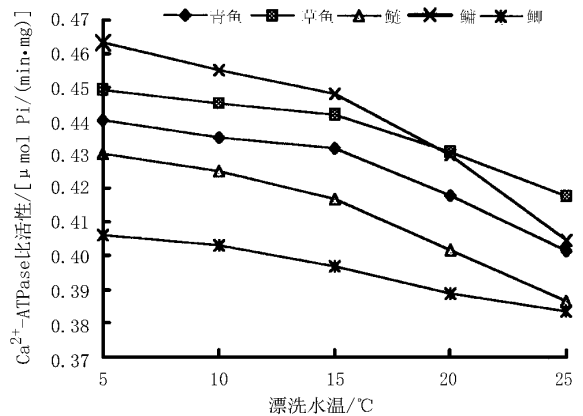


图 1 不同漂洗水温对 5 种淡水鱼肌原纤维蛋白  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase 活性的影响

Fig.1 Effect of different rinsing temperatures on myofibrillar protein  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase activity of five kinds of freshwater fish

对比较平缓,这说明鲫肌原纤维蛋白的热稳定性较其它4种鱼要好。此结果与 Wang 等<sup>[7]</sup>对淡水鱼肌原纤维蛋白质热稳定性随季节变化的研究结果相符合。

5种淡水鱼经不同水温漂洗后肌原纤维蛋白质  $\text{Ca}^{2+}$  - ATPase 失活情况列于表1,通过表1中的数据可以进行纵向和横向的比较。

表1 不同水温漂洗后鱼糜肌原纤维  $\text{Ca}^{2+}$  - ATPase 的失活率

Tab.1 The ratio of  $\text{Ca}^{2+}$  - ATPase inactivation of surimi myofibrillar protein after rinsing at different temperatures

漂洗水温(°C)	与5°C水漂洗后的酶活力间相比的失活率(%)				
	青鱼	草鱼	鲢	鳙	鲫
5	0	0	0	0	0
10	1.1	0.9	1.2	1.7	0.7
15	1.8	1.6	3.0	3.2	2.2
20	5.0	4.0	6.5	7.1	4.2
25	8.6	6.9	10.0	12.5	5.4

由表1可知,漂洗水温由5°C到15°C提高10°C时,这5种鱼糜  $\text{Ca}^{2+}$  - ATPase 比活性降低的程度依次为:鳙3.2%、鲢3.0%、鲫2.2%、青鱼1.8%、草鱼1.6%。而当漂洗水温由15°C到20°C提高5°C时,鳙、鲢、鲫、青鱼、草鱼肌原纤维  $\text{Ca}^{2+}$  - ATPase 活性分别下降了7.1%、6.5%、4.2%、5.0%和4.0%,虽然从酶的总失活率上看并不高,但此失活率分别是上述几种鱼从5°C提高到15°C水温漂洗时酶失活率的2.2、2.2、1.9、2.8和2.5倍。与图1对应从而显示了在15°C时有一较明显的加速下降转折点。

经过比较可知,这5种鱼肉经20°C水漂洗后,肌原纤维蛋白的热变性均相对比较严重,尽管鲫肌原纤维热稳定性相对最好,但当漂洗水温达到20°C时,其肌原纤维蛋白的热变性也是成倍上升的。所以,为保证这5种淡水鱼的鱼糜制品具有优良品质,如要提高漂洗温度,以水温不超过15°C漂洗为宜。

## 2.2 不同漂洗水温对5种淡水鱼鱼糜凝胶强度的影响

不同漂洗水温对5种淡水鱼鱼糜凝胶强度的影响见图2。

鱼肉肌原纤维的  $\text{Ca}^{2+}$  - ATPase 活性和凝胶强度之间存在一定的相关性,即:随着酶活性的下降,其凝胶强度也相应下降。将图2与图1的曲线比较可发现,凝胶强度随漂洗水温的变化趋势与  $\text{Ca}^{2+}$  - ATPase 比活性随漂洗水温的变化趋势基本相同,即5种鱼经漂洗后凝胶强度也随漂洗水温的升高而下降,下降的幅度见表2。

由表2所列数据可知,与5°C水温漂洗时鱼糜凝胶强度相比,用15°C以下的水进行漂洗,5种淡水鱼凝胶强度下降的幅度均不大,而用20°C的水漂洗时,鱼肉凝胶强度急速下降,青鱼、草鱼、鲢、鳙、鲫的凝胶强度分别下降了6.7%、6.8%、10.7%、8.1%、5.1%。分别是用15°C水漂洗时下降率的2.6、2.7、2.5、2.3、1.5倍。以上结果表明,如果从多方面考虑要提高这5种淡水鱼的漂洗水温,则可采用高于海水鱼的漂洗水温,但以不超过15°C为宜。此外,鲫无论从  $\text{Ca}^{2+}$  - ATPase 失活率还是从凝胶强度下降率来看,受漂洗水温的影响都比较小,说明其肌原纤维蛋白的热稳定性是5种淡水鱼中最好的。

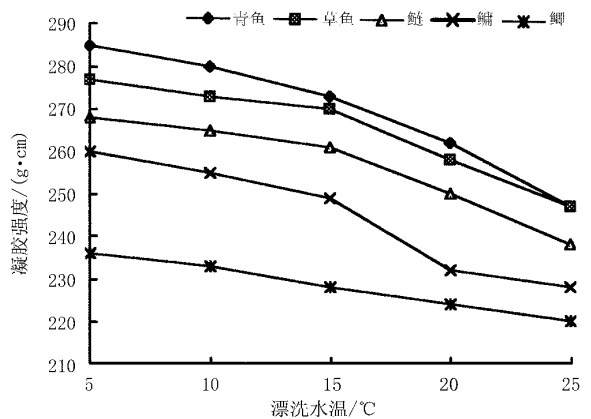


图2 不同漂洗水温对5种淡水鱼鱼糜凝胶强度的影响

Fig.2 Effect of different rinsing temperatures on surimi gel strength of five kinds of freshwater fish

表 2 不同水温漂洗后鱼糜凝胶强度的下降率

Tab.2 The ratio of surimi gel strength decrease after rinsing at different temperatures

漂洗水温(℃)	与 5℃水漂洗后的酶活力间相比的失活率(%)				
	青鱼	草鱼	鲢	鳙	鲫
5	0	0	0	0	0
10	1.1	1.4	1.9	1.8	1.3
15	2.6	2.5	4.2	3.5	3.4
20	6.7	6.8	10.7	8.1	5.1
25	11.2	10.8	12.3	16.8	6.8

### 3 结语

本文通过测定经不同水温(5℃、10℃、15℃、20℃、25℃)漂洗后,5种淡水鱼的肌原纤维  $\text{Ca}^{2+}$  - ATPase 比活性和凝胶强度,得出如下结论:①5种鱼肉经漂洗后的肌原纤维  $\text{Ca}^{2+}$  - ATPase 比活性及凝胶强度均随漂洗水温上升而降低,并且在水温高于 15℃时有一加速下降的转折点。②鲫蛋白质受漂洗水温影响最小,即热稳定性最好,草鱼、青鱼、鲢、鳙蛋白质热稳定性依次降低。

另外,在实验中还发现尽管鱼肉蛋白质的变性随漂洗水温的增加而增加,但由于水温升高时鱼肉中的色素等能更充分地溶出,随着漂洗水温的提高,5种鱼糜的白度均有增加的趋势。由本文的结果可以推测,根据淡水鱼的肌肉特性,适当提高淡水鱼糜生产时的漂洗水温,同时相应缩短漂洗时间可能取得与采用海水鱼条件漂洗相当的效果,达到节约能耗、提高生产效率的目的。

### 参考文献:

- [1] 王锡昌,汪之和.鱼糜制品加工技术[M].北京:中国轻工业出版社,1997.3-7.
- [2] 汪之和,王 隼.漂洗条件对鲢鱼糜蛋白质冷冻变性的影响[J].上海水产大学学报,1999,8(3):210-214.
- [3] 王锡昌,周丽萍,陈舜胜,等.改善漂洗技术提高淡水鱼利用率的研究[A].第二届中日合作淡水渔业资源加工利用技术研讨会报告文集[C],1999.85-89.
- [4] 乔本昭言.鱼类筋原纤维  $\text{Ca}^{2+}$  - ATPase 活性的温度安定性与环境适应[J].日本水产学会志,1979,48(5):681-684.
- [5] 须山三千三,鸿巢章二.水产食品学[M].上海:上海科学技术出版社,1989.24-25.
- [6] 加藤登.スケトウズ冷冻すり身の——新品质判定法[J].日本水产学会志,1979,48(5):671-674.
- [7] Wang Z, Hu F, Luo Z Y. Seasonal effect on thermostability of myofibrillar  $\text{Ca}^{2+}$  - ATPase in freshwater fish muscle[J]. Journal of Aquatic Food Product Technology. 1997, 6(2):5-15.