

孟祥忍,王恒鹏,饶胜其,等. 宰后冷藏对鳊鱼理化性状及食用品质的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(12):295-297.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.12.094

# 宰后冷藏对鳊鱼理化性状及食用品质的影响

孟祥忍,王恒鹏,饶胜其,周晓燕

(扬州大学,江苏扬州 225127)

**摘要:**针对鳊鱼(*Parabramis pekinensis*)宰后即行熟制存在质地粗糙与鲜味不足等缺陷,研究冷藏时间对其品质及食用性质的影响,并确定宰后合理存放期。结果表明,宰后鳊鱼存放 6 h,pH 值由 7.17 迅速降至 6.55,8 h 后 pH 值开始逐渐上升。僵直指数从宰后 2 h 开始增加,6 h 达最大。宰后鳊鱼在僵直指数达最大时,持水力最小,保水性最差。鳊鱼的剪切力与硬度受宰后僵直与成熟的影响较大。冷藏 12 h 的鳊鱼在蒸制后食用品质最好,更适宜烹调加工。

**关键词:**鳊鱼;僵直指数;质构特性;食用品质;冷藏

**中图分类号:** TS254.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)12-0295-03

鳊鱼(*Parabramis pekinensis*)别称长春鳊、北京鳊、边鱼、锅边、方鱼、鳊花等,原产于湖北省鄂城县境的梁子湖,因鄂城县古称武昌县,故又名武昌鱼,因梁子湖水出樊口,也被称为樊口鳊鱼,主要分布于我国南北各地江河湖泊,是我国重要淡水经济鱼类之一,其肉质细嫩、鲜美,脂肪含量丰富,深受人们喜爱,有“三花五罗”之称<sup>[1-4]</sup>。鳊鱼大多经活体宰后直接进行烹制,但宰后鳊鱼肉质需经历僵直、成熟、自溶、腐败变质等过程,其中成熟期是烹调鱼肉的最佳时机,处于僵直期的鱼肉因肉质粗老、干涩、缺乏弹性而不宜食用。鲜鱼活体宰后初期处于僵直阶段,鲜鱼僵直时间的长短受诸如宰前代谢状况<sup>[5]</sup>、生长状况<sup>[6]</sup>、宰杀方式<sup>[7]</sup>及贮藏温度等多种因素影响。僵直期过后,鱼体进入成熟期,如何准确把握成熟期鱼肉品质变化是提高其宰后利用水平的重要环节之一。本研究以鳊鱼为研究对象,根据宰后僵直指数的变化推测其僵直期与成熟期,探究宰后存放时间对鳊鱼品质的影响,对成熟期鳊鱼进行常规蒸制,验证不同成熟时间鳊鱼成品的品质优劣,以期合理加工鳊鱼提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

鳊鱼购自江苏省扬州市乐购超市,宰前检验鳊鱼均为鲜活健康,无感官异常变化,体质量 0.5 kg。鳊鱼宰后置于 4℃ 环境冷藏。

### 1.2 仪器与设备

TMS-Pro 物性测定仪(美国 FTC 公司);pHB-1 便携式 pH 计(上海三信仪表厂);BS210S(1/1000)电子天平(北京赛多利斯仪器系统有限公司);GTR16-2 高速冷冻离心机(北京时代北利离心机有限公司);HTG 立式鼓风干燥箱(上海精

密科学仪器有限公司);MK-301 热电偶接触式测温仪(杭州美控自动化技术有限公司)。

### 1.3 方法

1.3.1 宰后鳊鱼 pH 值测定 用便携式 pH 计测定不同存放时间鱼肉的 pH 值。重复 10 次,结果取平均值±标准差。

1.3.2 宰后鳊鱼僵直指数测定 参照 Bito 等的方法<sup>[8]</sup>,将鱼放在水平板上,测出鱼体长度的中点,使鱼体的前 1/2 置于水平板上,后 1/2 自然下垂,测定其尾部与水平板构成的最初下垂距离( $L$ )和在不同僵直程度时的距离( $L'$ ),计算僵直指数( $R$ )。重复 10 次,结果取平均值±标准差。

$$R = (L - L') / L \times 100\%$$

1.3.3 水分测定 采用 GB/T 5009.3—2003《食品中水分的测定》规定的方法测定鱼肉水分含量。

1.3.4 持水力测定 采用离心法<sup>[9]</sup>测定鱼肉持水力。称取 10 g 同等条件下不同宰后存放时间的鱼肉样品剁碎,置于离心管中,称质量后放在高速低温离心机中离心(温度 18~20℃、转速 7 800 r/min、时间 30 min),取出离心管,将离心出的水倒出并用滤纸将其表面水分吸干,将样品与离心管一起称质量。按下式计算持水力。

$$\text{持水力} = \text{鱼肉含水量} - (\text{离心前质量} - \text{离心后质量}) / 10 \times 100\%$$

1.3.5 剪切力测定 顺着鱼肉纤维肌方向取截面积为 0.8 cm<sup>2</sup>的肉柱,每种成熟度样品平均取 6 个肉柱,采用 TMS-Pro 物性测试仪测定剪切力值,每个肉样的剪切力值以平均值±标准差表示。测量参数:探头:HDP/BSW;PPS:200.00;测试模式与选择:Measure Force in Confrerensing;测前速度:120.0 mm/min;测定速度:60.0 mm/min;测后速度:60.0 mm/min;距离 20 mm;起始力 0.7 N。

1.3.6 硬度测定 于肉样纤维的平行方向取样,采用 TMS-Pro 物性测试仪对宰后不同存放时间样品硬度进行测试。选用 P/5 柱形探头,测前速度:60 mm/min,测试速度:120 mm/min,测试形变量:40%,触发力:0.04 N。

1.3.7 感官评价 鳊鱼蒸制后的感官指标及评分标准见表 1。

由 15 名专业人士组成评分组,从嫩度、风味、多汁性 3 个方面按 10 分制进行评价,三者权重比为 1:1:1,结果以平均

收稿日期:2015-09-21

基金项目:江苏省自然科学基金青年基金(编号:BK20140479)。

作者简介:孟祥忍(1977—),男,博士,讲师,主要从事烹饪工艺学研究。E-mail:455609455@qq.com。

通信作者:周晓燕,教授,主要从事烹饪工艺标准化研究。E-mail:zyxyzy@163.com。

表 1 鳊鱼蒸制后的感官品质评价标准与计分

嫩度	风味	多汁性	分值
质地柔软,易嚼碎,易下咽	鱼香味浓郁,滋味可口	咀嚼能产生丰富的汁液,能润泽口腔	10~8
质地柔软,吞咽顺畅	尚具鱼肉固有香气和滋味,无不良气味	汁液丰富,口腔内不会感觉干燥	7~6
质地粗糙,难咀嚼与下咽	略有异味	肉汁量少,咀嚼时感觉干燥	5~4
很难咬碎,难以下咽	异味明显或有生鱼肉腥味	干燥无味,咀嚼时木质化严重	3~1

值±标准差表示<sup>[10]</sup>。

1.4.4 数据处理 采用 SPSS 17.0、Excel 2003 软件处理数据。

2 结果与分析

2.1 宰后鳊鱼 pH 值变化情况

由图 1 可知,存放期间,鳊鱼的 pH 值呈先降低后升高趋势。刚宰杀的鳊鱼 pH 值为 7.17,宰后存放 6 h,鳊鱼 pH 值迅速降至 6.55,达最低值。鳊鱼宰后由于氧气供应中断,肌糖原进行无氧酵解导致乳酸积累,这可能是 pH 值降低的主要原因。其次,鳊鱼宰前会经过充分静养,且宰杀时迅速致晕,因此糖原含量较高,宰后 pH 值会有明显的下降过程。存放 6 h 后,鳊鱼的 pH 值开始升高,且 6~10 h 内上升幅度较小,10~14 h 上升幅度较大,最后升至 6.96。Acerete 等分析不同宰杀方法对海鲈鱼品质的影响,结果表明,不论哪种宰杀方法,pH 值都呈现先降低后升高的趋势<sup>[11]</sup>,与本试验结果一致。

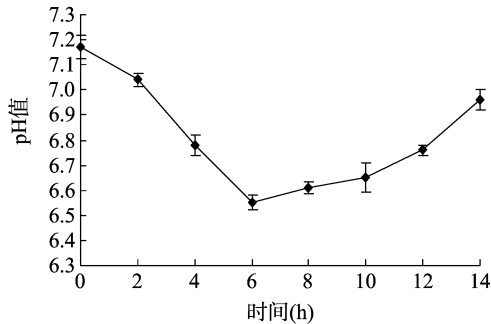


图 1 宰后鳊鱼 4℃ 冷藏存放期间 pH 值的变化情况

2.2 宰后鳊鱼僵直指数变化情况

僵直是鱼体宰后的必经阶段,僵直指数可较好反映宰后鳊鱼僵直变化情况。由图 2 可知,鳊鱼僵直指数于冷藏 2 h 后开始较大幅度增加,6 h 时僵直指数达最大值,为 56.69%。随后僵直指数逐渐下降,最终降至 21.84%。不同鱼种的僵直指数变化情况不同,澳洲肺鱼在宰后 3 h 时僵直指数达到最大<sup>[12]</sup>,宰后鳊鱼则在冰藏 48 h 时才达最大值<sup>[13]</sup>。鳊鱼宰前经充分静养,致晕后于 4℃ 环境冷藏,糖原在体内积累,宰后初期肌肉中 ATP 水平较高,肌浆中 Ca<sup>2+</sup> 含量低,肌动球蛋白复合体形成较少,导致鳊鱼宰后 0~2 h 僵直指数增加缓慢。随着时间的延长,ATP 水平下降,肌纤维的肌质网体崩裂,其内部保存的 Ca<sup>2+</sup> 被大量释放至肌浆中,促进肌动球蛋白复合体形成,僵直指数开始增大,当肌动球蛋白复合体形成最多时,僵直指数达最大值。

2.3 宰后鳊鱼持水力变化情况

持水力大小可以直接反映鳊鱼保水能力强弱。由图 3 可知,宰后存放过程中,鳊鱼持水力在 0~6 h 内逐渐下降,6 h 时持水力最小,为 12.35%。随后鳊鱼持水力呈上升趋势,

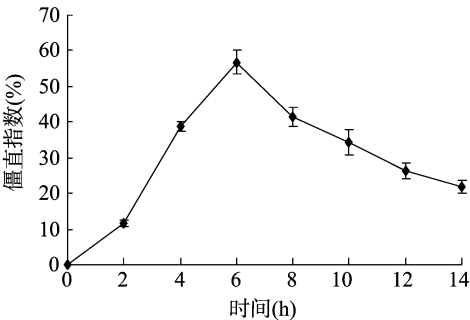


图 2 宰后鳊鱼 4℃ 冷藏存放期间僵直指数的变化

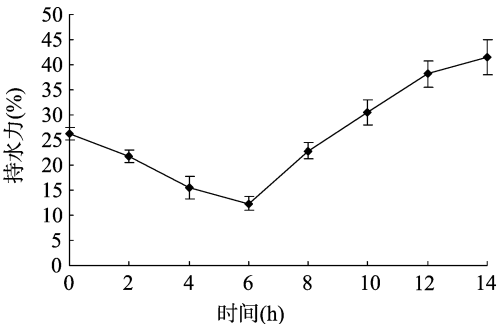


图 3 鳊鱼宰后 4℃ 冷藏存放期间持水力变化情况

14 h 时达最大值,为 41.46%。鳊鱼在存放过程中持水力变化情况主要与僵直状态、解僵状态有关。宰后早期,鳊鱼肌肉处于僵直状态,鱼肉保水能力较差。随着存放时间的延长,鳊鱼僵直逐渐解除,进入成熟期,其肌肉的保水能力开始增强。结合图 2,可知随着鳊鱼僵直指数的增加,其持水力不断下降,当鳊鱼僵直指数达最大时,鳊鱼持水力最小。当鳊鱼僵直指数逐渐减小时,其持水力不断增加,表明解除僵直有利于提高鳊鱼的保水性能。

2.4 宰后鳊鱼剪切力与硬度值变化情况

剪切力可直观表示肉质的嫩度。由表 2 可知,宰后存放时间对鳊鱼的剪切力值有显著影响。根据僵直指数不同,可将宰后 0~6 h 作为鱼肉的僵直期,将宰后 8~14 h 作为鱼肉的解僵成熟期。刚宰杀的鳊鱼嫩度较好,随后进入宰后僵直期,鱼肉的剪切力值随着僵直指数的增加而逐渐增大。当僵直指数最大时,鳊鱼的剪切力值也达最大值,表现为嫩度最差。宰后存放 8 h 后,鱼肉的僵直指数逐渐减小,开始解僵,进入成熟期。进入成熟期后,随着存放时间的延长,鱼肉的剪切力值呈逐步降低趋势,14 h 达最小值,嫩度最佳。鱼肉宰后成熟过程中,肌原纤维网状结构逐渐由规则、致密的结构变成无序、松散的状态,肌原纤维结构的变化可能是导致鱼肉嫩度得到改善的主要原因。由表 2 可知,宰后鳊鱼僵直前后的嫩度差异显著( $P<0.05$ ),可见宰后成熟对改善鱼肉嫩度有重大意义。

硬度描述的是与食品变形所需要的力有关的机械质地特性,是食品保持形状的内部结合力,既可反映人的触觉,也可反映食品达到一定程度的形变所需要的力,可作为评价宰后鱼肉肉质的一项重要指标<sup>[13]</sup>。鳊鱼的硬度值受宰后僵直与解僵的影响较大,僵直指数为 0 时鳊鱼硬度值较小,在宰后初期即宰后 0~2 h 内,鱼肉的硬度值无显著差异( $P<0.05$ )。随着僵直指数的增加,硬度值逐渐增大,当僵直指数最大时,鱼肉的硬度值最大,此时的鱼肉肌纤维最为强韧,显示为肉质强硬。经过 8 h 冷藏,鱼肉僵直指数开始下降,其硬度值也开始下降,最后降至 2.38 N(表 2)。

表 2 宰后鳊鱼 4 ℃ 冷藏期间剪切力与硬度值变化情况

时间 (h)	僵直指数 (%)	剪切力 (N)	硬度 (N)
0	0	2.65 ± 0.04d	1.77 ± 0.03e
2	11.67	3.04 ± 0.06 cd	1.85 ± 0.03e
4	38.79	4.25 ± 0.22b	3.29 ± 0.06 bc
6	56.69	5.18 ± 0.13a	4.11 ± 0.25a
8	41.38	4.06 ± 0.05b	3.48 ± 0.17b
10	34.15	3.25 ± 0.14c	2.72 ± 0.21c
12	26.17	2.56 ± 0.07d	2.43 ± 0.04 cd
14	21.84	2.44 ± 0.06 de	2.38 ± 0.11 cd

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )。

2.5 宰后成熟期鳊鱼蒸制后的食用品质

对宰后进入成熟期的鳊鱼进行蒸制,感官评价结果如表 3 所示。

选取进入成熟期的鳊鱼进行常规蒸制,并对其进行品质评价。不同成熟时间对鳊鱼蒸制后的嫩度、风味、多汁性均有显著影响(表 3)。经 8 h 冷藏的鳊鱼刚解除僵直,僵直指数仍较高,蒸制后鳊鱼肉质仍较为坚硬、干燥,缺乏弹性,感官品质稍差。进入成熟期后,经 12 h 冷藏的鳊鱼蒸制后食用品质最好,鱼肉质柔软细嫩、易嚼碎、汁液丰富、易下咽、嫩度较好、香味浓郁。可见,伴随肉质的成熟,鱼肉蛋白质在酶的作用下,肽键逐渐解离,游离氨基酸开始增加,肉水结合力更强,使得鱼肉的嫩度、风味以及多汁性得到显著改善。随着成熟时间的进一步延长,鳊鱼蒸制后的品质稍有降低,主要表现为鱼肉完整性较差,肉质弹性下降,原因可能是冷藏 14 h 后,鱼肉成熟期结束,开始进入酶解自溶期。

表 3 宰后成熟期鳊鱼蒸制后的感官评分

时间 (h)	僵直指数 (%)	感官评分 (分)
8	41.38	7.35 ± 0.21c
10	34.15	7.89 ± 0.13b
12	26.17	8.34 ± 0.16a
14	21.84	8.22 ± 0.07 ab

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )。

3 结论与讨论

本研究结果表明,宰后鳊鱼 pH 值迅速降低,4 ℃ 下存放 6 h, pH 值由 7.17 迅速降至 6.55,8 h 后 pH 值开始逐渐上升。鳊鱼僵直指数从宰后 2 h 开始增加,6 h 达最大。当僵直指数开始下降时, pH 值开始上升。宰后鳊鱼在僵直指数达最大

时,持水力最小,保水性最差,随着冷藏时间的延长,鳊鱼僵直逐渐解除,进入成熟期,其肌肉的保水能力开始增强,表现为持水力增大。鳊鱼的剪切力与硬度受宰后僵直与成熟的影响较大。刚宰杀的鳊鱼嫩度较好,随后进入宰后僵直期,鱼肉的剪切力值随着僵直指数的增加而逐渐增大。宰后存放 8 h,鱼肉的僵直指数逐渐减小,开始解僵。进入成熟期后,随着存放时间的延长,鱼肉的剪切力值呈逐步降低趋势,14 h 达最小值,嫩度最佳。僵直指数为 0 时的鳊鱼硬度值较小,且在宰后初期,即 0~2 h 内,鱼肉硬度值变化较小,随着僵直指数的增加,硬度值逐渐增大,当僵直指数最大时,鱼肉硬度值最大,此时鱼肉肌纤维最为强韧,肉质强硬。进入成熟期,经 12 h 冷藏的鳊鱼蒸制后食用品质最好,此时鱼肉质柔软细嫩、易嚼碎、汁液丰富、易下咽、嫩度较好、香味浓郁。随着成熟时间增加,鳊鱼食用品质稍有降低,主要表现为鱼肉完整性较差,肉质弹性下降,这可能是由于冷藏 14 h,鱼肉的成熟期结束,开始进入酶解自溶期。宰后于 4 ℃ 环境存放 12 h 的鱼肉更适宜烹调加工。

参考文献:

[1]徐浩然. 武昌鱼[J]. 国际贸易,1983(6):28.  
[2]马 军. 话鳊鱼[J]. 食品与健康,1996(4):27.  
[3]陈炎炉. 武昌鱼漫谈[J]. 水利天地,1989(1):13.  
[4]熊永奇. 又食武昌鱼[J]. 中国食品,1994(3):22-23.  
[5]Roth B,Slinde E,Arildsen J. Pre or post mortem muscle activity in Atlantic salmon (*Salmo salar*): The effect on rigor mortis and the physical properties of flesh[J]. Aquaculture,2006,257(1/2/3/4):504-510.  
[6]Mörköre T,Pablo I M,Tahirovic V, et al. Impact of starvation and handling stress on rigor development and quality of Atlantic salmon (*Salmon salar* L.)[J]. Aquaculture,2008,277(3/4):231-238.  
[7]Roth B,Moeller D,Veland J O, et al. The effect of stunning methods on rigor mortis and texture properties of Atlantic salmon (*Salmo salar*)[J]. Journal of Food Science,2002,67(4):1462-1466.  
[8]Bito M,Yamada K,Mikumo Y, et al. Difference in the mode of rigor mortis among some varieties of fish by modified cuttings method[J]. Bulletin of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory,1983,109:89-93.  
[9]张伟力. 猪肉系水力测定方法[J]. 养猪,2002(3):25-26.  
[10]郭爱明,郭耀邦. 层次分析法(AHP)确定食品质量指标权重[J]. 食品科学,1994,15(7):6-10.  
[11]Acerete L,Reig L,Alvarez D, et al. Comparison of two stunning/slaughtering methods on stress response and quality indicators of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*)[J]. Aquaculture,2009,287(1/2):139-144.  
[12]Wilkinson R J,Paton N,Porter M J. The effects of pre-harvest stress and harvest method on the stress response,rigor onset,muscle pH and drip loss in barramundi (*Lates calcarifer*)[J]. Aquaculture,2008,282(1/2/3/4):26-32.  
[13]熊 雄,彭增起,靳红果,等. 鳊鱼宰后 pH 值和僵直指数的变化及其对盐溶蛋白凝胶特性的影响[J]. 食品科学,2012,33(9):87-90.  
[14]郝红涛,赵改名,柳艳霞,等. 肉类制品的质构特性及其研究进展[J]. 食品与机械,2009,25(3):125-128.