

# 超高压对海鲈鱼鱼肉的蒸煮损失及蛋白质降解程度的影响

郑捷<sup>1</sup>, 尚校兰<sup>2</sup>, 刘安军<sup>1</sup>

(1. 天津科技大学食品工程与生物技术学院, 天津 300457; 2. 廊坊师范学院生命科学学院, 廊坊 065000)

**摘要:** 适当的超高压处理有利于降低海鲈鱼鱼肉的蒸煮损失. 但是随着贮藏时间的延长, 蒸煮损失升高, 而400 MPa 的压力处理海鲈鱼的蒸煮损失表现为不显著水平. 另外, 超高压处理会使肌浆蛋白和肌原纤维蛋白变性, 且随着贮藏时间的延长, 大分子变成小分子, 降解程度加大.

**关键词:** 超高压; 海鲈鱼; 贮藏期; 蒸煮损失; 蛋白质降解

中图分类号: S986.1 文献标志码: A 文章编号: 1672-6510(2013)01-0010-04

## Effects of High Pressure Treatment on Cooking Loss and Protein Denaturation of Sea Bass

ZHENG Jie<sup>1</sup>, SHANG Xiaolan<sup>2</sup>, LIU Anjun<sup>1</sup>

(1. College of Food Science and Biotechnology, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300457, China;

2. College of Life Science, Langfang Teachers College, Langfang 065000, China)

**Abstract:** Relatively high pressure processing could result in a decrease in cooking loss of sea bass, but the cooking loss value would increase with the extension of storage time. Pressure of 400 MPa was conducive for the maintainance of three-dimensional gel grid structure, and the cooking loss value showed no significant difference compared with the control. In addition, high pressure treatment could result in denaturation of sarcoplasmic protein and myofibrillar protein, large molecules would become small molecules, and the degradation degree increased with the extension of storage time.

**Key words:** high pressure; sea bass; storage; cooking loss; protein denaturation

超高压技术(high pressure processing, HPP)也称高静压技术(high hydrostatic pressure, HHP), 是一种新型的非热加工手段, 被誉为“当今世界十大尖端科技之一”, 它瞬间能把压力传到物料的各个部位, 在极短的时间内影响蛋白质等高分子立体结构, 改变分子间和分子内的非共价作用力, 使蛋白质变性, 而不会破坏食品的风味<sup>[1-3]</sup>.

许多学者研究了超高压与食品添加剂的共同作用对肉制品凝胶保水性的影响<sup>[4-6]</sup>, 但是, 关于超高压处理对水产品保水性的研究目前还较少, 特别是超高压作用后海洋鱼类贮藏期内品质的变化未见报道. 本文以海鲈鱼鱼肉为研究对象, 进行超高压处理, 分析其在贮藏期内蒸煮损失的变化及蛋白质降解程度的变化, 为超高压技术在海洋鱼类品质的研究方面打下

一定的基础.

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

海鲈鱼由福建闽威水产实业有限公司提供, 长度30~40 cm, 质量2~3 kg, 真空密封并于-20℃快速冻藏, 使用前于4℃冰箱内解冻.

丙烯酰胺、十二烷基硫酸钠(SDS)、2-氨基-2-(羟甲基)-1,3-丙二醇(Tris)、巯基乙醇(分析纯), Sigma公司.

### 1.2 超高压处理海鲈鱼鱼肉组织

将海鲈鱼鱼肉分装于蒸煮袋中, 抽真空封口后, 使用HPP.L3超高压设备进行处理, 所施加压力为

收稿日期: 2012-07-14; 修回日期: 2012-09-29

基金项目: 天津科技大学科学研究基金(20110106)

作者简介: 郑捷(1972—), 女, 海南人, 高级工程师; 通信作者: 刘安军, 教授, laj@tust.edu.cn.

0.1、100、200、300、400、500、600 MPa, 施加压力时间为10 min, 所用介质为水. 4 °C 冰箱冷藏.

### 1.3 蒸煮损失的测定<sup>[7]</sup>

将超高压处理后的样品与对照样(0.1 MPa)放入80 °C恒温水浴中加热10 min, 使其中心温度达到72 °C, 取出于室温下冷却, 室温下剪开蒸煮袋, 用纸巾拭干样品表面的水分, 称量, 检测重复3次. 按照式(1)计算.

$$\text{蒸煮损失} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中:  $m_1$  为蒸煮前的质量,  $m_2$  为蒸煮后的质量.

### 1.4 电泳分析

肌浆蛋白和肌原纤维蛋白的提取参照胡永金的方法<sup>[8]</sup>: 海鲈鱼鱼糜中加入5倍( $m:V$ )的0.05 mol/L KCl与20 mmol/L Tris-HCl缓冲液(pH 7.0)混合液, 混匀, 4 °C、9 000 r/min离心10 min, 弃去上清液, 重复洗涤1次. 沉淀加入4倍( $m:V$ )的0.6 mol/L KCl

与20 mmol/L Tris-HCl缓冲液混合液, 10 000 r/min匀浆90 s. 过滤结缔组织, 静置30 min以充分溶解蛋白, 4 °C、9 000 r/min离心20 min, 所得上清液即为肌原纤维蛋白溶液.

SDS-PAGE电泳分析参照Zhang等<sup>[9]</sup>的方法, 分离胶为10%.

## 2 结果与讨论

### 2.1 贮藏期内蒸煮损失的变化

超高压处理对贮藏0~7周内海鲈鱼鱼肉组织的蒸煮损失的影响如图1所示. 200 MPa和600 MPa压力处理的海鲈鱼鱼肉在7周的贮藏期内蒸煮损失较高, 100 MPa处理的样品于第2周蒸煮损失较高, 400 MPa第6周蒸煮损失较高, 500 MPa下第5周和第6周的蒸煮损失较高.

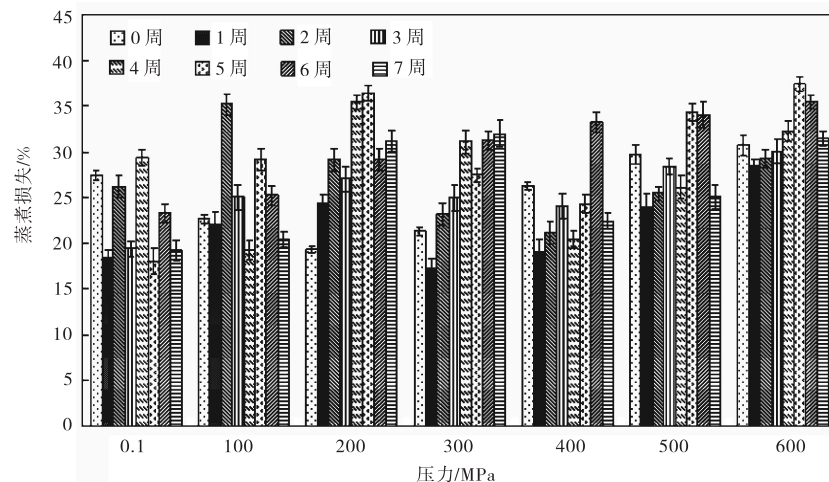


图1 超高压处理对0~7周的贮藏期内海鲈鱼鱼肉组织的蒸煮损失影响

Fig. 1 Effects of different pressure treatment on cooking loss of sea bass flesh during storage of 0-7 weeks

与未经过高压处理的海鲈鱼鱼肉相比, 200 MPa处理的贮藏0 d的海鲈鱼鱼肉蒸煮损失最低; 300 MPa和400 MPa处理的贮藏1周的样品的蒸煮损失变化不显著( $P>0.05$ ), 100 MPa处理的样品蒸煮损失显著升高( $P<0.05$ ), 其他压力处理的样品的蒸煮损失表现为极显著升高水平( $P<0.01$ ). 随着压力的升高, 蒸煮损失表现为先升高后降低再升高的趋势, 这表明较低压力会使贮藏1周的海鲈鱼鱼肉组织中的水分析出, 而压力升高后水分又回吸到了鱼肉组织中, 但是过高的压力会使组织变得更加致密, 渗出的水分无法回吸到鱼肉组织中, 造成蒸煮损失的升高. 300 MPa和500 MPa处理的贮藏2周的海鲈鱼

鱼肉的蒸煮损失变化不显著( $P>0.05$ ), 200 MPa处理的样品蒸煮损失表现为显著升高( $P<0.05$ ), 100 MPa和600 MPa处理的样品蒸煮损失表现为极显著升高( $P<0.01$ ), 而400 MPa处理的样品表现为极显著降低( $P<0.01$ ), 变化趋势和贮藏1周的海鲈鱼鱼肉样品相似, 但是蒸煮损失的绝对值比贮藏1周的海鲈鱼鱼肉样品增加较大. 这可能是因为随着贮藏时间的延长, 海鲈鱼鱼肉蛋白质发生变性, 形成的网格结构受到破坏, 截留不住水分, 从而导致蒸煮损失的升高. 贮藏3周的海鲈鱼鱼肉经过400 MPa处理, 蒸煮损失表现为不显著水平( $P>0.05$ ), 100 MPa和300 MPa处理表现为显著升高( $P<0.05$ ), 其他压

力处理均表现为极显著升高水平 ( $P < 0.01$ )。蒸煮损失表现为先升高后降低再升高的趋势,且在 400 MPa 时蒸煮损失最低。这表明,与其他压力相比,400 MPa 超高压处理肌原纤维蛋白形成的凝胶网络结构在贮藏 3 周时保持好,也解释了适当的压力处理有利于食品的保藏。与贮藏 2 周的样品相比,蒸煮损失的绝对值有所下降,这可能是由于贮藏时间延长造成蛋白质变性,而这些变性的蛋白质和水分子结合,使得蒸煮损失下降。

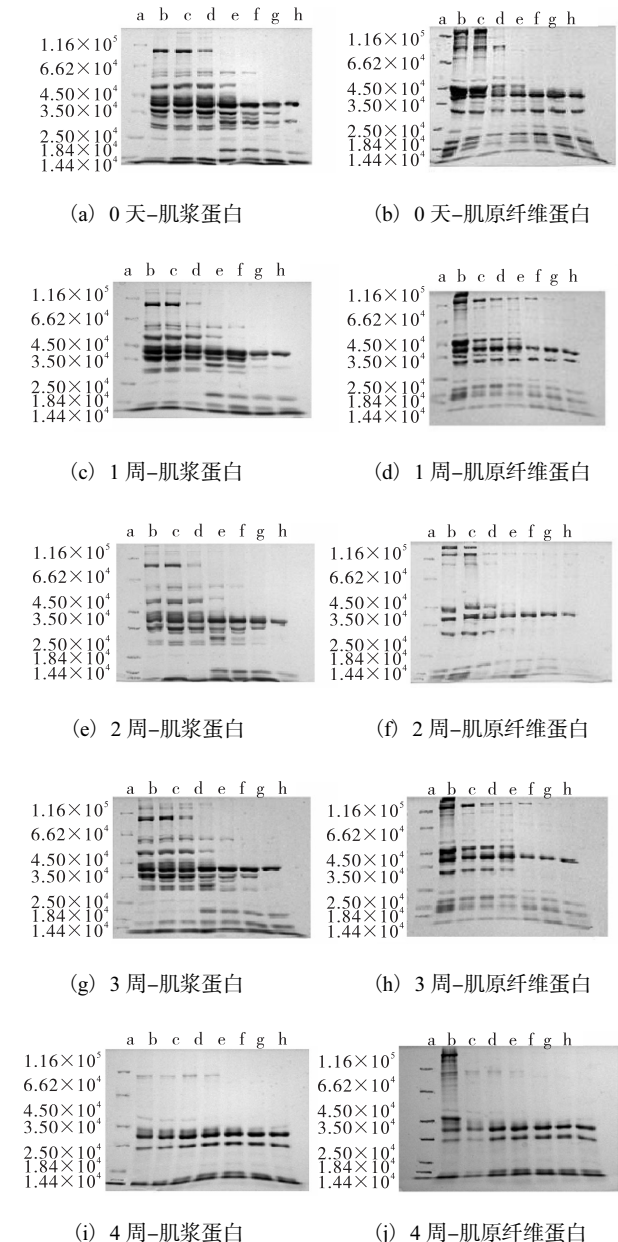
贮藏 4 周的海鲈鱼鱼肉样品经过 500 MPa 处理,蒸煮损失表现为不显著水平 ( $P > 0.05$ ),300 MPa 处理表现为显著升高 ( $P < 0.05$ ),200 MPa 和 600 MPa 处理表现为极显著升高水平 ( $P < 0.01$ ),而 100 MPa 和 400 MPa 处理表现为极显著降低水平 ( $P < 0.01$ )。贮藏 5 周的海鲈鱼鱼肉样品,经过高压处理的蒸煮损失均极显著升高 ( $P < 0.01$ )。贮藏 6 周的海鲈鱼鱼肉样品,100 MPa 处理蒸煮损失变化不显著,而其他压力处理蒸煮损失均表现为极显著升高 ( $P < 0.01$ )。贮藏 7 周的海鲈鱼鱼肉样品,100 MPa 和 400 MPa 处理蒸煮损失变化不显著 ( $P > 0.05$ ),500 MPa 处理蒸煮损失显著升高 ( $P < 0.05$ ),其他压力处理蒸煮损失极显著升高 ( $P < 0.01$ )。贮藏 4~7 周的海鲈鱼鱼肉样品,蒸煮损失基本呈现升高趋势,这是因为超高压使鱼肉中的水分和鱼肉组织彻底分离,400 MPa 的压力处理可能有利于蛋白质三维网络结构的保护,故蒸煮损失相对较低。

综上所述,在 0 d 的贮藏期内,超高压处理有利于降低海鲈鱼鱼肉的蒸煮损失。在 3 周的贮藏期内,超高压处理会使海鲈鱼鱼肉的蒸煮损失升高,但是 400 MPa 处理可能有利于蛋白质三维凝胶网络结构的保持,故 400 MPa 的压力处理海鲈鱼的蒸煮损失表现为不显著水平 ( $P > 0.05$ )。在 4~7 周的贮藏期内,蛋白质发生了较高程度的变性,蒸煮损失基本呈现升高趋势,而 400 MPa 的压力处理有利于蛋白质三维网络结构的保护,故蒸煮损失相对较低。

## 2.2 贮藏期内蛋白质降解程度的变化

图 2 为超高压处理海鲈鱼鱼肉肌浆蛋白和肌原纤维蛋白在 0~4 周的贮藏期内的变化情况,左侧 5 个图为肌浆蛋白的变化,图 2(a) 中未经过高压处理的样品(b 条带)和 100 MPa 压力处理的样品(c 条带)的条带较为接近,200 MPa 时(d 条带)位于  $1.16 \times 10^5$  下的第 1 个条带开始变淡,300 MPa(e 条带)开始此条带消失,同时分别在  $3.5 \times 10^4$  下及  $2.5 \times 10^4$  下多出

1 条非常明显的条带,当压力升高到 400 MPa(f 条带)时,位于  $6.62 \times 10^4$  下的第 2 条条带消失,压力继续升高,又有一些条带消失;而且这些蛋白质条带随着贮藏时间的延长逐渐减小。这可能是由于超高压处理使海鲈鱼鱼肉蛋白质发生了变性,且随着贮藏时间的延长,这种变性程度进一步加剧,可能降解为小分子的蛋白或者多肽甚至游离氨基酸。



a-h 条带分别代表 marker 及 0.1、100、200、300、400、500、600 MPa 高压处理的蛋白条带

图 2 超高压处理海鲈鱼鱼肉蛋白质在 0~4 周的贮藏期内降解程度的变化

Fig. 2 Changes of proteins in sea bass flesh under different pressure treatment during storage of 0-4 weeks

右侧 5 个图为肌原纤维蛋白的变化,图 2(b) 中从 300 MPa 开始蛋白质条带发生了显著变化,许多条带消失. 在贮藏 2 周后,许多蛋白条带消失,在贮藏 4 周后,高压处理的样品大分子条带基本消失,同时出现了一些小分子条带.

综上所述,超高压处理会使海鲈鱼鱼肉的肌浆蛋白和肌原纤维蛋白变性,且随着贮藏时间的延长,大分子变成小分子,降解程度加大.

### 3 结 论

在 0 d 的贮藏期内,超高压处理有利于降低海鲈鱼鱼肉的蒸煮损失. 在 3 周的贮藏期内,超高压处理会使海鲈鱼鱼肉的蒸煮损失升高,但是 400 MPa 处理可能有利于蛋白质三维凝胶网络结构的保持,故 400 MPa 的压力处理海鲈鱼的蒸煮损失表现为不显著水平,蒸煮损失相对较低. 在 4~7 周的贮藏期内,蛋白质发生了较高级别的变性,蒸煮损失基本呈现升高趋势. 另外,超高压处理会使肌浆蛋白和肌原纤维蛋白变性,且随着贮藏时间的延长,大分子变成小分子,降解程度加大.

#### 参考文献:

[1] 陈复生,张雪,钱向明. 食品超高压加工技术[M]. 北

京:化学工业出版社,2005:1.

- [2] Hugas M, Garriga M, Monfort J M. New mild technologies in Meat processing: High pressure as a model technology[J]. Meat Science, 2002, 62: 359-371.
- [3] Bauer B A, Hartmann M, Sommer K, et al. Optical in situ analysis of starch granules under high pressure with a high pressure cell[J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2004, 3(5): 293-298.
- [4] 方红美,陈从贵,马力量,等. 海藻酸钠及超高压对鸡肉凝胶保水和质构的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(32): 14292-14294.
- [5] 邱志敏,芮汉明. 超高压处理对添加变性淀粉鸡肉糜制品品质的影响[J]. 现代食品科技, 2010, 26(7): 688-692.
- [6] 方红美,陈从贵,马力量,等. 大豆分离蛋白及超高压对鸡肉凝胶色泽、保水和质构的影响[J]. 食品科学, 2008, 29(10): 129-132.
- [7] 李红民,陈韬,卢杰,等. 肉及肉制品持水性测定方法的研究进展[J]. 肉类研究, 2009, 121(3): 54-58.
- [8] 胡永金. 淡水鱼糜发酵及其凝胶形成机理研究[D]. 无锡:江南大学,2007.
- [9] Zhang M F, Chen L P, Yutaka I, et al. Rapid detection of specific proteins expressed in cytoplasmic male-sterile line of tuber mustard using SDS-PAGE[J]. Journal of Zhejiang University, 2001, 27(6): 646-648.

责任编辑:郎婧