

超高压处理对软包装太湖银鱼灭菌效果及品质的影响

袁 龙¹, 卢立新^{*1,2}, 唐亚丽^{1,2}

(1. 江南大学 机械工程学院, 江苏 无锡 214122; 2. 江苏省食品先进制造装备技术重点实验室, 江苏 无锡 214122)

摘要: 研究了软包装太湖银鱼常温超高压处理后的微生物存活量与不同压强、保压时间的关系,以及超高压处理对太湖银鱼水分含量、可溶性蛋白质和游离氨基酸质量分数的影响。结果表明:600 MPa 高压处理能杀灭银鱼中所有致病菌,使其菌落总数降到 100 cfu/g 以下;高压会造成银鱼水分、可溶性蛋白质和游离氨基酸的损失,但损失量较小。

关键词: 超高压;灭菌;银鱼品质;包装

中图分类号: TS 201 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673—1689(2015)12—1285—04

Effect of High Hydrostatic Pressure(HHP) Technology on Sterilization and Quality of the Tai Lake Whitebait with Flexible Package

YUAN Long¹, LU Lixin^{*1,2}, TANG Yali^{1,2}

(1. School of Mechanical Engineering, Department of Packaging Engineering, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Jiangsu Key Laboratory of Advanced Food Manufacturing Equipment and Technology, Wuxi 214122, China)

Abstract: This paper studied the relationship between the microflora of Tai Lake whitebait with flexible package and the HHP parameters. The influence of HHP process on the moisture, soluble protein and free amino acid contents of whitebait was also investigated. Results showed that: the 600MPa HHP treatment could kill pathogenic bacteria in all species and decrease the total number of microflora to less than 100cfu/g; HHP process led to slight losses of the moisture, soluble protein and free amino acids of whitebait.

Keywords: HHP, sterilization, whitebait quality, packaging

近年来,随着人们物质生活水平的不断提高,安全、绿色、高品质食品亦备受消费者青睐。然而传统的食品加工工艺可能会对食品的质构、品质造成不良影响。超高压食品加工作为一种冷加工技术,具有方便快捷、作用均匀、操作安全和低耗能等特

点,且其对食品中的营养物质负面影响较小,能有效保持食品的色、香、味和营养成分。目前,研究者已成功将超高压应用于果蔬汁和软罐头的加工,并进行了杀菌和品质评价等基础性研究^[1-2]。水产品如海参、龙虾、牡蛎、银鱼等易于腐败,且其风味、质构

收稿日期: 2014-11-03

基金项目: 国家“十二五”科技支撑计划项目(2011BAD24B01);江苏省高校科研成果产业化推进工程项目(JHB2012-25)。

* 通信作者: 卢立新(1966—),男,江苏宜兴人,教授,博士,主要从事运输包装、食品农产品包装技术等研究。E-mail: lulx@jiangnan.edu.cn

受热处理影响较大,超高压技术在水产品加工中的应用前景十分广阔,但此类研究相对较少^[3-4]。

太湖银鱼营养丰富,肉质鲜美,洁白细腻,与梅鲚、白虾并称“太湖三宝”。银鱼含有很高的蛋白质、脂肪及氨基酸。冰鲜银鱼大多出口,远销国外,人称“鱼参”。经过曝晒制成的银鱼干便于储存,且其色、香、味、形经久不变^[5]。目前,我国太湖银鱼主要以冷冻方式加工。从深加工的角度看,太湖银鱼资源远没有充分利用。随着太湖银鱼养殖水域的增大,会有更多的具有地方和民族风味的银鱼食品问世,银鱼加工业前景广阔。

本课题以超高压处理工艺为基础,旨在研究超高压处理参数对软包装太湖银鱼杀菌效果和品质因素的影响。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

市售太湖银鱼,采购时选取形貌大致相同的银鱼;包装材料 KPA/PE 耐高温复合薄膜蒸煮袋,氧气透过量 $6.798 \times 10^{-5} \text{ cm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{Pa})$,厚度 $85 \mu\text{m}$;平板计数琼脂培养基,生化试剂,氯化钠(分析纯);苯骈戊三酮(茚三酮,分析纯),考马斯亮蓝(G250),国药集团化学试剂有限公司制品。

HHP600MPa/5L 超高压处理器,压强 0~600 MPa,有效容积 5 L,输入功率 7.5 kW,包头科发高压科技有限责任公司制造;手提式不锈钢压强蒸气灭菌器,上海申安医疗器械厂制造;SW-CJ-1G 型单人净化工作台,苏净净化设备有限公司制造;多功能食物加工机,珠海九阳电器有限公司制造;薄膜热封机,武汉伊卓腾机械设备有限公司制造;生化培养箱,上海精宏试验设备有限公司制造;电子天平,梅特勒-托利多集团制造;UV-2802 型紫外可见分光光度计,龙尼柯(上海)仪器有限公司制造。

1.2 实验方法

1.2.1 样品制备 软包装:将复合膜制成 $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ 小袋,并置于净化台备用。称取表面干燥的太湖银鱼装入复合包装袋,每袋 10 g,真空热封。

1.2.2 超高压杀菌试验 在室温下分别进行 200、300、400、500、600 MPa 的 5、10、15、20、25 min 超高压处理,研究太湖银鱼的超高压灭菌效果。平行测定 3 次,以未处理样品为对照。

1.2.3 微生物检测 菌落总数的测定严格按照国

标 GB4789.2-2010^[6]执行。稀释样品时,取 10 g 银鱼与 90 mL 生理盐水混合,于食品加工机中均质,以此类推,配制 10 倍系列的稀释样品匀液,取 1 mL 接种于琼脂平板,在 37°C 培养 48 h,进行菌落计数,菌落总数单位以 cfu/g 表示。

1.2.4 水分质量分数检测 银鱼水分质量分数检测严格按照 GB 50093-2010^[7]的直接干燥法执行。

1.2.5 可溶性蛋白质质量分数检测 采用改良的考马斯亮蓝 G-250 染色法^[8]检测银鱼中的可溶性蛋白质质量分数。

1.2.6 游离氨基酸质量分数检测 采用茚三酮比色法^[9]检测银鱼中的游离氨基酸总量。

1.2.7 数据分析 应用 Matlab 处理数据并绘图。

2 结果与分析

2.1 超高压灭菌效果

不同超高压处理时间下软包装太湖银鱼残余菌落总数与压强的关系如图 1 所示。较低的压强(200 MPa 或 300 MPa)杀灭银鱼中细菌的效果并不理想,但当压强大于 400 MPa 时,银鱼中菌落总数显著降低。在一定压强范围内,随着保压时间增加,菌落总数呈减少趋势。当压强大于 500 MPa 时,各组银鱼样品菌落总数均降到 100~200 cfu/g,致病菌亦未检出,此时若继续增加压强,灭菌效果的增强并不明显,灭菌曲线趋于平缓,当压强达到 600 MPa 时,各组样品菌落总数皆能降到 100 cfu/g 以下。这是因为高压会损伤细菌细胞壁和细胞膜,造成细菌死亡。但拖尾和一些耐压革兰氏阳性菌的存在,且有些细菌在高压下暂时失活,而在较长时间(2~3 d)培养后又恢复繁殖能力,所以灭菌处理后样品中总有少量细菌残留^[10]。

由图 1 可见,增加保压时间能增强银鱼的超高压杀菌效果。但压强若较低(200 MPa),保压时间的增加不能有效地加强超高压灭菌效果。而在较高压强下,保压时间对灭菌效果影响显著,如在 300 MPa 下,保压 20 min 银鱼样品的菌落总数比保压 5 min 的样品少 25%左右。但当保压时间超过一定值时,增加时间已不能显著增强杀菌效果,而此种现象在较高压强下愈发明显(400 MPa 或 500 MPa);若要增强杀菌效果,须增加压强方能达到,同时也证明压强对灭菌效果影响的显著性远大于时间。

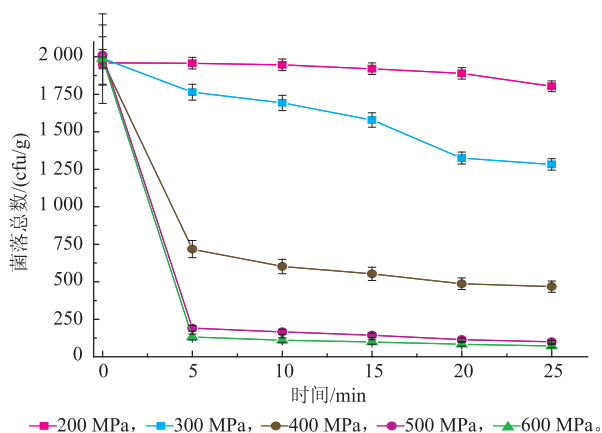


图 1 不同压强下处理时间与残余菌落总数的关系

Fig. 1 Relationship between pressure holding time and microflora with different pressure

2.2 水分含量检测

太湖银鱼的质地口感与其水分有关。图 2 为保压 20 min 时银鱼水分质量分数与压强的关系。当压强低于 500 MPa 时,随着压强增大银鱼水分迅速减少,超过 500 MPa 后,水分质量分数变化渐缓。水分质量分数从 81.37% 下降至 73.91%。其原因可能是由于蛋白质的水合作用受高压影响,而使一部分水分从组织中游离出来^[11],造成了银鱼的水分损失。

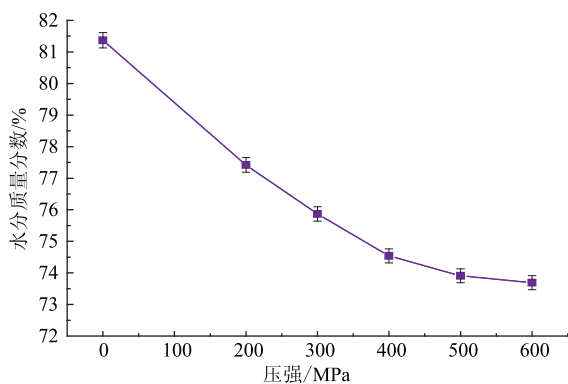


图 2 20 min 条件下压强与含水量的关系

Fig. 2 Relationship between pressure and the moisture content under the 20 min condition

图 3 为压强 400 MPa 时,保压时间对银鱼水分质量分数的影响。处理后样品的水分质量分数呈下降趋势,其中前 5 min 水分损失较为显著,5 min 时水分质量分数接近 76.00%。随保压时间延长,水分质量分数先略有回升,在 10 min 时达到 76.11%,而后随时间增加,水分质量分数趋于减少。这是因为高压挤出银鱼中的水分,致使其含水量降低,而后随保压时间的增加,蛋白质在发生变性的同时结合

了一些挤出的水分,使银鱼水分质量分数稍有增加,当继续增加保压时间时,少量水分又被重新挤出,水分质量分数降低。

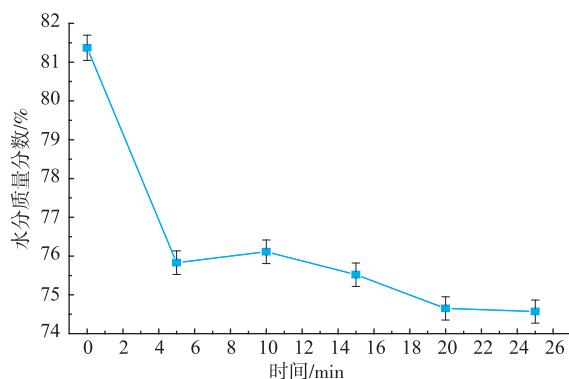


图 3 400 MPa 条件下时间与含水量的关系

Fig. 3 Relationship between pressure holding time and the moisture content under the 400MPa condition

2.3 可溶性蛋白质和游离氨基酸含量检测

表 1 和表 2 分别为不同保压时间和压强条件下,超高压处理对软包装银鱼品质的影响。经超高压处理后,银鱼的可溶性蛋白质和游离氨基酸的质量分数均有所减少,在较低的压强条件下低聚蛋白质的结构易发生解离,同时解离后的低聚体亚单元易重新结合;当压强达到 400 MPa 时,部分蛋白质易发生凝聚变性^[12],导致其质量分数降低。

见表 1,当压强小于 300 MPa 时,与未处理银鱼样品相比,经超高压处理的银鱼所含蛋白质和氨基酸变化不大;当压强大于 300 MPa 时,银鱼的可溶性蛋白质质量分数有较明显的降低,这是因为高压使蛋白质氢键断裂,破坏其三级结构,并造成不可逆变性^[12]。

表 1 保压 20 min 条件下,压强对软包装银鱼品质因素的影响

Table 1 Relationship between pressure and quality change of whitebait under the 20 min condition

试验组	品质因素/(mg/g)	
	可溶性蛋白质	游离氨基酸
未处理	61.074	1.572
200 MPa	59.974	1.567
300 MPa	59.162	1.533
400 MPa	57.906	1.494
500 MPa	57.088	1.479
600 MPa	56.835	1.468

表 2 压强 400 MPa 条件下,保压时间对软包装银鱼品质因素的影响

Table 2 Relationship between pressure holding time and quality change of whitebait under the 400 MPa condition

试验组	品质因素/(mg/g)	
	可溶性蛋白质	游离氨基酸
5 min	58.446	1.517
10 min	58.234	1.504
15 min	57.892	1.446
20 min	57.698	1.426
25 min	57.589	1.415

超高压可提高银鱼中某些蛋白质水解酶的活性,从而使银鱼蛋白质水解程度增加,蛋白质质量分数下降,银鱼挤出液中游离氨基酸的质量分数随着压强的升高而大幅增加^[13-14]。随着处理条件的加

强,银鱼汁液损失增多,而其肌肉中蛋白质和氨基酸质量分数相对减少,如表 1、表 2 所示,不过保压时间对银鱼品质影响的显著性要小于压强。超高压处理会对银鱼中可溶性蛋白质和游离氨基酸造成损失,但损失量较小,均不超过 7%。

3 结 语

软包装太湖银鱼超高压处理研究显示,超高压可有效杀灭软包装银鱼中的微生物,当压强达到 600 MPa 时,银鱼样品残留菌落低于 100 cfu/g,致病细菌也未检出。保压时间在较小的范围内对灭菌效果影响显著,但大于 10 min,其显著性不明显。

超高压处理能使银鱼水分析出,使其质量分数从 81.37% 下降至 73.91%;同时,高压能使蛋白质氢键断裂,损坏其三级结构,并造成不可逆的变性;而银鱼中其它营养物质,如游离氨基酸也会随水分挤出而损失,但损失量不超过 7%。

参考文献:

- [1] 田莹,侯建设,薛风照,等.超高压处理对圣女果质构及色泽的影响[J].食品与发酵工业,2009,34(10):89-92.
TIAN Ying,HOU Jianshe,XUE Fengzhao,et al. Ultra-high pressure treatment on texture and color of cherry tomatoes [J]. **Food and Fermentation Industries**,2009,34(10):89-92.(in Chinese)
- [2] 赵光远,李娜,张培其,等.热协同超高压处理对含防腐变剂鲜榨苹果汁贮藏品质的影响[J].食品与发酵工业,2007,34(4):143-146.
ZHAO Guangyuan,LI Na,ZHANG Peiqi,et al. Effect of high pressure combined heating on the quality of fresh apple juice during the storage[J]. **Food and Fermentation Industries**,2007,34(4):143-146.(in Chinese)
- [3] 张秋勤,徐幸莲,胡萍,等.超高压处理对肉及肉制品的影响[J].食品工业科技,2008,29(12):267-270.
ZHANG Qiuqin,XU XingLian,HU Ping,et al. Effects of ultra high pressure processing on meat and meat products [J]. **Science and Technology of Food Industry**,2008,29(12):267-270.(in Chinese)
- [4] 邵懿,薛长湖,李兆杰,等.超高压对鲱鱼蛋白水解的影响[J].食品与发酵工业,2007,32(6):41-44.
SHAO Yi,XUE Changhu,ZHAO Jie,et al. Effect of high-pressure processing on the autolysis of anchovy [J]. **Food and Fermentation Industries**,2007,32(6):41-44.(in Chinese)
- [5] 胡骏,倪瑞芳,王开洋.我国银鱼资源的分布及加工概况[J].河北渔业,2010(9):43-47.
HU Jun,NI Ruifang,WANG Kaiyang. The distribution and processing situation of icefish (Salangids) in China [J]. **Hebei Fisheries**,2010(9):43-47.(in Chinese)
- [6] 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所. GB 4789.2-2010 食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定 [S]. 北京:中国标准出版社,2010
- [7] GB 4789.2-2010 食品安全国家标准食品中水分的测定 菌落总数测定[S]. 北京:中国标准出版社,2010
- [8] Bradford M M. A rapid and sensitive method for the quantization of microgram of protein utilizing the principle of protein-dye binding[J]. **Anal Biochem**,1976,72:248-254.
- [9] 刘绍. 食品分析与检验[M]. 武汉:华中科技大学出版社,2011:193-194.
- [10] 张守勤. 超高压生物技术及应用[M]. 北京:科学出版社,2011.
- [11] Juan C Ramirez-Suarez,Michael T M. Effect of high pressure processing (HPP) on shelf life of albacore tuna (Thunnus alalunsa) minced muscle[J]. **Innovative Food Science and Enefnging Technologies**,2006.12:156-165.
- [12] Buckow R,Sikes A,Tume R. Effect of high pressure on physicochemical properties of meat [J]. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**,2013,53(7):770-786.
- [13] Angsupanich K,Ledward D A. High pressure treatment effects on cod muscle[J]. **Food Chemistry**,1998,63(1):39-50.
- [14] Cano M P,Hernandez A,Ancos B D. High pressure and temperature effects on enzyme inactivation in strawberry and orange produces[J]. **J Food Sci**,1997,62(1):85-88.