

海参加工过程中蒸煮工艺对产品品质的影响

刘淇, 曹荣, 郭莹莹, 李志超, 赵玲

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 国家海参加工技术研发分中心, 山东青岛 266071)

摘要: 为探究蒸煮工艺对海参产品品质的影响, 以刺参为试验原料, 研究了其经低压、常压和高压蒸煮处理后, 质量损失率、质构特征、组织形态、复水效果以及营养成分等的变化情况。结果表明, 低压蒸煮处理的海参质量损失率明显低于常压组 ($P < 0.05$) 和高压组 ($P < 0.01$); 不同蒸煮压力处理的海参均具有良好的外观形态, 但硬度差异较大, 蒸煮后海参的水发速度和最大复水倍数也有明显不同, 且呈现出与硬度值负相关的规律; 低压处理对海参体壁组织结构的破坏程度相对较轻, 相应的硬度值较大, 水发速度较慢、复水倍数较小; 另外, 与常压和高压蒸煮工艺相比, 低压蒸煮可以显著减少蛋白质和海参多糖损失 ($P < 0.05$)。研究结果将为海参加工过程中蒸煮工艺的选择和优化提供参考。

关键词: 海参; 蒸煮工艺; 品质

文章编号: 1673-9078(2015)12-313-317

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2015.12.047

Effects of Sea Cucumber Processing on The Quality of Its Products

LIU Qi, CAO Rong, GUO Ying-ying, LI Zhi-chao, ZHAO Ling

(Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences; National R&D Branch Center for Sea Cucumber Processing, Qingdao 266071, China)

Abstract: In order to investigate the effects of cooking on the quality of sea cucumber products, sea cucumbers (*Apostichopus japonicas*) were used as the raw material, and the changes in mass loss rate, textural characteristics, tissue morphology, rehydration characteristics, and nutrients after low pressure, normal pressure and high pressure heating treatments were studied. The results showed that mass loss rate of low pressure group was significantly lower than that of normal pressure group ($P < 0.05$) and high pressure group ($P < 0.01$). All sea cucumbers treated by different cooking pressure had good appearance, but showed significant differences in the hardness values. The rehydration speeds and rehydration ratios of the samples cooked in different conditions were also pronouncedly different, and they were negatively related with hardness values. The low-pressure treated sea cucumbers had relatively mild damages in the body wall tissue structures, high hardness values, slow rehydration speeds, and small rehydration ratios. Additionally, compared with normal- and high-pressure treatments, the low-pressure cooking was able to significantly reduce the protein and sea cucumber polysaccharide losses. The results of this study can contribute to the selection and optimization of the sea cucumber processing.

Key words: sea cucumber; cooking process; quality

海参 (Sea cucumber) 属于棘皮动物门 (*Echinodermata*)、海参纲 (*Holothuroidea*)、木盾手目 (*Aspidochirota*)^[1], 是我国传统的滋补珍品, 富含胶原蛋白、海参多糖、海参皂苷等多种对人体有益的物质, 具有很高的营养价值和保健功效^[2]。近年来, 我国海参产业发展迅速, 2013 年全国海参养殖产量已达到 193,705 t, 较 2012 年增长 13.39%^[3]。

鲜活海参具有极强的自溶能力^[4], 不便于存贮和运输, 海参起获后多被加工成各类产品。目前的海参市场以干制品为主, 干海参存贮方便, 但食用之前需

收稿日期: 2015-02-11

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费 (20603022013015)

作者简介: 刘淇 (1965-), 男, 研究员, 主要从事水产品加工与质量标准研究

经过多次煮制和泡发, 过程繁琐且营养成分损失严重。即食海参是以鲜活海参为原料经热处理加工而成的即食产品^[5], 其生产过程中避免了干参食用前所必须的多次煮制、泡发工序, 既方便消费者食用, 又减少了泡发过程造成的营养损失。即食海参的市场份额逐年增加, 呈现出良好的市场前景。

蒸煮是海参加工过程中的关键环节, 关系到产品的出成率、外观、口感、营养等各项指标, 对产品品质有显著影响。对于鲜活海参, 生产企业一般采用沸水煮制的方式进行预处理, 即常压蒸煮, 这种方式不需要专门的加工设备, 而且过程容易控制, 普通消费者通常也采用该种方式处理海参。高压蒸煮所需时间较短, 有助于提供生产效率, 但依赖于生产设备, 高强度的热处理也会对产品品质造成不利影响。低压真

空蒸煮是一种相对温和的加工方式,通过采用密闭设备和真空装置降低蒸煮液的沸点,使蒸煮液在较低的温度下沸腾,从而减少对蒸煮物料中热敏性物质的影响。低压蒸煮在海参加工中的应用正逐渐引起关注^[6]。但目前尚没有对三种蒸煮方式在海参品质影响方面的对比研究。

本文分析对比了低压、常压和高压三种蒸煮工艺对海参质量损失率、质构特征、组织形态、复水效果以及营养成分等的影响,以期对海参加工过程中蒸煮工艺的选择和参数优化提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 原料

试验用海参品种为青岛本地刺参 (*Apostichopus japonicus*), 2013年12月采自青岛市琅琊镇刺参养殖基地,体重 100 ± 10 g。采集后立即装入塑料袋,2h内运至试验室,用水清洗,去除内脏和沙嘴部位的石灰质,剩余海参体壁部分用水冲洗后低温冷藏备用。

1.2 仪器

TYS-200型多功能高速粉碎机(浙江省永康市红太阳机电有限公司);SY-400型低压真空蒸煮锅(诸城时顺机械有限公司);KDN-08C型定氮仪/数显温控消化炉(上海新家仪器有限公司);UV-2802型紫外/可见分光光度计(尤尼柯仪器有限公司);TA-XT plus型质构仪(英国 Stable Micro Systems 公司);MLS-3780型全自动高压蒸汽灭菌器(日本 SANYO 公司);KD-202型切片机(科迪仪器设备有限公司);BX-51型显微镜(日本 OLYMPUS 公司)。

1.3 试验方法

1.3.1 海参蒸煮工艺

低压蒸煮:将海参置于低压真空蒸煮锅中,设置真空度为 -0.04 MPa,对应水的沸点温度为 85.9 °C、饱和蒸汽压为 0.06 MPa,处理时间为 1 h。

常压蒸煮:将海参置于常规蒸煮锅中,水的沸点温度为 100 °C、饱和蒸汽压为 0.10 MPa,处理时间为 1 h。

高压蒸煮:将海参置于高压蒸汽锅中,采用一次性升温方式,温度设置分别为 115 °C和 121 °C,对应饱和蒸汽压分别为 0.17 MPa和 0.21 MPa,处理时间为 10 min。

1.3.2 海参质量损失率计算

每组取 6 只海参,按照 1.3.1 的方式进行蒸煮,

蒸煮前后称重计算质量损失率。计算公式如下:

$$\text{质量损失率}(\%) = \frac{\text{煮前海参质量} - \text{煮后海参质量}}{\text{煮前海参质量}} \times 100$$

1.3.3 海参质构分析

参照文献^[7]的方法,采用穿刺法测定海参硬度值。

1.3.4 海参组织形态观察

参照文献^[8]的方法,略作修改。海参制备成 1.0 cm \times 1.0 cm \times 0.5 cm 的块状样品,甲醛固定,石蜡包埋, 10 μ m 切片,采用 Van Gieson 法进行染色,光学显微镜观察。

1.3.5 海参水发处理与复水倍数计算

海参蒸煮后,晾凉,沥去表层水分,记录质量 (M_0)。海参样品用纯净水浸泡,然后置于 4 °C 冰箱中,每 12 h 测定一次质量 (M)。 M 与 M_0 的比值即为复水倍数。

1.3.6 营养成分测定

按照 GB/T 5009.5-2010^[9],采用凯氏定氮法测定蛋白质含量。

采用亚甲基蓝比色法^[10]测定海参多糖含量。

1.3.7 数据处理

采用 SPSS 17.0 软件对试验数据进行统计分析,结果以平均值 \pm 标准偏差 (Mean values \pm S.D.) 表示,显著性界值以 $p > 0.05$ 为不显著, $p < 0.05$ 为显著, $p < 0.01$ 为极显著。

2 结果与讨论

2.1 蒸煮条件对海参质量损失率的影响

海参受热过程中的质量损失主要与水分流失和可溶性成分的损失有关。鲜活海参体壁中水分含量高达 90% 以上,除水分外的主要成分是胶原蛋白^[11]。热处理会影响海参体壁组织结构和流变学性质,破坏海参胶原蛋白结构,造成水分和可溶性成分的流失。

表 1 不同蒸煮条件下海参质量损失率测定结果

Table 1 Mass loss rates of sea cucumbers that underwent different cooking processes

蒸煮方式		质量损失率/%
低压	85.9 °C, 1 h	77.9 ± 0.3^a
常压	100 °C, 1 h	78.7 ± 0.2^b
高压	115 °C, 10 min	79.7 ± 0.4^c
	121 °C, 10 min	80.8 ± 0.3^d

注:同一列标注不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

不同蒸煮条件下海参的质量损失率如表 1 所示。可以看出,海参受热过程中的质量损失随着蒸煮压力的升高而增大,低压、常压、高压组之间有显著差异

($P<0.05$)。质量损失对产品的出成率有很大影响,与常压和高压蒸煮工艺相比,低压蒸煮可以在一定程度上减少质量损失,从而提高产品的出成率,这对于海参产品生产过程中的成本控制具有重要意义。

2.2 蒸煮条件对海参感官和硬度值的影响

四种蒸煮工艺加工的海参均体态圆润,色泽呈淡褐色或灰褐色,肉质饱满而有光泽,但口感差异较大。低压处理的海参,口感硬;常压 100 °C、1 h 和高压 115 °C、10 min 处理的海参,口感软硬适中;高压 121 °C、10 min 处理的海参口感软绵,肉质稍显软烂。

试验中采用穿刺法对海参蒸煮后的硬度值进行了测定(表 2)。不同蒸煮工艺制备的海参样品其硬度值有显著性差异($P<0.05$),且与感官评价中有关口感

的描述具有很高的 consistency。海参硬度值在 30-50 的区间范围比较适宜直接食用。硬度在一定程度上反映了海参体壁结构组织被破坏的程度,硬度越小说明被破坏的程度越大。低压处理的海参样品的硬度值显著高于常压和高压组,这可能与低压蒸煮条件更有利于保持海参体壁组织结构的完整性有关。

利用感官鉴别的方法对食品进行评判分析,是食品品质评价常用的方法,但主观评价的人为误差相对较大。质构仪所反映的主要是与力学特性有关的原料特征,其结果具有更高的灵敏性与客观性,并可进行准确的量化处理。试验中采用穿刺法测量海参的硬度值,标准偏差均在 5% 以内,说明该方法适宜用作海参质构分析。

表 2 海参经不同工艺蒸煮后感官评价与硬度值测定结果

Table 2 Sensory evaluation and hardness values of sea cucumber that underwent different cooking processes

蒸煮方式	硬度值/g	感官评价
低压 85.9°C, 1 h	70.0±3.0 ^d	形态饱满、色泽淡褐色、口感硬
常压 100°C, 1 h	32.2±1.8 ^c	形态饱满、色泽淡褐色、口感软硬适中
高压 115°C, 10 min	41.5±1.7 ^b	形态饱满、色泽淡褐色、口感软糯,硬度适中
高压 121°C, 10 min	26.1±1.1 ^d	形态饱满、色泽淡褐色、口感稍软

注:同一列标注不同字母表示差异显著($P<0.05$)。

2.3 蒸煮条件对海参体壁组织形态的影响

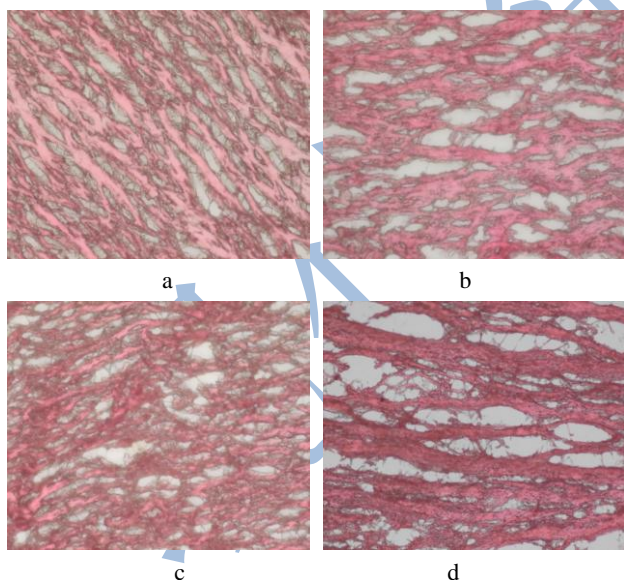


图 1 海参经不同工艺蒸煮后的组织形态

Fig.1 Tissue morphology of sea cucumbers that underwent different cooking processes

注: a.鲜活海参; b.100 °C, 1 h; c. 121 °C, 10 min; d. 85.9 °C, 1 h.

海参体壁经 Van Gieson 染色后大部分为红色,说明体壁中的主要成分是胶原纤维。鲜活海参(图 1a)

组织形态规则整齐,胶原纤维细长,呈网状排列,这与 Liu 等人^[12]的研究结果一致。海参经过常压 100 °C 加热 1 h 后(图 1b),由于胶原蛋白在受热过程中发生变性收缩,因此胶原纤维呈现出明显的凝集束,胶原纤维变得短粗。另外,长时间加热过程中,胶原蛋白逐步凝胶化形成可溶性的明胶,明胶伴随着组织内外的水分交换而流失,从而使胶原纤维间的空隙变大。高压 121 °C 加热 10 min 的海参样品(图 1c)由于受热时间较短,因而胶原纤维间空隙较小,但组织形态不规则且呈现出片段化,这与高强度的热处理对胶原蛋白造成不可逆的破坏有关。海参经低压蒸煮 1 h 后(图 1d),其组织形态与其他三组明显不同,胶原纤维凝集束较粗,片段化程度较轻,而纤维束之间的孔隙较大,这可能与低压条件下海参体壁组织因外压的降低而产生一定的膨化作用有关^[13]。

2.4 蒸煮条件对海参复水效果的影响

即食海参生产过程中,蒸煮后通常会进行水发处理^[7]。将不同蒸煮工艺制备的海参样品在 4 °C 条件下用纯净水进行浸泡,对其复水性能进行比较,结果如图 2 所示。

不同蒸煮方式处理的海参,其水发速度和最大复水倍数明显不同。121 °C、10 min 处理的海参水发速

度最快, 浸泡 12 h 复水倍数即达到 1.8 倍, 至 36 小时时基本达到平衡, 最大复水倍数约为 3.8 倍; 115 °C、10 min 处理的样品水发速度低于 121 °C、10 min 处理组, 最大复水倍数为 2.7 倍; 100 °C、1 h 处理的样品, 最大复水倍数为 3.2 倍; 低压处理组样品的水发速度和最大复水倍数均低于常压组和高压组, 最大复水倍数为 2.2。

试验发现蒸煮后海参的复水性能与其硬度值成负相关关系, 表现在海参硬度值越大, 水发速度越慢, 最大复水倍数也越小。这可能与海参受热过程中体壁胶原蛋白的破坏程度有关。硬度值越大说明海参体壁胶原纤维结构越完整, 胶原蛋白与水分子之间的结合更为稳定, 相应的水发速度越慢、复水倍数也越小。

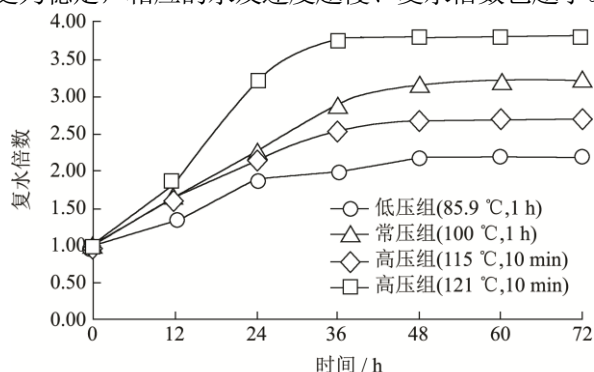


图 2 不同蒸煮条件加工海参的复水倍数随时间的变化情况

Fig.2 Changes in rehydration ratios of sea cucumbers that underwent different cooking processes

2.5 蒸煮条件对海参营养成分损失的影响

海参在受热过程中伴随水分流失也会有一定的营养成分损失。常压蒸煮条件下, 海参蛋白质损失率为 10.56%, 海参多糖损失率为 5.99%, 这与焦健等人^[14]的研究结果比较接近。高压 115 °C、10 min 蒸煮条件下, 蛋白质和海参多糖损失率与常压组无显著差异 ($P>0.05$), 而 121 °C、10 min 组的蛋白质损失率显著增加 ($P<0.05$)。低压蒸煮条件下, 蛋白质和海参多糖的损失率显著低于常压组和高压组 ($P<0.05$)。

表 3 海参经不同工艺蒸煮后的营养损失情况

Table 3 Nutrient loss of sea cucumbers that underwent different cooking processes

蒸煮方式	蛋白质损失率/%	海参多糖损失率/%
低压 86 °C, 1 h	9.42±0.26 ^a	2.74±0.34 ^a
常压 100 °C, 1 h	10.56±0.32 ^b	5.99±0.31 ^b
高压 115 °C, 10 min	10.98±0.31 ^b	5.66±0.41 ^b
高压 121 °C, 10 min	12.65±0.87 ^c	5.96±0.24 ^b

注: 同一列标注不同字母表示差异显著 ($P<0.05$)。

海参体壁主要由结缔组织构成, 细胞间充填着胶

原蛋白等纤维成分和蛋白聚糖^[8]。海参受热过程中, 胶原蛋白发生热变性, 并逐步凝胶化形成可溶性的明胶, 导致海参体壁原本的有序结构变得松散, 同时破坏了蛋白聚糖与胶原纤维的共价结合, 造成蛋白质和海参多糖的流失。试验发现, 低压蒸煮工艺可以显著减少蛋白质和海参多糖损失, 有助于提高产品品质。

3 结论

蒸煮是海参加工过程中的关键环节, 蒸煮条件对海参品质有显著影响。

3.1 海参质量损失率随蒸煮压力的升高而增大, 低压蒸煮可以在一定程度上提高产品的出成率。

3.2 感官方面, 低压、常压、高压处理的海参均形态饱满, 但口感差异较大。硬度值可以准确体现各处理组海参在口感方面的差异, 低压处理组的硬度值显著高于常压和高压组, 硬度值在 30~50 的区间范围比较适宜直接食用。

3.3 不同的蒸煮压力对海参体壁组织结构的破坏程度不同, 低压蒸煮对组织结构的破坏相对较轻, 相应的硬度值较大、水发速度较慢、复水倍数较小。

3.4 在营养损失方面, 低压蒸煮可以显著减少蛋白质和海参多糖损失。

综上, 低压蒸煮工艺在提高海参产品品质方面明显优于传统的常压和高压蒸煮工艺, 具体的工艺参数有待进一步优化。

参考文献

- [1] 姜健, 杨宝灵, 邵阳. 海参资源及其生物活性物质的研究[J]. 生物技术通讯, 2004, 15(5): 537-540
JIANG Jian, YANG Bao-ling, TAI Yang. Studies on resources and bioactive substances of sea cucumber [J]. Letters in Biotechnology, 2004, 15(5): 537-540
- [2] Bordbar S, Anwar F, Saari N. High-Value Components and Bioactives from Sea Cucumbers for Functional Foods-A Review [J]. Marine Drugs, 2011, 9: 1761-1805
- [3] 农业部渔业渔政管理局. 中国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2014
Agriculture fishery fishery administration. Chinese fishery statistical yearbook [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2014
- [4] Fu X, Xue C, Miao B, et al. Characterization of proteases from the digestive tract of sea cucumber (*Stichopus japonicus*): High alkaline protease activity [J]. Aquaculture, 2005, 246(1): 321-329
- [5] 张泓. 即食鲜海参的市场潜力和加工工艺[J]. 渔业现代

- 化,2005,1:42
- ZHANG Hong. Market potential and processing technology of ready-to-eat sea cucumber [J]. Fishery Modernization, 2005, 1: 42
- [6] 姜晓明.海参真空蒸煮技术及产品的开发[D].中国海洋大学,2013
- JIANG Xiao-ming. The sea cucumber vacuum cooking technology and product development [D]. Ocean University of China, 2013
- [7] 曹荣,李志超,刘淇,等.穿刺法在海参质构分析中的应用[J].食品科学,2014,35(6):75-78
- CAO Rong, LI Zhi-chao, LIU Qi, et al. Texture Analysis of Sea Cucumber by Puncture Test [J]. Food Science, 2014, 35(6):75-78
- [8] 侯虎,孙江,毛家楠,等.海参胶原纤维形态及胶原蛋白理化性质研究[J].现代食品科技,2013,29(7):1491-1495
- HOU Hu, SUN Jiang, MAO Jia-nan, et al. Collagen fibers morphology and physical and chemical properties of collagen of sea cucumber [J]. Modern Food Science and Technology, 2013, 29(7): 1491-1495
- [9] 中华人民共和国卫生部.GB 5009.5-2010 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定[S].北京:中国标准出版社,2010
- The ministry of health of China. GB 5009.5-2010 national food safety standard Determination of protein in food[S]. Beijing: Standards Press of China, 2010
- [10] 王泽文,冷凯良,翟毓秀,等.亚甲基蓝比色法测定海参不同组织酸性黏多糖含量[J].海洋科学,2011,35(3):77-82
- WANG Ze-wen, LENG Kai-liang, ZHAI Yu-xiu, et al. Spectrophotometric determination of mucopolysaccharide from different parts of sea cucumber with methylene blue [J]. Marine Science, 2011, 35(3): 77-82
- [11] 刘小芳,薛长湖,王玉明,等.乳山刺参体壁和内脏营养成分比较分析[J].水产学报,2011,35(4): 587-593
- LIU Xiao-fang, XUE Chang-hu, WANG Yu-ming, et al. Comparative analysis of nutritive composition in body wall and internal organs of sea cucumber (*Apostichopus japonicus*) at Rushan [J]. Journal of Fisheries of China, 2011, 35(4): 587-593
- [12] Liu L, Zhang Z, Liu Q, et al. Rheological and structural properties of sea cucumber *Stichopus japonicus* during different heating temperature[J]. International Journal of Fisheries and Aquaculture, 2012, 4(10): 209-216
- [13] 董继先,高新勤.真空-压力浸渍蒸煮工艺及其设备的研究[J].中国造纸,2005,24(1):13-17
- DONG Ji-xian, GAO Xin-qin. Study on vacuum/pressure impregnation cooking process and equipment [J]. China Pulp & Paper, 2005, 24(1): 13-17
- [14] 王成忠,夏敏敏.超高压对刺参泡发及其品质的影响[J].现代食品科技,2013,29(9):2081-2085
- WANG Cheng-zhong, XIA Min-min. Effect of high pressure on expanding and quality of dried sea cucumber [J]. Modern Food Science and Technology, 2013, 29(9): 2081-2085