

工艺条件对蛋清鲢鱼鱼糜凝胶特性的影响

Effect of process conditions on gel properties of egg white silver carp surimi

王希希¹ 林超¹ 李向红² 许美玉¹ 黄群¹ 安凤平¹

WANG Xi-xi¹ LIN Chao¹ LI Xiang-hong² XU Mei-yu¹ HUANG Qun¹ AN Feng-ping¹

(1. 福建农林大学食品科学学院, 福建 福州 350002;

2. 长沙理工大学湖南省水生资源食品加工工程技术研究中心, 湖南 长沙 410114)

(1. College of Food Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China;

2. Hunan Provincial Engineering Research Center for Food Processing of Aquatic Biotic Resources,

Changsha University of Science and Technology, Changsha, Hunan 410114, China)

摘要:为了提高鲢鱼糜品质及其附加值,采用质构分析法研究蛋清粉添加量、漂洗方式、加热方式及冻藏条件对蛋清鲢鱼鱼糜凝胶特性的影响。结果表明,蛋清粉添加量 7.0% 为宜;漂洗方式为先清水漂洗 2 次,再用 1.0% NaCl 漂洗 1 次,不宜用含有 Ca²⁺ 的漂洗液;二段式加热(水浴 40 °C 加热 60 min—蒸汽 85 °C 加热 30 min)制备蛋清鲢鱼鱼糜凝胶较理想;蛋清鲢鱼鱼糜冻藏 7 d 内凝胶劣化明显。通过最佳工艺条件,蛋清鲢鱼鱼糜凝胶特性显著改善。

关键词:蛋清;鲢鱼;鱼糜;凝胶特性;质构分析

Abstract: In order to improve the quality and add the value of silver carp surimi, the effect of different process conditions such as egg white powder, rinsing, heating, and frozen storage on gel properties of egg white silver carp surimi was investigated by using the texture profile analysis. The results showed that egg white powder had significant effect on gel strength with 7.0%. Silver carp surimi made by washing two times with water and one time with 1.0% NaCl solution, however, rinsing solution with Ca²⁺ was inadvisable. After processed under the heating method of 2-phase, 40 °C hot-watering for 60 min and then 85 °C steaming heating for 30 min, the best gel strength was obtained. Egg white silver carp surimi will go bad obviously under refrigerated for 7 days. The gel properties of egg white silver carp surimi were significantly improved through the optimum conditions.

Keywords: egg white; silver carpsurimi; gel properties; texture profile analysis

基金项目:国家公益性行业(农业)专项(编号:201303084);湖南省水生资源食品加工工程技术研究中心开放基金(编号:170005)

作者简介:王希希,女,福建农林大学在读硕士研究生。

通信作者:黄群(1977—),男,福建农林大学副教授,博士。

E-mail: huangqunlaoshi@126.com

收稿日期:2016—05—17

鱼糜是一种以新鲜的海水鱼或淡水鱼为原料,经采肉、漂洗和凝胶化等加工工艺制成的现代化产品,因低脂高蛋白、口感细腻爽滑而深受广大消费者喜爱。目前,中国消费者对鱼糜制品的消费需求日渐增长。而自然环境的改变、人类的过度捕捞,海水鱼资源根本不能满足现代人对鱼糜制品的巨大需求。因此近年来中国大力发展淡水鱼养殖,作为四大家鱼之一的鲢鱼,因抗病强、生长快、产量大、成本低而受到重视,且研究发现鲢鱼与水生植物搭配养殖可有效去除富营养化水体中的氮磷,控制藻类大量繁殖,发挥净水效能^[1-3]。但作为难凝胶化、易凝胶劣化的淡水鱼种,鲢鱼因品质与其它海水鱼相差甚远而常常大量滞销,因此需改良工艺以填补鲢鱼鱼糜品质上的缺陷。近年来,中国对鱼糜制品的研究已经进入了飞速发展的阶段,但如何改善鲢鱼糜的凝胶特性,提高鲢鱼的经济效益,满足不断扩大的市场需求,依然是中国淡水鱼养殖业所面临的一个重大问题^[4]。目前国内外的有关研究^[5-7]证实了鸡蛋清可在不同程度上提高鱼糜的凝胶特性,但对于在不同的加工条件下,如何添加蛋清粉并相应地对鲢鱼糜凝胶特性改善未见相关报道。本试验拟采用低值鲢鱼为研究对象,在不同的制备工艺下通过添加鱼肉不同百分比的蛋清粉,制备蛋清鲢鱼鱼糜,采用质构仪检测蛋清鲢鱼鱼糜制品的硬度、弹性,深入探究蛋清粉添加量、漂洗方式、加热条件和方法以及冻藏等制备工艺对凝胶特性的影响,以期提高鲢鱼糜品质及其附加值,改善企业经济效益,满足当代消费者的现实需求。

1 材料与amp;方法

1.1 材料及试剂

鲢鱼、鸡蛋、食盐、蔗糖;市售;

山梨醇、多聚磷酸盐;食品级。

1.2 仪器及设备

物性测试仪:TA-XTPlus 型,超技仪器有限公司;

真空冷冻干燥机:FD5型,SIM International Group CO. LTD;

超低温冰箱:MDF-192型,兴万电子仪器有限公司;

高速组织捣碎机:DS-1型,上海标本模型厂;

手提式压力蒸汽灭菌器:YXQ-SG46型,上海博讯实业有限公司;

微波炉:G80W23ESL-V9型,上海鸿泽企业发展有限公司。

1.3 方法

1.3.1 蛋清粉的制备 参考文献[8],采用真空冷冻干燥法制备鸡蛋清粉。

1.3.2 蛋清鲢鱼鱼糜制备流程

鲜活鲢鱼→预处理(去头、去鳞、去内脏并快速清洗)→切成5 mm×5 mm×5 mm小块→漂洗(鱼肉与漂洗液质量比为1:4)→脱水分装(4 000 r/min离心3 min)→冷冻(速冻至-20℃,于-20℃下冻藏备用)→半解冻→空插1 min→味播3 min(加入1.0%食盐以及不同量的蛋清粉)→灌肠→加热→流水迅速冷却→保存(4℃以下24 h)

1.3.3 蛋清鲢鱼鱼糜凝胶质构测定 测定条件:TPA模式,选择P/0.5S的圆柱探头,初始速度5.0 mm/s,测中速度2.0 mm/s,测后速度5.0 mm/s,测定距离10.0 mm(占凝胶的1/3左右),间隔时间5 s,数据采集率200 pps。

1.3.4 蛋清粉添加量对鱼糜凝胶特性的影响 根据1.3.2制备蛋清鲢鱼鱼糜操作流程,将空插后的鱼糜等量分成4份,分组添加相应鱼糜0.0%,3.0%,6.0%,9.0%的蛋清粉和1.0%食盐,水浴二段式加热(40℃/60 min—85℃/30 min),不冻藏,测其硬度和弹性。

1.3.5 漂洗方式对鱼糜凝胶特性的影响 根据1.3.2制备蛋清鲢鱼鱼糜操作流程,采用4倍体积的清水漂洗2次,再用4倍体积1.0% CaCl₂溶液漂洗1次,每次6 min,并静置3 min^[9]。添加相应鱼糜0.0%,3.0%,5.0%,7.0%,10.0%的蛋清粉和1.0%食盐,实行水浴二段式加热成型,不冻藏,测其硬度和弹性。同时用1.0% NaCl做对照试验,确定漂洗方式的同时进一步优化蛋清粉添加量。

1.3.6 加热方式对鱼糜凝胶特性的影响

(1) 分段加热:根据1.3.2制备蛋清鲢鱼鱼糜操作流程,制得蛋清鱼糜,添加相应鱼糜7.0%的蛋清粉和1.0%食盐,不冻藏,按表1分别采用水浴一段式加热和水浴二段式加热成型^[10],测其硬度和弹性。

表1 分段加热参数[†]

Table 1 Parameters of incremental heating

组别	加热温度/℃	加热时间/min
A	75	35
B	78	40
C	82	50
D	85	55
E	40℃/60 min—85℃/30 min	

† A、B、C、D属一段式加热;E属于二段式加热。

(2) 加热方法:分别添加相当于每份鱼糜重量0.0%,4.0%,7.0%,10.0%,13.0%的蛋清粉,水浴40℃加热60 min预凝胶化^[11],再分组进行微波加热(480 W/3 min)、蒸汽加热(85℃/30 min)和水浴加热(85℃/30 min)制得鱼糜凝胶,分别测其硬度和弹性。

1.3.7 冻藏对鱼糜凝胶特性的影响 添加相应鱼糜7.0%的蛋清粉,二段式加热(水浴40℃/60 min—蒸汽85℃/30 min)成型,参照姚燕佳等^[12-13]的方法,于-20℃下冻藏28 d,期间每7 d测其硬度和弹性。

2 结果与分析

2.1 蛋清粉添加量对鱼糜凝胶特性的影响

由图1可知,蛋清鱼糜的硬度随着蛋清量的增加而显著增强,且在3.0%~6.0%时最明显;弹性则基本没有改善,在6.0%之后随着硬度的不断增强明显下降。这与许亚彬等^[14]的研究结果是吻合的,因为适量的蛋清粉可以有效抑制蛋白质降解,促使蛋白质展开并相互影响(如交联),形成具有网状结构凝胶,但当蛋清粉添加量超过6.0%时鱼糜凝胶弹性下降,这可能是蛋清粉过量会使硬度过强而影响弹性。

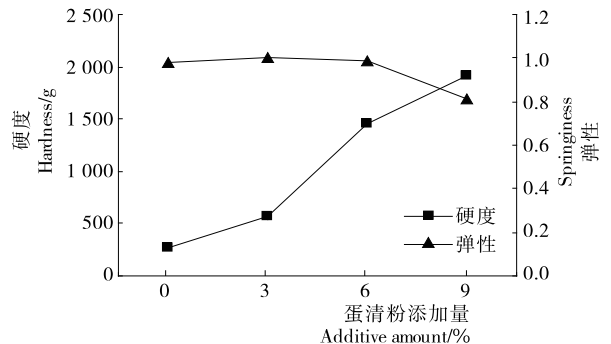


图1 蛋清粉添加量对鱼糜凝胶特性的影响

Figure 1 Effect of white egg powder on gel properties of egg white silver carp surimi

2.2 漂洗方式对鱼糜凝胶特性的影响

由图2可知,采用1.0% CaCl₂溶液漂洗的鲢鱼糜硬度和弹性普遍高于1.0% NaCl溶液漂洗。由图2(a)可知,用1.0% CaCl₂溶液漂洗蛋清鲢鱼,硬度在5.0%时达到最大值,用1.0% NaCl溶液漂洗硬度在7.0%时达到最大;由图2(b)可知,采用1.0% CaCl₂溶液漂洗蛋清鱼糜的弹性在3.0%时明显改善,随后效果则不太理想,用1.0% NaCl溶液漂洗,其弹性呈缓慢上升趋势。由于CaCl₂漂洗液中的Ca²⁺会激活了鲢鱼糜中转谷氨酰胺酶(MTGase),使蛋清和转谷氨酰胺酶相互抑制,同时,用盐水漂洗可有效去除其水溶性蛋白,抑制内源性蛋白酶,避免凝胶劣化的发生,从而形成品质较好的鱼糜凝胶^[15-16],因此,工业生产中应尽量采用1.0% NaCl漂洗。

2.3 加热方式对鱼糜凝胶特性的影响

2.3.1 分段加热的影响 由图3可知,一段式加热蛋清鱼糜的硬度随着温度和时间的递增而改善,可能是蛋清蛋白的主要成分卵白蛋白在80℃后逐渐达到热变性温度,蛋白质充

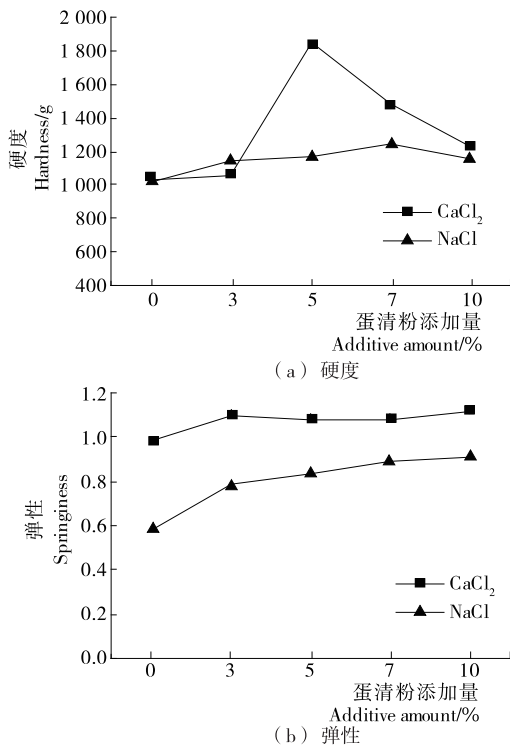


图 2 漂洗液对鱼糜凝胶特性的影响

Figure 2 Effect of rinsing solution on gel properties of egg white silver carp surimi

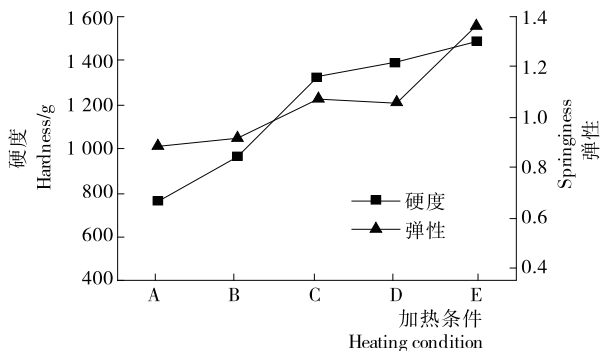


图 3 分段加热对鱼糜凝胶特性的影响

Figure 3 Effect of heating condition on gel properties of white egg silver carp surimi

分展开,疏水基团暴露导致疏水相互作用力增强^[17]。相比之下,二段式加热(E)蛋清鱼糜凝胶的弹性和硬度综合效果更为理想。因为 50~70 °C 属于凝胶劣化阶段,60 °C 时内源性蛋白水解酶最为活跃,凝胶劣化最易发生,二段式加热快速越过“凝胶劣化区”,有效地避免了凝胶劣化,所形成凝胶效果明显优于一段式加热所得凝胶^{[18][19]}。

2.3.2 微波加热的影响 以二段式加热方式,用微波加热法制备蛋清鲢鱼凝胶,由图 4 可知,蛋清粉添加量在 0.0%~13.0% 时,所得凝胶弹性明显改善,硬度在此区间也显著增大。微波加热可使鱼糜凝胶快速越过“凝胶劣化区”,有效抑制蛋白质降解,促进蛋白质展开交联,形成较大的分形维数和较小的孔径当量直径,具备良好凝胶特性的三维网状结构^{[18][19]}。以考虑弹性为主,兼顾硬度,同时顾及经济成本,

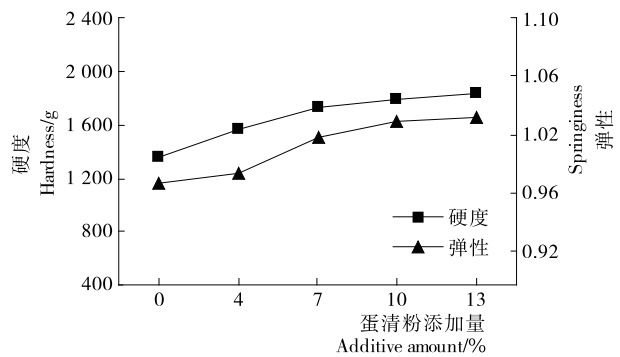


图 4 微波加热对鱼糜凝胶特性的影响

Figure 4 Effect of microwave heating on gel properties of white egg silver carp surimi

蛋清添加量在 10.0% 时凝胶硬度相对比较适宜。因此,对于微波加热蛋清鱼糜凝胶而言,蛋清添加 10.0% 为宜。

2.3.3 蒸气加热的影响 在二段式加热方式下,用蒸气加热法制备蛋清鲢鱼凝胶,由图 5 可知,蛋清粉添加量在 0.0%~7.0% 时,鲢鱼糜凝胶的弹性显著增大;硬度在此区间也明显改善,弹性在蛋清添加量 7.0% 时达到最大。而蛋清添加量超过 7.0% 之后,弹性随着硬度的继续增强呈明显下降趋势。这是因为蒸气加热热量由外部向内部传递,加热速度慢、物料温度梯度大以及加热时间长易引起鱼糜凝胶劣化而导致鱼糜制品品质下降^[19]。对于蒸气加热蛋清鲢鱼鱼糜而言,蛋清添加 7.0% 为宜。

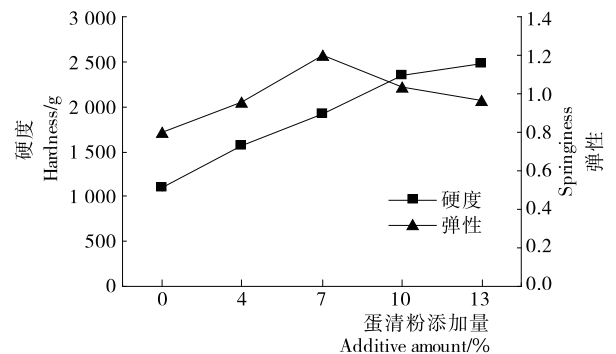


图 5 蒸气加热对鱼糜凝胶特性的影响

Figure 5 Effect of steaming heating on gel properties of white egg silver carp surimi

2.3.4 水浴加热的影响 在二段式加热方式下,用水浴加热法制备蛋清鲢鱼鱼糜,由图 6 可知,蛋清粉添加量为 0.0%~13.0% 时,鱼糜弹性随蛋清粉添加量的增加而逐渐增强;硬度则呈先增后减然后递增趋势,在 7.0% 时出现第一个峰值,随后降低。这是因为水浴加热升温慢,鱼糜内部易凝胶劣化形成结构疏松的凝胶。兼顾品质和经济成本,对于水浴加热而言,蛋清粉添加量以 7.0% 为宜,这与刘海梅^{[18][96]}的研究结果相近。

综合上述 3 种加热方法可知,蒸气加热制得蛋清鲢鱼鱼糜弹性最好。在蛋清鲢鱼鱼糜制品加工过程中,关注其凝胶特性,同时兼顾经济成本,加热方式首选蒸制,蛋清添加量 7.0% 最佳,这与于琴芳^[20] 6.8% 的结论接近,相比于微波加

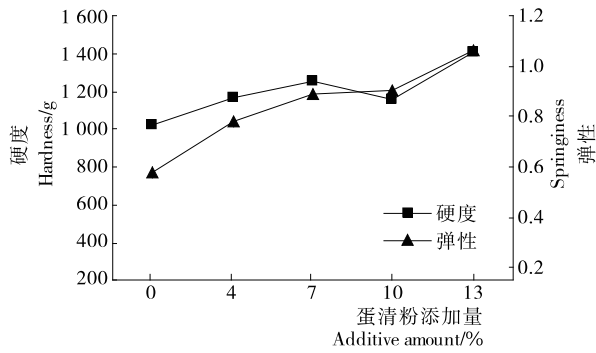


图6 水浴加热对鱼糜凝胶特性的影响

Figure 6 Effect of hot-watering heating on gel properties of white egg silver carp surimi

热和水浴加热,蒸制所得鱼糜的弹性优势更加明显。

2.4 冻藏对鱼糜凝胶特性的影响

由图7可知,在冻藏前期鱼糜的弹性和硬度均随冻藏天数的增加明显下降,其中前7 d变化最为明显。可能是对凝胶特性起关键作用的肌球蛋白重链在冻藏初期发生严重降解,随后降解速率则逐渐变小^[12]。冻藏会对鱼糜凝胶特性产生显著影响,其冻藏天数不宜超过28 d。

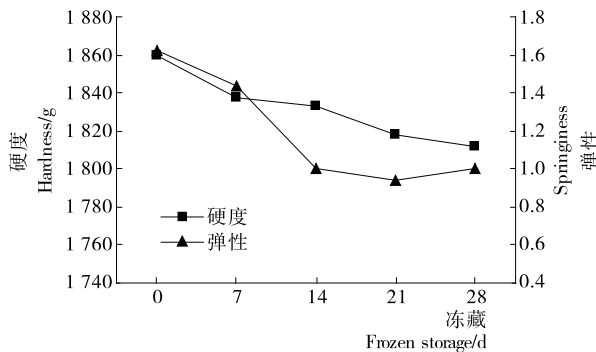


图7 冻藏天数对鱼糜凝胶特性的影响

Figure 7 Effect of frozen storage on gel properties of white egg silver carp surimi

3 结论

研究工艺条件对蛋清鲢鱼鱼糜凝胶特性的影响,结果表明蛋清粉添加量、漂洗方式、加热方式以及冻藏会对鱼糜品质产生显著影响。通过试验证明,蛋清粉添加量以7.0%为宜;为避免漂洗时Ca²⁺激活鱼肉中的转谷氨酰胺酶与蛋清相互抑制阻碍凝胶的形成,采用2次清水漂洗1次盐水漂洗(2清1盐)的漂洗方式;二段式加热(水浴40℃加热60 min—蒸汽85℃加热30 min)避开了鱼糜“凝胶劣化区”,对制备蛋清鲢鱼凝胶较理想。同时,为保证鱼糜质量,冻藏天数应尽量少于28 d。但是,本试验并未对鱼糜功能特性进行深入研究,鱼肉作为低脂高蛋白的肉类,其制品营养价值有待进一步研究。通过最佳工艺条件,可获得品质较佳的鱼糜制品,对满足消费者的现实需求以及促进淡水鱼深加工产业发展有重要现实意义。

参考文献

- [1] 张伟,韩士群,郭起金. 凤眼莲、水花生、鲢鱼对富营养化水体藻类及氮、磷的去除作用[J]. 江苏农业学报, 2012, 28(5): 1 037-1 041.
- [2] 郎宇鹏,朱琳,刘春光,等. 鲢鱼对淡水浮游植物的抑制作用研究[J]. 农业环境科学学报, 2006, 25(A2): 683-686.
- [3] 范振强,崔福义,马华,等. 放养鲢鱼预处理高藻原水的除藻效能及特性[J]. 环境科学, 2008, 29(3): 632-637.
- [4] 付湘晋. 白鲢鱼脱腥及其低盐鱼糜制备的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2009: 1-2.
- [5] 刘海梅,鲍军军,熊善柏,等. 鸡蛋清蛋白对微生物转谷氨酰胺酶诱导鲢鱼鱼糜凝胶形成的影响[J]. 食品科学, 2010, 31(11): 102-104.
- [6] 陈海华,薛长湖. 不同添加物对鲤鱼鱼糜蛋白凝胶品质改良的研究[J]. 食品与发酵工业, 2008, 34(10): 79-84.
- [7] 周爱梅,曾庆孝,刘欣,等. 两种蛋白类添加剂对鲢鱼鱼糜凝胶特性的改良[J]. 华南理工大学学报, 2005, 33(40): 87-91.
- [8] 王浩,江斌. 鸡蛋清的真空冷冻干燥试验研究[J]. 农产品加工学刊, 2012(4): 80-81.
- [9] 林琳,陆剑锋,翁世兵,等. 漂洗工艺对鲢鱼鱼糜凝胶强度和色泽的影响[J]. 食品研究与开发, 2012, 33(2): 8-12.
- [10] 李俐鑫,迟玉杰,孙波. 蛋清蛋白质凝胶质构特性的研究[J]. 食品工业科技, 2007, 28(8): 57-60, 63.
- [11] 付湘晋,许时婴,李忠海,等. 微波加热提高鲢鱼低盐鱼糜凝胶强度的机理研究[J]. 中国食品学报, 2012, 12(7): 61-66.
- [12] 姚燕佳,张进杰,顾伟钢,等. 不同储藏温度对鲢鱼鲜度品质的影响[J]. 浙江大学学报, 2011, 37(2): 212-218.
- [13] 刘铁玲,何新益,李昀. 冻藏对鲢鱼、鲤鱼鱼肉质构影响的比较研究[J]. 食品与机械, 2010, 26(2): 13-14, 18.
- [14] 许亚彬,胥伟,黄迪. 蛋清液与蛋清粉对鲢鱼鱼糜凝胶性的改良效果比较[J]. 中国家禽, 2016, 38(4): 34-37.
- [15] 何少贵,苏国成,周常义,等. 漂洗工艺和加工辅料对鱼糜制品品质影响的研究进展[J]. 食品工业科技, 2012, 32(14): 399-407.
- [16] 刘茹,钱曼,雷跃磊,等. 漂洗方式对鲢鱼鱼糜凝胶劣化性能的影响[J]. 食品科学, 2010, 31(21): 89-93.
- [17] 李俐鑫,迟玉杰,于滨. 蛋清蛋白凝胶特性影响因素的研究[J]. 食品科学, 2008, 29(3): 46-49.
- [18] 刘海梅. 鲢鱼糜凝胶及形成机理的研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2007: 11.
- [19] 朱玉安,刘友明,张秋亮,等. 加热方式对鱼糜凝胶特性的影响[J]. 食品科学, 2011, 32(23): 107-110.
- [20] 于琴芳. 提高鲢鱼鱼糜凝胶强度的工艺研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2012: 36-47.