

热烫工艺对冻煮小龙虾产品品质的影响

薛雷¹, 许学勤^{*1}, 姜启兴¹, 许艳顺¹, 王斌^{1,2}

(1. 食品科学与技术国家重点实验室, 江南大学, 江苏 无锡 214122; 2. 江苏海隆国际贸易有限公司, 江苏 淮安 223005)

摘要: 研究了热烫工艺对冻煮小龙虾产品品质变化的影响。探讨不同热烫条件与淡水小龙虾热烫后总蛋白酶活、相应冻煮小龙虾产品色泽、质构及感官评分的关系。实验表明: 小龙虾总蛋白酶完全灭活的时间随热烫温度提高而缩短; 冻煮小龙虾产品的 *a* 值、*b* 值随热烫温度和时间的上升而升高。产品尾肉的硬度、咀嚼性、弹性均随热烫温度的上升而升高, 但随热烫时间的增加出现先上升后下降的变化趋势。在温度 100~105 °C 和时间 3~5 min 范围条件热烫, 可以使总蛋白酶完全钝化, 对应的冻煮小龙虾产品较为理想。

关键词: 小龙虾; 热烫; 蛋白酶活; 色泽; 质构

中图分类号: TS 254.4 文章编号: 1673-1689(2019)05-0119-05 DOI: 10.3969/j.issn. 1673-1689.2019.05.017

Effect of Blanching Process on Frozen Cooked Crayfish

XUE Lei¹, XU Xueqin^{*1}, JIANG Qixing¹, XU Yanshun^{1,2}, WANG Bin^{1,2}

(1. State Key Laboratory of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Jiangsu HiLong International Trading Co., Ltd, Huaian 223005, China)

Abstract: The effect of blanching process on the quality of frozen boiled crayfish was studied. The relationship between the crayfish's total proteolytic activity after blanching and the color, texture and sensory score of frozen boiled crayfish was explored. The results showed that the time of complete deactivation of crayfish's total proteolytic activity was shortened with the increase of blanching temperature. The value of *a* and *b* of frozen boiled crayfish product increased with the increase of temperature and time. The hardness, chewiness and elasticity of products' tail all increased with the increase of blanching temperature, but increased first and then decreased with the increase of blanching time. The blanching in the temperature range of 100~105 °C and the time range of 3~5 min made the crayfish protease activity deactivated completely, the corresponding frozen boiled crayfish products are more ideal.

Keywords: crayfish, blanching, proteolytic activity, color, texture

收稿日期: 2016-12-22

基金项目: 中国博士后科学基金项目(2016M601720); 江苏省食品安全与质量控制协同创新中心项目。

* 通信作者: 许学勤(1958—), 男, 博士, 副教授, 主要从事食品加工与高新技术应用研究。E-mail: x_xueqin@163.com

引用本文: 薛雷, 许学勤, 姜启兴, 等. 热烫工艺对冻煮小龙虾产品品质的影响[J]. 食品与生物技术学报, 2019, 38(05): 119-123.

淡水小龙虾,学名克氏原螯虾(*Procambarus clarkia*),原产于北美洲,是一种高蛋白质、低脂肪的优质淡水水产品之一,具有极高的营养价值^[1]。淡水小龙虾因其肉质鲜美而在我国深受欢迎,其养殖及加工规模也是逐年扩大^[2]。除鲜销以外,大量小龙虾被加工成先预煮入味再冻藏的冻煮小龙虾产品。这类产品以前主要用于外销,近年来随着国际市场的波动,和国内市场的开拓,已成为主要小龙虾内销加工产品之一。

冻煮小龙虾产品常用热烫预处理方式,达到灭酶、减菌、改善品质的目的^[3-6]。以往这种处理多在适当规格的夹层锅中以间歇方式进行。但随着加工规模的扩大,一些企业采用规格较大夹层锅替代原小型夹层锅进行,结果发现冻煮小龙虾产品的品质不如原来的稳定,主要表现在部分小龙虾出现色泽暗淡、肉质变硬、未充分熟化等现象^[7]。采用夹层锅热烫是一种非稳定的传热过程,其均匀性与夹层锅的大小有很大关系,一般来说,大型夹层锅热烫会不如小型夹层锅均匀。因此,有必要就热烫条件对产品品质的影响作实验研究。虽然已有关于热烫过程虾类品质变化方面的研究报道^[8-9],但就热烫条件对工艺终产品品质影响的研究较少。因此,作者拟就热烫条件对冻煮淡水小龙虾产品品质的影响进行研究,以期为规模化生产中热烫途径的合理选择和加工过程品质控制提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

鲜活小龙虾(35~50 g):购自无锡市天鹏水产批发市场;酪蛋白、磷酸氢二钠、福林试剂、磷酸二氢钠、氢氧化钠、甲基红、甲基蓝、无水乙醇(分析纯):国药集团化学试剂有限公司产品。

1.2 仪器与设备

EF-系列双缸电炸炉:英联斯特(广州)餐饮设

备有限公司产品;PB203-N型电子分析天平:梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司产品;TA.XTPlus物性测定仪:马来西亚稳定微系统公司产品;数字温度计(K型):美国OMEGA公司产品;UV1000紫外分光光度计:上海天美科学仪器有限公司产品。

1.3 方法

1.3.1 样品处理 鲜活小龙虾(35~50 g)清洗沥干后,分别经85、90、95、100、105℃沸水热烫1、2、3、5、7、9 min,迅速用冰水冷却至中心温度低于8℃沥干,部分样品用于测定蛋白酶活,剩余样品置于160℃油炸30 s,汤汁冷却后4℃浸渍4 h,真空包装,速冻至中心温度-18℃,冻藏保存。蒸汽复热5 min,取样测定。

1.3.2 总蛋白酶活力测定 取热烫冷却后的小龙虾,准确称取待测样品,按体积质量比5 mL/g加入0.1 mol/L磷酸盐缓冲液(pH 7.0)提取粗酶液。Folin酚法测定粗酶液总蛋白酶活力;以质量分数1%酪蛋白为底物,37℃水浴,每一分钟水解生成1 μg酪氨酸所需的酶量为一个酶活力单位(U)^[10]。105℃烘干法测定待测样品中干物质的质量分数。计算待测样品总蛋白酶活力,以U/g干质量表示。

1.3.3 色泽测定 取复热后的冻煮小龙虾产品头部外壳,用滤纸吸净虾壳表面的残留水,采用UlreaScan Pro-1166型高精度测色仪测定小龙虾外壳的a值、b值,每组重复试验5次。

1.3.4 全质构测定 参考崔阳阳^[11]的方法,取复热后的冻煮小龙虾产品龙虾尾肉切成长约1 cm的方块,采用TA.XTPlus物性分析仪,测试条件如下:TPA全质构模式,测试前速率2.0 mm/s,测试速率1.0 mm/s,测试后速率5.0 mm/s,压缩程度50%,每个条件至少测定6个样品。

1.3.5 感官评定 感官评定由培训后的15名专业评定人员组成,对复热后的冻煮小龙虾产品品质进行评定,评定标准见表1^[11-13]。

表1 感官评定标准

Table 1 Criteria of sensory evaluation

项目	权重	一级(7~9分)	二级(5~7分)	三级(5分以下)
口感 <i>k</i>	0.5	硬度适中,有嚼劲	较软,咀嚼性差	较硬,咀嚼性差
色泽 <i>q</i>	0.5	明亮的红黄色	暗红色	深蓝色
综合评分 <i>Z</i>		$Z=0.5k+0.5q$		

1.3.6 数据分析 采用软件 EXCEL 和 SPSS 19.0 对测量结果进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 热烫条件对热烫后小龙虾总蛋白酶活的影响

图 1 所示为小龙虾在不同热烫条件中总蛋白酶活力随热烫时间的变化。热烫处理的小龙虾初始总蛋白酶活最高,随着热烫时间增加,不同温度下热烫后的小龙虾总蛋白酶活下降显著。100~105 °C 条件下热烫后小龙虾的总蛋白酶活力在 3 min 内从 107 u/g 快速降到未检出总蛋白酶活力,而 85~95 °C 条件下热烫后小龙虾仍具有一定的总蛋白酶活,需要 5~7 min 后才会使总蛋白酶完全失活。不同热烫条件下的小龙虾体内总蛋白酶的活力值差异较大,残留蛋白酶的小龙虾在后续加工过程中,可能由于蛋白酶的酶解作用表现出自溶特性而导致产品品质劣化^[4]。

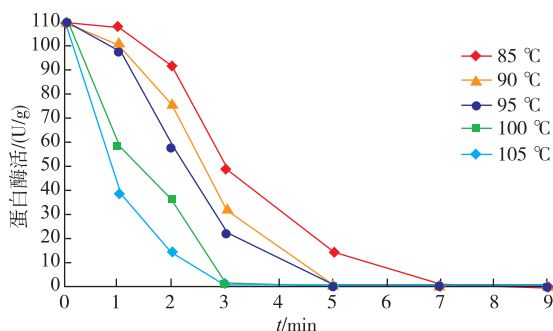


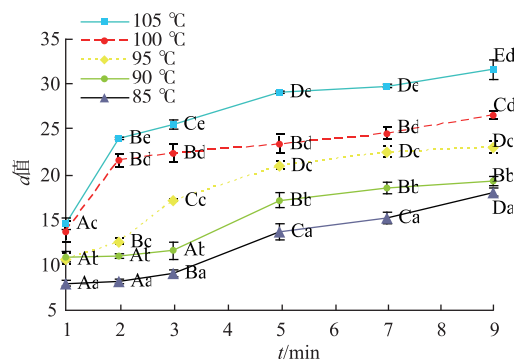
图 1 不同热烫条件对总蛋白酶活的影响

Fig. 1 Effect of different blanching conditions on total proteolytic activity

2.2 热烫条件对冻煮小龙虾外壳色泽的影响

图 2 和图 3 反应了不同热烫条件下冻煮小龙虾产品虾壳色泽的变化。结果显示,随着温度的提高或热烫时间的增加,产品虾壳的 *a* 和 *b* 值均有明显的升高 ($p < 0.05$),其中 *a* 值在 100~105 °C 条件下热烫 2 min 内显著上升 ($p < 0.05$),热烫后期趋势平缓;85~95 °C 条件下 *a* 值保持逐渐升高的趋势,但最大值也小于 100~105 °C 条件下热烫 2 min 时的 *a* 值。*b* 值随着热烫时间的延长逐渐增加,热烫温度为 95~105 °C 条件下变化差别不显著 ($p > 0.05$),85~90 °C 条件下 *b* 值保持缓慢升高的趋势,升高幅度较小。热烫过程中小龙虾色泽也会有明显变化,即小龙虾虾壳颜色由深蓝色逐渐向红黄色变化^[4]。100~105 °C

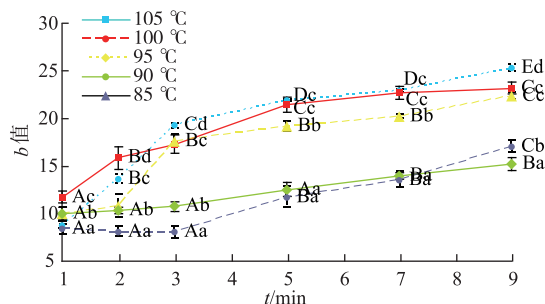
条件下热烫 3~5 min 得到的冻煮小龙虾产品呈现红黄色,而 85~95 °C 条件下热烫 7~9 min 得到的冻煮小龙虾产品仍有深蓝色,感官较差。这是可能由于在虾壳受热时,随着蛋白质的变性与之结合的类胡萝卜素逐渐释放出来,使得虾壳颜色发生红移的现象,热烫温度越高,越有利于胡萝卜素的释放,小龙虾虾壳表面红黄色加深^[14-15]。



注:大写字母不同表示同一热烫温度、不同热烫时间条件下差异显著 ($p < 0.05$);小写字母不同表示同一热烫时间、不同热烫温度条件下差异显著 ($p < 0.05$)。

图 2 不同热烫条件对 *a* 值的影响

Fig. 2 Effect of different blanching conditions on the value of *a*



注:大写字母不同表示同一热烫温度、不同热烫时间条件下差异显著 ($p < 0.05$);小写字母不同表示同一热烫时间、不同热烫温度条件下差异显著 ($p < 0.05$)。

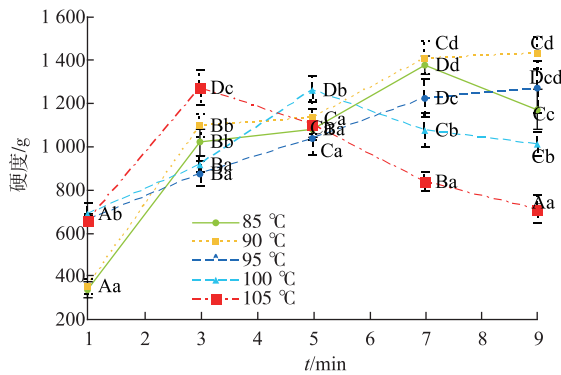
图 3 不同热烫条件对 *b* 值的影响

Fig. 3 Effect of different blanching conditions on the value of *b*

2.3 热烫条件对冻煮小龙虾尾肉质构的影响

图 4~6 分别显示了热烫条件对冻煮小龙虾产品尾肉的硬度、咀嚼性、弹性等重要质构参数的影响。加热温度和时间对冻煮小龙虾产品尾肉的质构参数有显著影响。热烫温度在 100~105 °C 之间尾肉的硬度、咀嚼性变化在 3~5 min 之间出现最大值,而

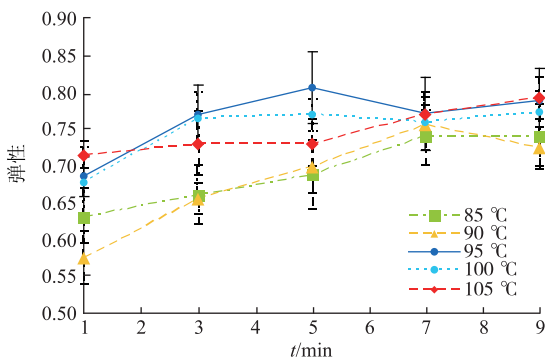
后随热烫时间呈现显著下降趋势 ($p < 0.05$); 热烫温度在 85~95 °C 之间冻煮小龙虾产品尾肉的硬度、咀嚼性随热烫时间呈现逐渐上升后稳定的趋势, 弹性呈现逐渐上升的趋势。整体来说, 冻煮小龙虾产品质构参数变化趋势类似。不同热烫条件下质构参数的上升主要是由于冻煮小龙虾产品尾肉中肌球蛋白组成的肌纤维直径增大, 组织结构变得紧实、致密, 因而硬度、咀嚼性、弹性上升^[16-17]。100~105 °C 下冻煮小龙虾产品尾肉硬度、咀嚼性在达到最大值后显著下降 ($p < 0.05$), 可能由于持续的高温加热下肌肉组织遭到破坏, 导致肌肉纤维束松散, 间隙变大^[9]。



注: 大写字母不同表示同一热烫温度、不同热烫时间条件下差异显著 ($p < 0.05$); 小写字母不同表示同一热烫时间、不同热烫温度条件下差异显著 ($p < 0.05$)。

图 4 不同热烫条件下硬度变化曲线

Fig. 4 Changes in hardness in different blanching conditions



注: 大写字母不同表示同一热烫温度、不同热烫时间条件下差异显著 ($p < 0.05$); 小写字母不同表示同一热烫时间、不同热烫温度条件下差异显著 ($p < 0.05$)。

图 5 不同热烫条件下咀嚼性变化曲线

Fig. 5 Changes in chewiness in different blanching conditions

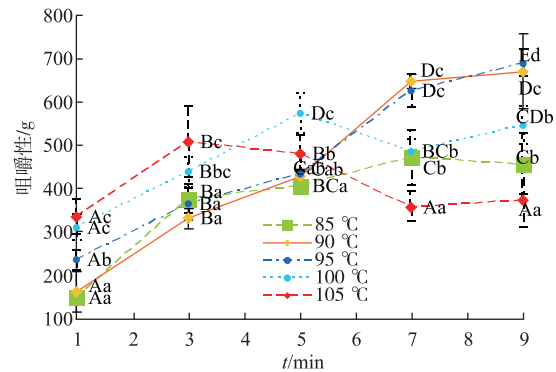


图 6 不同热烫条件下弹性变化曲线

Fig. 6 Changes in springiness in different blanching conditions

2.4 热烫条件与冻煮小龙虾感官评分的影响

表 2 为不同热烫工艺条件对冻煮小龙虾产品感官评定的影响。可以看出, 85~95 °C 下热烫条件得到的产品的色泽感官评分明显低于 100~105 °C 热烫条件下产品感官评分 ($p < 0.05$), 色泽 a 值、 b 值都超过 20.00, 色泽感官较好。不同热烫条件下冻煮小龙虾产品口感的感官评分趋势与质构参数趋势类似, 在热烫条件为温度 100~105 °C, 时间 3~5 min 出现综合感官评分最大值。

表 2 不同热烫工艺条件对冻煮小龙虾感官评定的影响

Table 2 Effect of different blanching conditions on the sensory evaluation of crayfish

热烫条件	色泽	口感	综合得分
85 °C, 7 min	2.8±0.53 ^a	6.5±0.57 ^a	4.6±0.55 ^{d0}
85 °C, 9 min	3.6±0.63 ^a	7.3±0.37 ^b	5.5±0.50 ^b
90 °C, 5 min	3.2±0.45 ^a	6.3±0.53 ^a	4.8±0.49 ^a
90 °C, 7 min	4.0±0.48 ^b	7.5±0.34 ^b	5.8±0.41 ^b
90 °C, 9 min	3.9±0.52 ^b	7.6±0.57 ^b	5.7±0.55 ^b
95 °C, 5 min	5.6±0.42 ^c	7.8±0.49 ^b	6.7±0.45 ^c
95 °C, 7 min	6.4±0.35 ^d	8.3±0.37 ^c	7.4±0.36 ^d
95 °C, 9 min	6.8±0.52 ^d	8.0±0.34 ^b	7.4±0.43 ^d
100 °C, 3 min	8.2±0.37 ^e	9.2±0.42 ^d	8.7±0.39 ^f
100 °C, 5 min	8.4±0.51 ^e	8.6±0.32 ^d	8.5±0.42 ^e
100 °C, 7 min	8.8±0.48 ^e	7.5±0.49 ^b	8.2±0.48 ^e
105 °C, 3 min	8.5±0.34 ^e	9.3±0.28 ^d	8.9±0.31 ^f
105 °C, 5 min	9.0±0.46 ^e	8.0±0.35 ^b	8.5±0.40 ^e
105 °C, 7 min	8.7±0.35 ^e	6.2±0.53 ^a	7.5±0.44 ^b

3 结语

在 85~95 °C 下热烫, 热烫过程中小龙虾总蛋白酶活性下降缓慢, 完全失活需要 5~7 min, 并且该条

件下得到的冻煮小龙虾产品色泽、质构及综合感官评价较差;在 100~105 °C 下热烫 3 min 能够迅速降低总蛋白酶活性,冻煮小龙虾产品指标较好。综上所述可知,不同热烫条件下得到的小龙虾产品品质差异明显,在温度 100~105 °C 和时间 3~5 min 范围条

件下热烫,可以使小龙虾蛋白酶完全钝化,对应的冻煮小龙虾产品指标较为理想。小龙虾在大规格夹层锅中进行热烫,很难均匀获得以上适宜范围的处理条件,从而不可避免地会出现用批产品品质不均匀的现象。

参考文献:

- [1] DING Jianying, KANG Xin, XU Jianrong. Analysis and evaluation of *Procambarus clarkii* muscle nutrition[J]. **Fisheries Science & Technology Information**, 2010, 37(6):298-301. (in Chinese)
- [2] FENG Gongneng, WANG Aimin, SHAO Rong, et al. Analysis and evaluation of nutrients of *Procambarus clarkii* at different growth stages[J]. **Agricultural Sciences**, 2011, 39:383-385. (in Chinese)
- [3] 农业部渔业局. 中国渔业统计年鉴[M]. 北京:中国农业出版社, 2011.
- [4] HAN Yujie, LI Xueying, YANG Xianshi. Separation, purification and some properties of protease from antarctic krill [J]. **Food and Fermentation Industries**, 2011, 37(10):92-95. (in Chinese)
- [5] 夏文水. 食品工艺学[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2007.
- [6] MA Zhengran, JIANG Qixing, XU Yanshun, et al. Changes in color hijiki blanching process [J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2016, 35(10):1106-1112. (in Chinese)
- [7] YUAN Yonghui. Study on sterilization value of cooking and sterilizing in the production of exported frozen crawfish [J]. **Journal of Inspection and Quarantine**, 2011(2):22-24. (in Chinese)
- [8] NIAMEY C, DEVAHASTIN S, SOPONRONNARIT S. Changes in protein compositions and their effects on physical changes of shrimp during boiling in salt solution[J]. **Food Chemistry**, 2008, 108(1):165-175.
- [9] 何学连. 白对虾干燥工艺的研究[D]. 无锡:江南大学, 2008.
- [10] ANHELLER J E, HELLGREN L, KARLSTAM B, et al. Biochemical and biological profile of a new enzyme preparation from antarctic krill (*E. superba*) suitable for debridement of ulcerative lesions [J]. **Archives of Dermatological Research**, 1989, 281(2):105-110. (in Chinese)
- [11] CUI Yangyang, JIANG Qixing, XU Yanshun. Effects of dipping and tasting on quality of frozen frozen crayfish[J]. **Food Science and Technology**, 2014, 35(14):297-300. (in Chinese)
- [12] SUN Yang, JIANG Qixing, XU Xueqin, et al. Study on frying process of semi-dried silver carp fillet [J]. **Food and Machinery**, 2012, 28(3):59-61. (in Chinese)
- [13] 郭力. 小龙虾即食产品的研制[D]. 无锡:江南大学, 2010.
- [14] 潘创. 凡纳滨对虾壳中 β 虾青蛋白的提取、纯化及其性质研究[D]. 湛江:广东海洋大学, 2014.
- [15] CHAYEN NE, CIANCI M, OLCZAK A, et al. Apocrustacyanin A1 from the lobster carotenoprotein α -crustacyanin: crystallization and initial X-ray analysis involving softer X-rays[J]. **Acta Crystallographica Section D**, 2000, 56(8):1064-1066.
- [16] JIANG Qixing, SHEN Lili, TANG Fengli, et al. Effect of heating temperature on color and texture bighead [J]. **Food Science**, 2013, 34(17):67-70. (in Chinese)
- [17] ZHANG Liyan, WU Bing, BAO Likun. Effects of heating on tenderness, texture and microstructure of breast in Sanhuang chicken [J]. **South China University of Technology(Natural Science)**, 2012, 40(8):116-121. (in Chinese)