

预油炸虾肉上浆配料的优化

赵钜阳, 郑昌江, 石长波*, 尹若涵

(哈尔滨商业大学旅游烹饪学院, 哈尔滨 150076)

摘要: **目的** 研究上浆配料对预油炸虾肉半成品品质的影响并确定最佳上浆配料配方。**方法** 将上浆配料上浆至虾肉中并进行预油炸处理, 通过测定预油炸虾肉半成品的出品率、水分含量、嫩度和感官评价, 研究淀粉、水、蛋液和食盐 4 种上浆配料对虾肉半成品品质的影响。在单因素试验的基础上, 进行正交试验, 得到 4 种上浆配料对虾肉半成品感官总分影响的最佳添加量。**结果** 在上浆配方中淀粉添加量是影响虾肉半成品感官总分的最关键因素。当淀粉、水、蛋液和食盐的添加量分别为虾肉质量的 9%、9%、9%和 1.7%时, 虾肉半成品具有最佳的品质特性。**结论** 本试验的研究为未来虾类方便食品的工业化生产提供了一定的技术参数。

关键词: 上浆; 虾肉; 品质; 预油炸

Optimization of starching recipe for fried shrimp

ZHAO Ju-Yang, ZHENG Chang-Jiang, SHI Chang-Bo*, YIN Ruo-Han

(College of Tourism and Cuisine, Harbin University of Commerce, Harbin 150076, China)

ABSTRACT: Objective To investigate the effects of different starching recipes on quality of fried shrimp and establish the optimum proportions of the starching recipes. **Methods** The starching recipes were starched onto the shrimp and then the shrimp was fried. Through the determination of the cooking yield, water content, shear force and sensory evaluation, the formula of the starching recipes was optimized by single factor experiment. On the basis of single factor experiment, orthogonal experiments were carried out to get the optimum amount of total sensory effect of 4 kinds of ingredients on semi-finished products. **Results** The starch recipe was found to play the most important role in the quality of fried shrimp. The optimal recipes for fried shrimp meat were as follows: starch was 9%, water was 9%, egg was 9%, and salt was 1.7% (content of raw meat). **Conclusion** The study provides some technical parameters for the future industrial production of shrimp convenience food.

KEY WORDS: starching; shrimp; quality; fried

1 引言

上浆是中式菜肴加工中经常采用的肉类嫩化技术, 通常在肉类加工前进行, 能够有效提高肉制品的水分含量和嫩度等感官品质^[1]。传统烹饪技术中的上浆主要是将烹

饪原料切成所需料型后, 根据所制作的菜品的风味需要加入精盐、料酒、鸡精、淀粉、姜片、葱段和蛋液等调辅料后, 进行搅拌均匀, 从而使每块原料均匀粘裹上一层薄薄的浆液, 进而减少肉制品与烹饪媒介(如热油)的直接接触, 进而提高其水分含量和嫩度^[2]。除此之外, 由于上浆中添

基金项目: 黑龙江省普通本科高等学校青年创新人才培养计划(UNPYSCT-2016053)

Fund: Supported by Young Innovative Talent Training Foundation of Ordinary Undergraduate Course Colleges and Universities in Heilongjiang (UNPYSCT-2016053)

***通讯作者:** 石长波, 教授, 主要研究方向为烹饪科学。E-mail: shicb777@sina.com

***Corresponding author:** SHI Chang-Bo, Professor, College of Tourism and Cuisine, No.138, Tongda Road, Daoli District, Harbin 150076, China. E-mail: shicb777@sina.com

加的一些调味料,因此上浆还具有去除异味、增加食材香味、保持肉类主料口感细嫩的作用。

然而目前国内外对上浆工艺的研究还较少,起初对其工艺并不是太了解,随着社会的发展,人们对上浆工艺的程序和方法、作用和原料的选择有了进一步的了解。张建军等通过上浆工艺对低温保藏上浆猪肉丁^[3]和冷藏上浆鸡肉片^[4]的研究发现,上浆工艺的作用就是避免原料直接与高油温接触,使蛋白质在低温下变性成熟,保持原料内部水分与成味物质不易流失,并使原料在加热中不易破碎,从而起到保嫩、保鲜、保持形态、提高风味与营养的综合优化作用。此外有研究发现,上浆的原料也应当选择较为鲜嫩的动物性原料,如后熟期肌肉原料,因为此时肉体软化,肌原纤维破碎持水性提高,ATP在酶的作用下变成风味物质肌苷酸,部分蛋白质则可变成肽、氨基酸等风味物质^[5]。而且对于不同的材料,对其进行的上浆处理也会有所差异^[6]。目前人们对于上浆配料的添加量主要还是依赖于厨师的经验,并没有形成一定的规范化标准统一起来,而且由于不同原料其上浆配料的组成、比例和添加略有不同,因此应当有针对地对不同原料的上浆工艺进行优化研究。目前关于上浆配方有关的文献和报导,主要原料大多是牛肉片和鸡肉丁等动物性原料制品^[2-4],对于其他类原料的上浆配方和工艺(例如水产品)的研究还非常少,对于虾仁制品的上浆配方和工艺的研究更是少之又少。此外,对于上浆配料添加量的优化主要还是依赖于感官评价的测定结果,较为主观,没有较为客观的测定和评价方法。

本文研究了不同上浆配方对虾肉品质的影响,通过对虾肉半成品的水分含量、出品率、剪切力和感官评定进行测定,选择最适合的上浆配方,从而为虾肉预油炸半成品的工业化标准生产提供可行性理论依据与参数。

2 材料与方法

2.1 试验材料

虾肉原料:中国对虾,哈尔滨市家乐福超市;食盐、淀粉、水、蛋液均为食用级。

2.2 试验仪器

ESJ182-4 电子天平(沈阳天平仪器有限公司);TMS-Touch 250N 质构仪(美国 Food Technology Corporation 公司);DHG-9013A 电热鼓风干燥箱(上海一恒科学仪器股份有限公司);YZ-1531 多功能油炸锅(广东友田家用电器有限公司)。

2.3 试验方法

2.3.1 虾肉半成品制作工艺与要点

新鲜虾肉→去虾皮、虾线→洗净→上浆→包装→虾肉半成品

将新鲜虾肉去皮,洗净,按虾肉重比例称取淀粉、食盐、蛋液和水,将这些原料混合后制成上浆液,加入到洗好的虾肉中,将其与虾肉均匀混合,根据之前的试验结果^[1]及预实验结果醒浆时间为 15 min。将上浆后的虾肉于 140 ℃油炸锅中加热 90 s 后冷却进行托盘包装后待测。

2.3.2 上浆配方的单因素试验

影响虾肉半成品品质的重要影响因素是上浆配料中添加原料的种类和用量,根据预试验结果发现淀粉、水、蛋液、盐和料酒被作为虾肉半成品上浆配料的组成部分,但是料酒的添加量较少,且对虾肉品质的影响不大,因此在试验中料酒不进行单因素研究,将料酒的添加量固定为虾肉质量的 1%(之后的试验中不再提及)。此外,由于不同中式菜肴的风味特点不同,为了使得虾肉半成品在中式虾肉菜肴中的应用更加广泛,其他具有特殊风味的调辅料(如葱、姜和辣椒等)在上浆过程中不进行添加。因此本试验通过研究淀粉、水、蛋液、盐这 4 种成分的不同添加量对虾肉半成品的影响,从中找出对于虾肉半成品的最佳上浆配料。每组试验重复 2 次进行。

(1) 淀粉添加量对虾肉半成品质量的影响

将淀粉的添加量规定为虾肉质量比的 4%、6%、8%、10%、12%,每组虾肉样品使用 18 只虾,食盐、水和蛋液的添加量分别固定为虾重的 1.5%、10%和 8%。上浆后的虾肉于 140 ℃油炸锅内加热 90 s,冷却后测定其出品率、剪切力、水分含量和感官质量。

(2) 水分添加量对虾肉半成品质量的影响

将水的添加量规定为虾肉质量比的 6%、8%、10%、12%、14%,每组虾肉样品使用 18 只虾,淀粉添加量为上述试验筛选出的最佳淀粉添加量,食盐和蛋液的添加量分别固定为虾重的 1.5%、8%。上浆后的虾肉于 140 ℃油炸锅内加热 90 s,冷却后测定其出品率、剪切力、水分含量和感官质量。

(3) 蛋液添加量对虾肉半成品质量的影响

将蛋液的添加量规定为虾肉质量比的 4%、6%、8%、10%、12%,每组虾肉样品使用 18 只虾,食盐的添加量为虾重的 1.5%。淀粉和水的添加量为按上述试验筛选出的最佳添加量。上浆后的虾肉于 140 ℃油炸锅内加热 90 s,冷却后测定其出品率、剪切力、水分含量和感官质量。

(4) 食盐添加量对虾肉半成品质量的影响

将食盐的添加量规定为虾肉质量比的 0.5%、1%、1.5%、2%、2.5%,每组虾肉样品使用 18 只虾,淀粉、水和蛋液的添加量均按上述试验筛选出的最佳添加量。上浆后的虾肉于 140 ℃油炸锅内加热 90 s,冷却后测定其出品率、剪切力、水分含量和感官质量。

2.3.3 上浆配方正交试验

上浆配方的正交试验设计表采用 Minitab 16 进行设计。正交试验各个因素的名称和水平值见表 1。

表 1 正交设计各因素及水平
Table 1 Factors and levels of the orthogonal test

水平值	因素			
	淀粉(%)	水(%)	盐(%)	蛋液(%)
1	7	9	1.3	7
2	8	10	1.5	8
3	9	11	1.7	9

注: 在图表中各个试验因素的水平值都以各因素与虾肉的质量比计算

2.3.4 测定指标

(1)出品率

将上浆后的虾肉进行称重、加热后, 待其冷却, 并将油沥干, 再对其就进行称重。每组样品重复 3 次进行。计算出品率的公式如下所示:

出品率(%)=加热后虾肉的重量/加热前虾肉的总质量^[7]。

(2)水分含量

恒温干燥法: 参照 GB 50093-2010 《食品中水分的测定》^[8]进行测定。

(3)剪切力

虾肉半成品剪切力用单刀剪切探头测定, 起始力 0.3 N, 测试速度为 30 mm/s, 回程速度为 60 mm/s, 回程距离为 40 mm, 在进行剪切力测定时, 每组样品重复 8 次进行。

(4)感官评价

邀请经过感官评价培训且具有较强感官评价能力

的 8 位人员组成评定小组, 评价采用双盲法, 根据表 2 所示的感官评定的要求和标准对虾肉半成品的色泽、味道、口感、组织形态和总体可接受性进行评定。其中 1 分为最低分, 9 分为最高分, 通过各位评审的评定, 来判断虾肉的优劣。

2.4 数据处理

每次试验每组试验, 设置 3 个平行样, 最后的结果用平均数±SD 表示。数据分析采用 Statistix 8.1(分析软件 St Paul.MN)软件包中 Linear Models 程序分析。差异显著性采用 Sigmaplot 9.0 软件进行作图

3 结果与讨论

3.1 上浆配方单因素试验结果与讨论

3.1.1 淀粉添加量对虾肉半成品质量的影响

在中式烹饪的菜肴当中, 上浆是虾肉致嫩的有效方法, 在上浆后的虾肉表面能够形成一层保护膜, 使虾肉不与热油直接接触, 间接受热, 能大限度地保持虾的水分, 使烹调后的虾仁饱满鲜嫩。淀粉也就是俗称的“芡”, 为白色无味粉末, 主要从玉米、甘薯等含淀粉多的物质中提取, 在烹饪中具有无可替代的效用^[9]。淀粉作为上浆配料中的组成部分在虾肉受热的过程当中会发生糊化^[10], 从而在虾肉的外部形成一层薄膜, 对虾肉进行保护, 使虾肉中的水分不易流失, 进而增加虾肉的持水力^[11]。

表 2 感官评价评分细则
Table 2 Scoring rules of sensory evaluation

指标	评分细则	评分
色泽	虾肉颜色呈淡红, 虾肉中带有油光, 富有食欲	7~9 分
	虾肉颜色较深或较浅, 光泽稍微暗淡	4~6 分
	虾肉颜色发白或过深, 无光泽	1~3 分
味道	虾肉肉味浓郁, 咸淡适中, 滋味丰满	7~9 分
	虾肉肉香较淡, 略咸或略淡	4~6 分
	虾肉很咸或无咸味, 无肉香	1~3 分
口感	虾肉肉质软烂适度, 肉质鲜嫩, 入口爽滑	7~9 分
	虾肉有略微柴感, 干涩或有轻微发粘	4~6 分
	虾肉肉质不烂, 硬感, 干涩或发粘	1~3 分
组织形态	虾肉肉质紧密, 弹性好, 无裂痕	7~9 分
	虾肉肉质较有弹性, 有裂痕	4~6 分
	虾肉质粗糙肉质松散, 有明显裂痕	1~3 分
总体可接受性	所接受度高所接受度适中	7~9 分
	所接受度差	4~6 分
		1~3 分

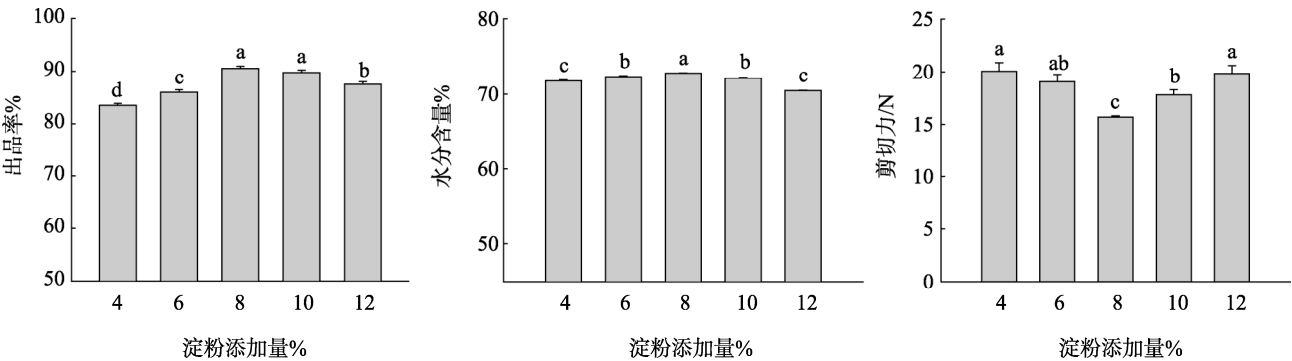
图 1 是添加不同量的淀粉对虾肉半成品出品率、水分含量、剪切力的影响,结果如图所示,在虾肉中淀粉添加量为 8%和 10%时,虾肉出品率最高($P<0.05$),淀粉添加量为 8%时,虾肉的水分含量达到最大值($P<0.05$),而当其加入的淀粉量超过 8%时,出品率逐渐下降,这可能是由于虾肉表面被包裹了大量的淀粉,糊化层如果过厚会产生重力作用,虾肉表面的糊化层容易脱落^[12],致使虾肉表面暴露失水,出品率下降,水分含量降低;而当淀粉添加量为 8%时,虾肉嫩度显著高于其他各处理组($P<0.05$),淀粉添加量继续增加,嫩度降低,淀粉量超过 10%时,嫩度略微提高,但是虾肉表面淀粉量过多,糊化层在重力作用下容易脱落。感官评价结果显示(表 3),当淀粉量过低时,虾肉半成品的色泽偏淡,当淀粉量过高时,色泽偏深,尤其是当其添加量高于 8%时,虾肉的口感逐渐降低,原因可能是淀粉添加量逐渐增多,改变了虾肉的嫩度和口感,使其降低,从而使虾肉半成品的总体可接受性降低,因此,在感官评价中,当淀粉添加量为 6%和 8%时,虾肉的色泽、味道、组织形态、口感和总体可接受性最佳。再综合考虑水分含量、出品率、剪切力和感官评价这几项指标,虾肉上浆配方中淀粉最佳添加量为 8%。

3.1.2 水分添加量对虾肉半成品质量的影响

在烹饪工艺中,水起着重要的作用,作为溶剂^[13],水可以溶解营养物质、风味物质、异味物质和有害物质,具

有综合风味、作反应场所或反应物破坏苦味物质和有害物质的作用;作为浸胀剂^[14],高分子化合物在水中引起体积增大的现象。在虾肉半成品的制作过程中,水的作用则是作为溶剂,将盐、蛋液等物质溶解,并且由于淀粉颗粒不溶解,则使其分散,使虾肉表面的淀粉颗粒均匀分布;而且,水还具有浸润作用^[15],使水和虾肉蛋白质产生水合作用^[16],以此增加虾肉的嫩度。上浆时,应当加入一定量的水分,但是添加量应该适当,过多或过少均会影响虾肉的质量。

图 2 表示水分添加量对虾肉出品率、水分含量和剪切力的影响,如图所示,当添加水分的量为虾肉质量的 10%时,虾肉的出品率和水分含量最高,如果继续提高水分的添加量,出品率和水分含量反而会降低,而且当水分添加量为 10%时,虾肉的剪切力最小($P<0.05$),逐渐增加水分添加量时,剪切力反而会增大,则说明,添加量为 10%时虾肉的嫩度最佳。因为,加入的水分适当时,虾肉会将水分完全吸收,如果水分过多,则不能完全吸收。给虾加水后,在亲水官能团和水分之间会发生水合作用,水吸附在虾肉蛋白质上,增加了虾肉的含水量,出品率也随之增加,并且提高了虾肉的嫩度^[17],当水超过 10%时,虾肉表面的浆液容易脱落,虾肉在油中与油充分接触,使其变硬或发粘,这时的水分大量流失,其出品率、水分含量和嫩度均下降。表 4 所示,水分添加量为 8%和 10%时,其虾肉半成



注: 图中不同字母表示差异显著($P<0.05$)

图 1 淀粉添加量对虾肉出品率、水分含量和剪切力的影响($n=3$)

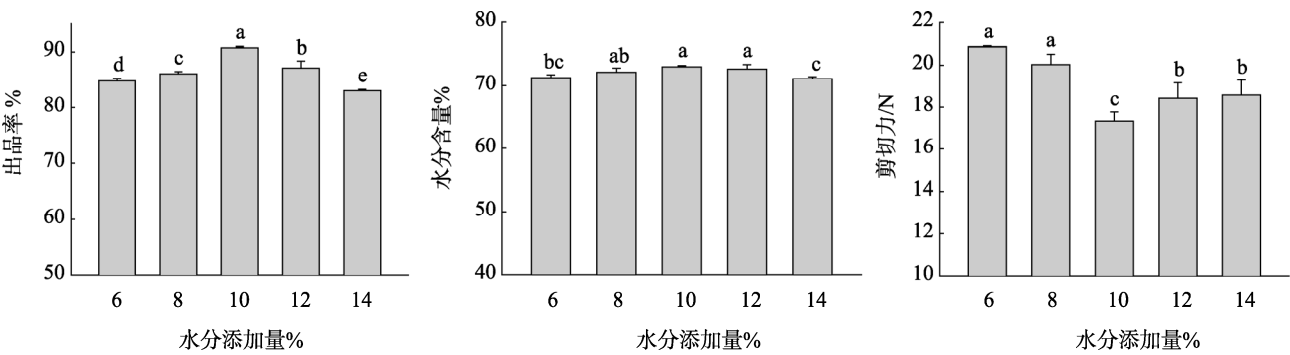
Fig. 1 Effects of different levels of starch on cooking yield, moisture content and shear force of cooked shrimp ($n=3$)

表 3 淀粉添加量对虾肉半成品感官质量的影响($n=3$)

Table 3 Effects of different levels of starch on sensory evaluation of cooked shrimp ($n=3$)

添加量/%	感官评价				
	色泽	味道	组织形态	口感	总体可接受性
4	3.69±1.08 ^b	6.15±1.03 ^a	4.65±0.80 ^b	5.62±0.65 ^b	4.39±0.46 ^d
6	5.55±0.59 ^{ab}	6.28±0.74 ^a	6.28±0.62 ^{ab}	6.12±0.76 ^{ab}	5.48±0.15 ^{bc}
8	6.42±0.70 ^a	6.53±0.59 ^a	6.62±0.50 ^a	6.61±0.53 ^a	6.75±0.48 ^a
10	6.24±0.54 ^a	6.66±0.84 ^a	5.88±0.53 ^{ab}	5.96±1.12 ^{ab}	6.43±0.56 ^{ab}
12	4.50±0.74 ^{ab}	5.87±0.53 ^a	5.01±1.00 ^{ab}	4.98±0.54 ^b	5.10±0.85 ^{cd}

注: 在相同列中不同字母代表差异显著($P<0.05$)



注: 图中不同字母表示差异显著($P < 0.05$)

图 2 水分添加量对虾肉出品率、水分含量和剪切力的影响($n=3$)

Fig. 2 Effects of different levels of water on cooking yield, moisture content and shear force of cooked shrimp ($n=3$)

表 4 水分添加量对虾肉半成品感官质量的影响($n=3$)

Table 4 Effects of different levels of water on sensory evaluation of cooked shrimp ($n=3$)

添加量/%	感官评价				
	色泽	味道	组织形态	口感	总体可接受性
6	5.29±0.67 ^{bc}	6.22±0.78 ^a	4.56±0.51 ^c	4.75±0.71 ^b	5.06±0.21 ^c
8	6.06±0.54 ^{ab}	6.34±0.66 ^a	6.39±0.39 ^{ab}	6.69±0.65 ^a	6.45±0.55 ^b
10	7.04±0.36 ^a	6.55±0.55 ^a	7.07±0.31 ^a	6.96±0.96 ^a	7.53±0.42 ^a
12	5.75±0.67 ^{bc}	6.54±0.54 ^a	5.48±0.52 ^{bc}	6.60±0.62 ^a	6.22±0.7 ^b
14	4.78±0.78 ^c	6.59±0.59 ^a	4.96±0.96 ^c	5.23±0.77 ^b	4.86±0.75 ^c

注: 在同列中不同字母代表差异显著($P < 0.05$)

品的色泽、组织形态、口感最佳, 对其味道的影响不大, 10%的总体可接受度最高。综合出品率、水分含量、剪切力和感官评价这几项, 虾肉上浆配方中水分最佳添加量为 10%。

3.1.1.3 蛋液添加量对虾肉半成品质量的影响

鸡蛋是糊浆的重要原料, 在糊浆中既可为菜肴增加营养和色泽, 改变质感, 又可作为溶剂代替水起调和糊浆的作用^[18]。图 3 表示蛋液添加量对虾肉出品率、水分含量和剪切力的影响, 如图 3 所示, 当添加蛋液的量为虾肉质量的 8%时, 虾肉的出品率和水分含量最高($P < 0.05$), 如果继续提高蛋液的添加量, 出品率和水分含量反而会降低, 而且当蛋液添加量小于 8%时, 虾肉的剪切力最小, 逐渐增加蛋液添加量时, 剪切力反而会增大, 这是因为蛋液的凝固作用^[19], 加热后蛋白质发生热变性, 蛋液变性凝固, 上浆的原料加热时, 浆液中的蛋液通过变性凝固, 很快在原料的外部形成一层保护膜, 保护膜具有疏水性, 可以阻止原料中的水份向外渗透和蒸发, 使原料内部保持鲜嫩的质地, 因此适当的蛋液可以提高虾肉的出品率和水分含量; 而且由于蛋白的起泡作用^[20], 蛋白具有良好的起泡性, 经强烈搅拌后, 蛋白膜将混入的空气包围起来而形成泡沫。由于蛋白表面张力的作用, 迫使泡沫成为球形。不仅如此, 蛋白胶体本身的粘度和淀粉等原料的介入, 使这种泡沫变得

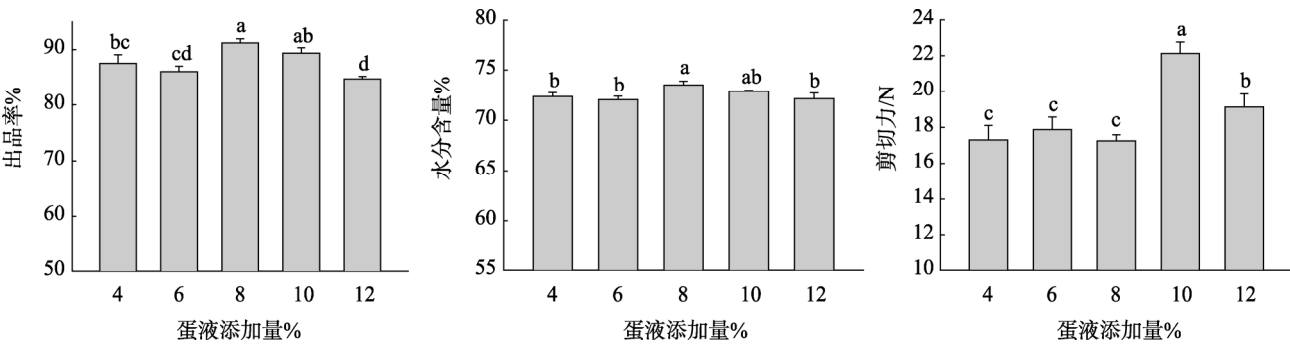
非常浓厚和坚实, 增强了泡沫的稳定性。烹调中利用蛋白的起泡性, 可以使虾仁具有松软鲜嫩的质感。但是如果蛋液的添加量过多则会由于蛋液的凝固作用, 则会导致虾肉表面过硬, 使其嫩度下降, 剪切力增大, 使虾仁的疏水性变差。表 5 所示, 蛋液添加量为 8%和 10%时, 其虾肉半成品的色泽、组织形态较好($P < 0.05$), 但是当其添加量超过 8%时, 蛋液凝固, 蛋白质变性, 使虾肉变硬, 口感降低, 可接受度下降, 对其味道的影响不大, 因此通过感官评价, 可以看出蛋液最佳添加量为 8%和 10%。综合出品率、水分含量、剪切力和感官评价这几项指标以及经济的角度, 虾肉上浆配方中蛋液最佳添加量为 8%。

3.1.1.4 食盐添加量对虾肉半成品质量的影响

食盐在人们日常烹调中的应用有着悠久的历史, 没有食盐的应用就没有中国烹饪的发展^[21]。由于食盐在烹调中具有重要作用, 我国习惯把它作为烹调中的主味。然而食盐在烹调中的作用远不止于此, 它还具有调鲜味和去异味的的作用^[22]。在上浆过程中, 一定量的食盐能够提取虾肉中的主要蛋白质肌原纤维蛋白, 增加了蛋白质表面的静电荷, 增强水化作用, 增加了虾肉表面的粘液, 使其粘稠, 使浆液和虾肉的结合稳定^[23]。图 4 表示食盐添加量对虾肉出品率、水分含量和剪切力的影响, 如图所示, 当添加食盐的量为虾肉质量的 1.5%时, 虾肉的出品率和水分含量最

高($P<0.05$), 如果继续提高水分的添加量, 出品率和水分含量反而会降低, 而且当食盐添加量为 1.5%时, 虾肉的剪切力也较小, 逐渐增加食盐添加量时, 剪切力反而会增大, 这是因为, 当食盐添加量比较低时, 食盐具有比较低的浓度, 引起水化作用发生的离子, 虾肉无法吸水去增加其黏性, 导致包裹的浆液不匀, 从而出品率和水分含量较低^[24]。当食盐的添加量过多时, 虾肉过咸, 而且食盐具有渗透压作用, 使虾肉蛋白质分子失去表面的水化层, 组织中大量的水分渗出, 导致虾肉脱浆^[25]。适当的食盐添加量,

可以使蛋白质表面的极性基团, 该基团和亲水性官能团一起, 增强蛋白质的水化作用, 虾肉吸水, 增加其粘性^[26], 从而虾肉的含水量和出品率增加, 剪切力降低。表 6 所示, 通过对其进行感官评定, 得出的结果为, 当食盐的添加量为 2%和 1.5%时, 虾肉的颜色和组织形态较好, 当食盐的添加量超过 1.5%时, 使虾肉过咸, 口感变差, 人们的可接受度降低, 因此通过感官评价得出食盐的最佳添加量为 1.5%。综合出品率、水分含量、剪切力和感官评价这几项, 虾肉上浆配方中食盐最佳添加量为 1.5%。



注: 图中不同字母表示差异显著($P<0.05$)

图 3 蛋液添加量对虾肉半成品出品率、水分含量、剪切力的影响($n=3$)

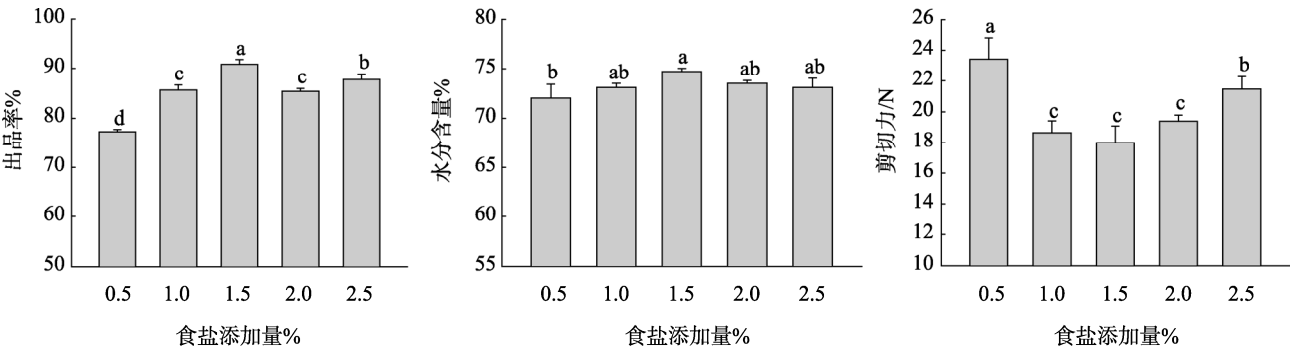
Fig. 3 Effects of different levels of egg liquid on cooking yield, moisture content and shear force of cooked shrimp ($n=3$)

表 5 蛋液添加量对虾肉半成品感官质量的影响($n=3$)

Table 5 Effects of different levels of egg liquid on sensory evaluation of cooked shrimp ($n=3$)

添加量%	感官评价				
	色泽	味道	组织形态	口感	总体可接受性
4	3.94±0.84 ^b	6.12±0.88 ^a	4.56±0.56 ^b	6.15±0.61 ^{abc}	5.25±0.33 ^c
6	5.66±0.63 ^{ab}	6.25±0.25 ^a	4.77±0.69 ^b	6.78±0.26 ^{ab}	6.93±0.25 ^{bc}
8	6.89±0.56 ^a	6.56±0.56 ^a	6.88±0.88 ^a	7.63±0.35 ^a	7.17±0.42 ^a
10	6.63±0.67 ^a	6.77±0.77 ^a	6.74±0.67 ^a	5.76±0.76 ^{bc}	6.70±0.44 ^{ab}
12	5.68±0.65 ^{ab}	6.36±0.36 ^a	5.73±0.72 ^{ab}	4.76±0.71 ^c	5.40±0.43 ^c

注: 在相同列中不同字母代表差异显著($P<0.05$)



注: 图中不同字母表示差异显著($P<0.05$)

图 4 食盐添加量对虾肉半成品出品率、水分含量、剪切力的影响($n=3$)

Fig. 4 Effects of different levels of salt on cooking yield, moisture content and shear force of cooked shrimp ($n=3$)

表 6 食盐添加量对虾肉半成品感官质量的影响($n=3$)
Table 6 Effects of different levels of salt on sensory evaluation of cooked shrimp ($n=3$)

添加量%	感官评价				
	色泽	味道	组织形态	口感	总体可接受性
0.5	5.46±0.54 ^{bc}	5.67±0.67 ^{bc}	5.34±0.41 ^b	4.98±0.27 ^b	4.57±0.25 ^c
1	5.83±0.76 ^c	6.11±0.39 ^b	4.69±0.62 ^b	6.57±0.59 ^a	5.46±0.459 ^b
1.5	6.42±0.52 ^{ab}	7.03±0.25 ^a	6.60±0.56 ^a	7.27±0.45 ^a	7.10±0.66 ^a
2	7.11±0.70 ^a	5.19±0.35 ^{cd}	6.78±0.71 ^a	6.05±0.95 ^{ab}	6.37±0.35 ^a
2.5	4.78±0.78 ^c	4.60±0.53 ^d	4.56±0.56 ^b	4.87±0.87 ^b	4.30±0.36 ^c

注: 在相同列中不同字母代表差异显著($P<0.05$)

3.2 正交试验结果

淀粉、水、蛋液和食盐是制作浆液的重要原料, 它们能够保护虾肉的组织结构, 保持虾肉中的水分, 延缓水分流失, 虾肉老化, 增强虾肉表面的色泽, 提高虾肉的口感^[1]。

虾肉半成品的感官评价及其分析见表 7, 通过表可知, 第 4 组的感官评分最高, 为 33.43 分, 第 2 组的感官评分最低, 为 28.99 分。两者之间相差 4.44 分, 因素淀粉的极差最大, 为 2.71, 其次是蛋液, 为 2.06, 再其次为盐, 为 1.82, 最后是淀粉, 为 0.45。通过分析, 可以得出, 在试验中各水平的设计范围, 见表 1。以上因素对虾肉半成品的感官评定结果的影响, 从大到小为淀粉>蛋液>食盐>水, 并结合单因素实验得到上浆配料的最佳水平分别是: 淀粉 9%(A_3), 水 9%(B_1), 蛋液 9%(C_3), 食盐 1.7%(D_3)。在此条件下, 虾肉半成品的品质最佳, 在此条件下做验证实验(做 3 个平行实验), 得到虾肉半成品的出品率为 90.1%, 水分含量为 72.7%, 剪切力值为 14.9 N, 感官得分为 7.37±0.35。

表 7 感官评分的正交数据表
Table 7 Results of sensory evaluation for orthogonal test

组号	A	B	C	D	评分总和
1	7	9	7	1.3	29.2
2	7	10	8	1.5	28.99
3	7	11	9	1.7	31.68
4	8	9	9	1.5	33.42
5	8	10	7	1.7	32.48
6	8	11	8	1.3	29.71
7	9	9	8	1.7	32.77
8	9	10	9	1.3	32.55
9	9	11	7	1.5	32.67
K_1	29.96	31.80	31.45	30.49	
K_2	31.87	31.34	30.49	31.69	
K_3	32.67	31.35	32.55	32.31	
极差	2.71	0.45	2.06	1.82	
排序	1	4	2	3	

4 结 论

上浆是目前提高中式菜肴产品含水量和嫩度最常用的前处理方式。上浆配方和工艺对预油炸后虾肉的出品率、水分含量和嫩度和感官评价有显著的影响, 单因素实验结果表明, 上浆配方中淀粉、水、蛋液和食盐的添加量分别为 8%、10%、8%和 1.5%时, 虾肉半成品的出品率、水分含量和嫩度显著高于其他各处理组。在单因素基础上进行正交试验, 结果表明在上浆配方中淀粉添加量是影响虾肉半成品感官总分的最关键因素。当淀粉、水、蛋液和食盐的添加量分别为虾肉质量的 9%、9%、9%和 1.7%时, 虾肉半成品具有最佳的品质, 本试验的研究为未来虾类方便食品的工业化生产提供了一定的技术参数。

参考文献

[1] 赵钜阳, 李沛军, 孔保华, 等. 上浆配料对预油炸鸡肉丁半成品品质的影响[J]. 食品科技, 2013, 38(1): 153–158.
Zhao JY, Li PJ, Kong BH, et al. Effect on quality of fried chicken cube for different starching recipes [J]. Food Sci Technol, 2013, 38(1): 153–158.

[2] 张建军. 牛肉片上浆工艺与卫生研究[J]. 中国调味品, 2011, 36(8): 58–62.
Zhang JJ. Studies on the process conditions and the hygienic quality of the starched beef [J]. Chin Condiment, 2011, 36(8): 58–62.

[3] 张建军. 低温保藏中上浆猪肉丁卫生质量的变化[J]. 食品工业科技, 2012, 33(3): 340–342.
Zhang JJ. Changes of hygienic quality of starched pork during low-temperature preservation [J]. Sci Technol Food Ind, 2012, 33(3): 340–342.

[4] 张建军. 托盘包装上浆鸡肉片冷藏中品质的变化研究[J]. 食品科技, 2011, 36(10): 111–115.
Zhang JJ. Changes of the quality of the starched chicken with pallet packaging stored at low-temperature [J]. Food Sci Technol, 2011, 36(10): 111–115.

[5] 陈金标. 动物性烹饪原料的上浆与加热处理[J]. 扬州大学烹饪学报, 2004, 21(1): 33–35.
Chen JB. Starching and heating treatment of cooking materials [J]. Cuisine J Yangzhou Univ, 2004, 21(1): 33–35.

- [6] 陈金标. 原料不同上浆有别[J]. 食品与生活, 2004, 20(6): 36–37.
Chen JB. Different raw material with different starching method [J]. Food Life, 2004, 20(6): 36–37.
- [7] 刘梦娟, 蔡云洁, 梁子豪, 等. 滚揉工艺对调理鸡胸肉制品出品率的影响[J]. 食品科学, 2016, 37(14): 6–10.
Liu MJ, Cai MJ, Liang ZH, *et al.* Effects of tumbling on finished product yield of prepared chicken breast meat products [J]. Food Sci, 2016, 37(14): 6–10.
- [8] GB 50093-2010 食品中水分的测定[S].
GB 50093-2010 Determination of moisture in foods [S].
- [9] 孙秉江. 菜肴烹饪中勾芡的技术要领探讨[J]. 黑龙江科技信息, 2017, 12(3): 102.
Sun BJ. The techniques of starching method in cooking dishes [J]. Heilongjiang Sci Technol Inf, 2017, 12(3): 102.
- [10] 廖卢艳, 吴卫国. 不同淀粉糊化及凝胶特性与粉条品质的关系[J]. 农业工程学报, 2014, 30(15): 332–338.
Liao LY, Wu WG. Relationship between gelatinization and gel properties of different starch and their noodles [J]. Trans Chin Soc Agric Eng, 2014, 30(15): 332–338.
- [11] 曹玲, 张坤生, 任云霞. 玉米淀粉、魔芋胶和大豆分离蛋白对鸡肉丸持水力的影响[J]. 食品工业科技, 2015, 36(4): 227–230.
Cao L, Zhang KS, Ren YX. Effect of corn starch, konjac gum and soybean protein isolate on water holding capacity of chicken meatballs [J]. Sci Technol Food Ind, 2015, 36(4): 227–230.
- [12] 王青林, 张睿, 肖建东, 等. 湿热处理对不同淀粉理化特性的影响[J]. 食品工业, 2016, 37(12): 88–91.
Wang QL, Zhang R, Xiao JD, *et al.* Effects of heat-moisture treatment on the physicochemical properties of different starches [J]. Food Ind, 2016, 37(12): 88–91.
- [13] 杜淑琴. 烹饪中水的作用探析[J]. 四川烹饪高等专科学校学报, 2010, 23(1): 21–22.
Du SQ. A study on the role of water in cooking [J]. J Sichuan Higher Inst Cuisine, 2010, 23(1): 21–22.
- [14] 陈启兵. 水在烹饪中的作用[J]. 扬州大学烹饪学报, 2006, 23(1): 33–34.
Chen QB. The role of water in cooking [J]. Cuisine J Yangzhou Univ, 2006, 23(1): 33–34.
- [15] Zhao JY, Li PJ, Kong BH, *et al.* Effect of different starching recipes on quality of fried shredded meat in Chinese cuisine [J]. Adv Mater Res, 2012, 554–556: 1421–1428.
- [16] 许锦凤. 离子液体在水中的存在状态及离子液体水合作用的研究[D]. 沈阳: 辽宁大学, 2012.
Xu JF. Investigation on state of the ionic liquids in water and hydration of ionic liquids [D]. Shenyang: Liaoning University, 2012.
- [17] Raudone L, Raudonis R, Liaudanskas M, *et al.* Phenolic profiles and contribution of individual compounds to antioxidant activity of apple powders [J]. J Food Sci, 2016, 81(5): C1055.
- [18] 刘爽, 夏杨毅, 尚永彪. 鸡蛋清蛋白酶解产物的研究进展[J]. 食品科学, 2013, 34(15): 409–414.
Liu S, Xia YY, Shang YB. Advances in egg white protein hydrolysates [J]. Food Sci, 2013, 34(15): 409–414.
- [19] 陈彰毅, 赵燕, 涂勇刚, 等. 蛋清蛋白质凝胶化机理的研究进展[J]. 食品工业科技, 2014, 35(4): 369–373.
Chen ZY, Zhao Y, Tu YG, *et al.* Research progress in the gelation mechanism of egg white proteins [J]. Sci Technol Food Ind, 2014, 35(4): 369–373.
- [20] 熊星星, 王旭清, 司伟达, 等. 蛋清起泡性研究进展[J]. 食品工业科技, 2012, 33(21): 381–384.
Xiong XX, Wang XQ, Si WD, *et al.* Research progress in foaming ability of egg white [J]. Sci Technol Food Ind, 2014, 35(4): 369–373.
- [21] 杜淑琴. 钠盐在烹饪中的作用及原理[J]. 四川烹饪高等专科学校学报, 2009, 22(5): 25–27.
Du SQ. The role and principle of sodium salt in cooking [J]. J Sichuan Higher Inst Cuisine, 2009, 22(5): 25–27.
- [22] 毛羽扬. 食盐在烹饪调味中的作用[J]. 中国调味品, 1999, 24(5): 23–25.
Mao YY. The role of salt in condiment [J]. Chin Condiment, 1999, 24(5): 23–25.
- [23] 张秋会, 李苗云, 柳艳霞, 等. 食盐含量对熏煮鸡肉香肠的品质特性的影响[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版), 2017, 38(2): 62–67.
Zhang H, Li MY, Liu YX, *et al.* Effects of salt contents on the quality properties of cooked and smoked sausages [J]. J Inner Mongolia Agric Univ (Nat Sci Ed), 2017, 38(2): 62–67.
- [24] Esquivel-Peña V, Munguía-Acevedo NM, Miguel ERDS, *et al.* On the control of interferences in the potentiometric fluoride analysis of table salt samples [J]. J Food Compos Anal, 2016, 47: 60–68.
- [25] Yan MQ, Li MY, Han XZ. Behaviour of I/Br/Cl-THMs and their projected toxicities under simulated cooking conditions: Effects of heating, table salt and residual chlorine [J]. J Hazard Mater, 2016, 314: 105–112.
- [26] 王洁, 王岸娜, 吴立根, 等. 蛋白质与小分子间相互作用研究方法的进展[J]. 农产品加工学刊, 2013, 11(6): 43–45.
Wang J, Wang AN, Wu LG, *et al.* The progress in research methods for the interaction between proteins and small molecules [J]. Acad Period Farm Prod Process, 2013, 11(6): 43–45.

(责任编辑: 姜 珊)

作者简介



赵钜阳, 博士, 主要研究方向为烹饪科学, 食品科学。
E-mail: zhaojuyang1987@163.com



石长波, 博士, 教授, 主要研究方向为烹饪科学。
E-mail: shicb777@sina.com