

离子强度对鱿鱼鱼糜凝胶性能的影响

郭颖¹, 高红亮^{2*}, 郭萍², 麻丽霞², 任晨霞² (1. 长治医学院中心实验室, 山西长治 046000; 2. 华东师范大学, 上海 200062)

摘要 [目的]研究离子强度对鱿鱼鱼糜凝胶性能的影响。[方法]通过在漂洗液中添加钠盐、钙盐和镁盐,并采用单因素试验和正交试验优化漂洗工艺条件,考察其对鱿鱼鱼糜凝胶强度的作用效果。[结果]随着漂洗液中离子浓度的增加,鱿鱼鱼糜的凝胶强度呈先升后降的趋势,漂洗液中氯化钠浓度为2.0%,氯化钙浓度为0.2%,氯化镁浓度为0.15%,鱿鱼鱼糜的凝胶强度达到最大值。正交试验优化结果显示,添加0.05%氯化镁、0.4%氯化钙、2.0%氯化钠,鱿鱼鱼糜凝胶性能达到最大值。[结论]该研究优化了漂洗工艺条件,为海洋食品加工提供理论依据。

关键词 离子强度;鱿鱼鱼糜;凝胶性能

中图分类号 S986.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)14-0080-03

The Effect of Ionic Strength on the Gelling Property of Squid Surimi

GUO Ying¹, GAO Hong-liang^{2*}, GUO Ping² et al (1. Central Lab of Changzhi Medical College, Changzhi, Shanxi 046000; 2. East China Normal University, Shanghai 200062)

Abstract [Objective] To study the effect of ionic strength on the gelling property of squid surimi. [Method] Adding sodium salt, calcium salt and magnesium salt into wash liquid, its action effects of different compositions in wash liquid on the gel strength of surimi products were studied by single factor experiment and orthogonal experiment. [Result] With the increase of ionic concentration in wash liquid, the gel strength of squid surimi increased first and then decreased. When the concentration of NaCl in wash liquid was 2.0%, the concentration of calcium chloride was 0.2%, and the concentration of MgCl₂ was 0.15%, the gel strength of squid surimi reached its maximum. In the orthogonal test, in the condition of 0.05% MgCl₂, 0.4% calcium chloride and 2.0% NaCl, the gel strength of squid surimi reached its maximum. [Conclusion] The study optimized rinse process condition, in order to provide theoretical basis for marine food processing.

Key words Ionic strength; Squid surimi; Gel performance

鱼糜是海洋食品加工中的一种重要功能性原料,鱼糜经采肉、漂洗、擂溃等工艺而制成^[1]。鱼糜加工作为鱼肉蛋白质最典型的加工方法,具有悠久的历史,于20世纪80年代以模拟食品为代表开始风靡全球,目前日本、中国是世界上鱼糜制品生产量较大的2个国家,日本于20世纪60年代初成功开发了以狭鳕为原料生产冷冻鱼糜的工艺^[2],我国2000年产量超过20万t。然而市场对鱼糜制品的需求量仍不断增加,因此开发和利用其他渔业资源作为生产冷冻鱼糜和鱼糜制品的原料已越来越迫切。将资源丰富的鱿鱼成功加工成鱼糜制品,无疑是其综合开发利用的良好途径^[3]。鱿鱼具有高蛋白、低脂肪、白度好且产量丰富等特点,成为我国水产品加工增值的重要增长点。但由于鱿鱼高pH、高水分的特性,使其蛋白质弹性不足,凝胶特性差,具有酸、苦、涩等不良风味,严重制约了其加工利用^[4]。

漂洗可以去除鱼肉中残余的血污、有色物质、无机盐和脂肪以及腥臭成分,同时能除去一些鱼肉中的水溶性蛋白质,从而提高肌原纤维蛋白的浓度和鱼肉蛋白凝胶的凝胶强度,改善产品的色泽等各项感官指标^[5]。研究表明,鱼糜制品的凝胶强度受漂洗工艺中漂洗液的pH、钙离子浓度及漂洗工艺参数等因素的影响^[6]。笔者通过在漂洗液中添加钠盐、钙盐及镁盐,考察其对鱿鱼鱼糜凝胶强度的作用效果,并针对漂洗工艺中的各种影响因素,优化了漂洗工艺条件。

1 材料与方

1.1 材料 鱿鱼:购于当地市场,置于-80℃冻藏备用;马

铃薯淀粉、谷氨酸钠为市售食用级;氯化钠、氯化钙、氯化镁均为分析纯。

1.2 方法

1.2.1 不同浓度氯化钠漂洗液对鱿鱼鱼糜凝胶性能的影响。分别用0(CK)、0.5%、1.0%、2.0%、3.0%(W/V)的氯化钠溶液漂洗,漂洗温度为0℃,制作鱿鱼鱼糜凝胶制品,测定鱿鱼鱼糜凝胶性能。

1.2.2 不同浓度氯化钙漂洗液对鱿鱼鱼糜凝胶性能的影响。分别用0(CK)、0.1%、0.2%、0.4%、0.8%(W/V)的氯化钙溶液漂洗,漂洗温度为0℃,制作鱿鱼鱼糜凝胶制品,测定鱿鱼鱼糜凝胶性能。

1.2.3 不同浓度氯化镁漂洗液对鱿鱼鱼糜凝胶性能的影响。分别用0(CK)、0.05%、0.15%、0.30%、0.50%、1.00%(W/V)的氯化镁溶液漂洗,漂洗温度为0℃,制作鱿鱼鱼糜凝胶制品,测定鱿鱼鱼糜凝胶性能。

1.2.4 正交优化试验。以氯化镁、氯化钙、氯化钠漂洗液进行鱼糜漂洗工艺3因素3水平正交试验(表1)。

表1 正交试验设计

Table 1 Design of orthogonal experiment

水平 Level	因素 Factors		
	氯化镁(A) Magnesium chloride	氯化钙(B) Calcium chloride	氯化钠(C) Sodium chloride
1	0.05	0.1	0.5
2	0.15	0.2	1.0
3	0.30	0.4	2.0

1.3 质构测定 将制备好的鱼糜制品从4℃冰箱取出,然后将其切成2.5cm长的片段,用TA.XT.Plus型物性测定仪测定。测定方法:将鱼糜制品放在质构仪的载物平台上;质

作者简介 郭颖(1987—),女,山西长治人,助教,硕士,从事食品生物化学研究。*通讯作者,副教授,博士,从事食品生物化学研究。

收稿日期 2017-03-31

构仪平端柱型探头装上,正对着中间位置;由电脑控制探头下压至 1 cm 来测定硬度、弹性指标。P/36 不锈钢探头,各参数设定:测前速度 2.0 mm/s;测中速度 10.0 mm/s;测后速度 10.0 mm/s;压缩比为 40%,测试在室温下完成。每个处理做 3 个平行样。

2 结果与分析

2.1 不同浓度氯化钠漂洗液对鱿鱼鱼糜凝胶性能的影响

在漂洗过程中,不仅会洗去大部分肌浆蛋白,而且会导致部分肌原纤维蛋白的损失,而使用适当离子浓度的溶液进行漂洗,能减少肌原纤维蛋白的损失,增加鱼糜的凝胶性能^[7]。由图 1 可知,鱿鱼鱼糜凝胶的硬度和弹性均随着氯化钠浓度的增加而提高,当氯化钠浓度为 2.0% 时,鱿鱼鱼糜凝胶硬度和弹性均达到峰值,但当氯化钠浓度超过 2.0% 后,硬度和弹性显著降低($P < 0.05$)。因此,优选添加 2.0% 氯化钠漂洗液漂洗。

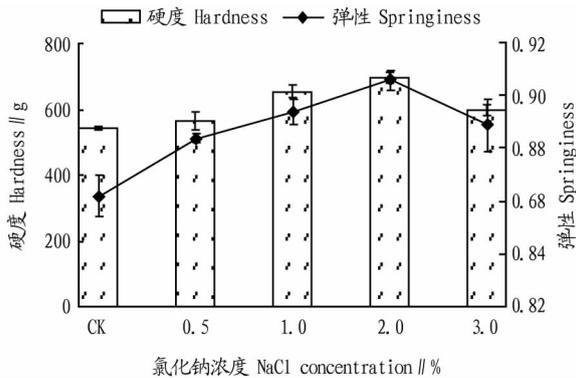


图 1 不同浓度氯化钠对鱿鱼鱼糜凝胶性能的影响

Fig. 1 Effects of different NaCl concentrations on squid surimi gelation

2.2 不同浓度氯化钙漂洗液对鱿鱼鱼糜凝胶性能的影响

添加一定浓度的氯化钙,可使鱿鱼鱼糜的凝胶性能得到一定的提高。这是因为适当浓度的钙离子在鱼糜凝胶过程中可激活谷氨酰胺转氨酶(TGase),然后催化谷氨酸残基中的 γ -羧基酰胺基团与其他氨基酸残基发生交联作用,通过共价键形成更牢固的网状结构^[8]。由图 2 可知,当氯化钙浓度为 0.1% 时,硬度、弹性与 CK 均差异显著($P < 0.05$)。当氯化钙浓度增加到 0.2% 时,硬度和弹性均达到最大,与 CK 相比,分别提高了 20.5% 和 2.0%。由此可知,漂洗液中的氯化钙对提高鱿鱼鱼糜的硬度作用显著,而对弹性的提高则作用不明显。因此,优选添加 0.2% 氯化钙漂洗液漂洗。

2.3 不同浓度氯化镁漂洗液对鱿鱼鱼糜凝胶性能的影响

氯化镁除可以调节漂洗液 pH 外,还可以结合一部分金属离子,降低蛋白质变性程度,一定程度上促进蛋白质凝胶^[9]。随着氯化镁浓度的增加,被螯合的金属离子也增加,造成鱼肉中离子强度过低,凝胶强度开始下降^[10]。由图 3 可知,添加 0.05% 氯化镁,硬度明显提高,与 CK 差异显著($P < 0.05$),添加 0.15% 氯化镁,硬度达到峰值,与 CK 相比提高了 42.3%。继续添加氯化镁,鱿鱼鱼糜凝胶硬度明显下降,与添加 0.15% 氯化镁之间差异显著($P < 0.05$)。而添加

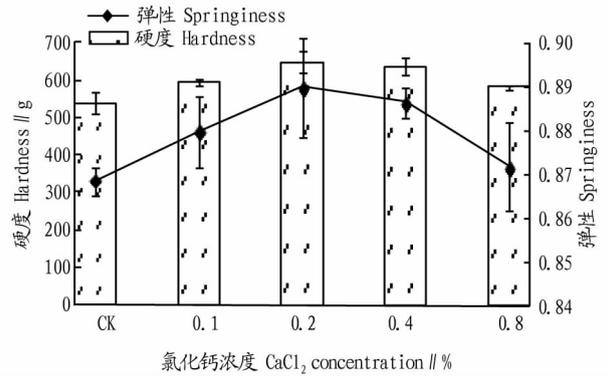


图 2 不同浓度氯化钙对鱿鱼鱼糜凝胶性能的影响

Fig. 2 Effects of different CaCl₂ concentrations on squid surimi gelation

2.4 正交优化结果

由表 2 可知,对鱿鱼鱼糜凝胶硬度的影响由高到低依次为氯化钠添加量、氯化镁添加量、氯化钙添加量。对于硬度最优化条件为 A₂B₃C₃,即氯化镁添加量 0.15%、氯化钙添加量 0.4%、氯化钠添加量 2.0%;直观分析结果显示,最佳组合是试验组 3,即氯化镁添加量为 0.05%、氯化钙添加量 0.4%、氯化钠添加量 2.0%。考虑到工业生产的成本问题,选择氯化镁添加量为 0.05%、氯化钙添加量 0.4%、氯化钠添加量 2.0%。方差分析结果表明,氯化镁和氯化钠对鱿鱼鱼糜凝胶硬度有显著影响,氯化钙对其无显著影响。3 种因素对弹性均无显著影响。

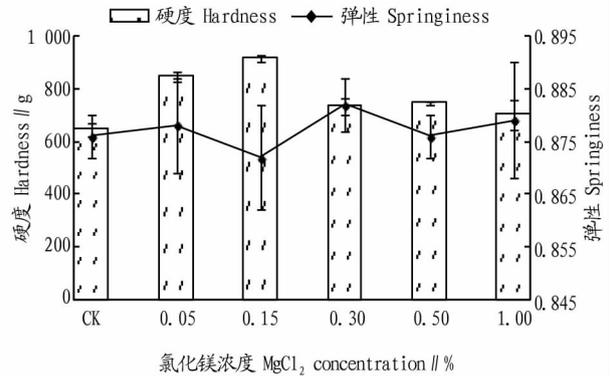


图 3 不同浓度氯化镁对鱿鱼鱼糜凝胶性能的影响

Fig. 3 Effects of different MgCl₂ concentrations on squid surimi gelation

3 结论

该研究结果表明,不同浓度离子强度均能提高鱿鱼鱼糜的凝胶性能。单独添加氯化钠、氯化钙、氯化镁均可提高鱿鱼鱼糜的凝胶性能,而 3 种漂洗液成分混合添加,均明显高于 3 种漂洗液成分单独添加得到的凝胶硬度和弹性,因而优选 3 种漂洗液成分混合添加。综合考虑,漂洗液优选添加 0.05% 氯化镁、0.4% 氯化钙、2.0% 氯化钠,可以考虑生产应用。

表2 正交试验结果
Table 2 Result of orthogonal test

试验号 No.	因素 Factors//%			硬度 Hardness//g	弹性 Springiness
	A	B	C		
1	0.05	0.1	0.5	971.349	0.871
2	0.05	0.2	1.0	1 203.995	0.983
3	0.05	0.4	2.0	1 465.659	0.941
4	0.15	0.1	1.0	1 233.913	0.899
5	0.15	0.2	2.0	1 401.453	0.961
6	0.15	0.4	0.5	1 154.958	0.902
7	0.30	0.1	2.0	1 109.004	0.887
8	0.30	0.2	0.5	959.921	0.921
9	0.30	0.4	1.0	1 205.441	0.876
硬度 Hardness	k_1	1 213.668	1 104.755	1 028.743	
	k_2	1 263.441	1 188.456	1 157.431	
	k_3	1 034.436	1 218.334	1 325.372	
	R	229.005	113.579	296.629	
弹性 Springiness	k_1	0.932	0.886	0.898	
	k_2	0.921	0.955	0.936	
	k_3	0.912	0.923	0.930	
	R	0.020	0.069	0.038	

参考文献

- [1] 王玉凤,李八方,张朝辉.漂洗对鲢鱼鱼糜凝胶和质构特性的影响[J].食品科学,2013,34(14):122-125.
- [2] 张晓栋,江虹锐,刘小玲.影响罗非鱼鱼糜凝胶性的工艺条件研究[J].食品科技,2016(8):114-120.
- [3] 薛长湖,刘艺杰,李兆杰,等.一种生产秘鲁鱿鱼鱼糜的方法:CN1785059A[P].2006-06-14.
- [4] 杨芳,吴永沛,陈梅香,等.阿根廷鲑鱼肌原纤维蛋白及肌肉组织凝胶保水性研究[J].水产科学,2008,27(8):386-389.
- [5] LERTWITTAYANON K, BENJAKUL S, MAQSOOD S, et al. Effect of different salts on dewatering and properties of yellowtail barracuda surimi [J]. International aquatic research, 2013, 5(1): 10.
- [6] 钱娟.罗非鱼低盐鱼糜的凝胶特性及其制品的研究[D].上海:上海海洋大学,2013.
- [7] 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,2012,33(14):399-403.
- [8] BLANCO-PASCUAL N, FERNÁNDEZ-MARTÍN F, MONTERO P. Jumbo squid (*Dosidicus gigas*) myofibrillar protein concentrate for edible packaging films and storage stability [J]. LWT-Food Science and Technology, 2014, 55(2): 543-550.
- [9] GREIFF K, AURSAND I G, ERIKSON U, et al. Effects of type and concentration of salts on physicochemical properties in fish mince [J]. LWT-Food Science and Technology, 2015, 64(1): 220-226.
- [10] SOW L C, YANG H S. Effects of salt and sugar addition on the physicochemical properties and nanostructure of fish gelatin [J]. Food hydrocolloids, 2015, 45: 72-82.
- [11] 刘登勇,周光宏,徐幸莲.确定食品关键风味化合物的一种新方法:“ROAV”法[J].食品科学,2008,29(7):370-374.
- [12] 姜绍通,潘丽军,汪国庭,等.食品抗氧化剂茶多酚热稳定性的研究[J].合肥学院学报(社会科学版),1998,15(4):11-13.
- [13] 孙宝国,刘玉平,郑福平.食用调香术[M].北京:化学工业出版社,2003.
- [14] 江新业,宋焕禄,夏玲君.GC-O/GC-MS法鉴定北京烤鸭中的香味活性化合物[J].中国食品学报,2008,8(4):160-164.
- [15] 刘源,周光宏,徐幸莲,等.顶空固相微萃取气质联用检测鸭肉挥发性风味成分[J].江苏农业学报,2005,21(2):131-136.
- [16] MOTTRAM D S, EDWARDS R A, MACFIE J H H. A comparison of the flavour volatiles from cooked beef and pork meat systems [J]. Journal of the science of food and agriculture, 1982, 33(9): 934-944.
- [17] FRANKEL E N, NEFF W E, SELKE E. Analysis of autoxidized fats by gas chromatography-mass spectrometry: VII. Volatile thermal decomposition products of pure hydroperoxides from autoxidized and photosensitized oxidized methyl oleate, linoleate and linolenate [J]. Lipids, 1981, 16(5): 279-285.
- [18] AI J. Headspace solid phase microextraction. Dynamics and quantitative analysis before reaching a partition equilibrium [J]. Analytical chemistry, 1997, 69(16): 3260-3266.
- [19] 刘源,周光宏,王锡昌,等.顶空固相微萃取气质联用检测八角挥发性风味成分[J].中国调味品,2007(1):67-69.
- [20] 谢良,许时婴.GC/MS分析八角茴香油[J].中国油脂,1997,22(5):43-45.
- [21] HALL R A, OSER B L. Recent progress in the consideration of flavoring ingredients under the food additives amendment. 3. GRAS substances [J]. Food technology, 1965, 19(2): 151-197.
- [22] 高京草,周存田,程智慧,等.大蒜挥发性成分顶空取样与固相微萃取GC-MS分析[J].食品研究与开发,2014,35(19):89-92.
- [23] 周江菊.顶空固相微萃取气质联用分析大蒜挥发性风味成分[J].中国调味品,2010,35(9):95-99.
- [24] 徐宗季,鞠兴荣,袁建,等.生姜精油挥发性物质的主成分分析[J].粮食与食品工业,2016,23(4):5-10.
- [25] 苗红林,翁新楚.月桂叶香气成分的初步分析[J].上海大学学报(自然科学版),2009,15(3):326-330.
- [26] 张怀予,王军节,陈国凡,等.水蒸气蒸馏法提取花椒精油及挥发性成分分析[J].食品与发酵工业,2014,40(7):166-172.
- [27] 石雪萍,张卫明.红花椒和青花椒的挥发性化学成分比较研究[J].中国调味品,2010,35(2):102-150,112.
- [28] 罗凯,朱琳,阙建全.水蒸气蒸馏-溶剂萃取、同时蒸馏萃取法提取花椒挥发油的效果比较[J].食品科技,2012,37(10):234-236.
- [29] 曹雁平,张东.超声辅助提取和超临界CO₂萃取花椒油树脂的挥发性成分对比分析[J].食品科学,2010,31(16):165-167.
- [30] 孟庆君,李凤飞,杨文江.不同提取方法对花椒提取物提取率和品质的影响[J].中国食品添加剂,2011(6):113-117.
- [31] 罗凯,朱琳,阙建全,等.同时蒸馏萃取法提取花椒挥发油的工艺优化[J].食品与发酵工业,2012,38(5):209-212.
- [32] 罗凯,朱琳,阙建全,等.不同产地青花椒和红花椒挥发油的比较研究[J].食品工业科技,2012,33(18):103-106.

(上接第72页)