

氯化钠添加量对香酥鱼片制备工艺及产品品质的影响

史亚萍,夏文水,姜启兴,许艳顺,许学勤*
(江南大学食品学院,江苏无锡 214122)

摘要:以粘度、质构、色差及产品膨化度为评价指标,结合扫描电镜观察,研究盐含量对香酥鱼片制备工艺及产品品质的影响。实验结果表明,在氯化钠添加量为0%~4%内,随着氯化钠含量增加,鱼浆粘度增加,鱼糕白度增加,质构变化显著,且产品膨化度增加。通过分别添加低钠盐、氯化钾及氯化钙,比较口味及膨化度实验,发现添加4%低钠盐可使产品获得高膨化度,且咸度适宜。

关键词:鲢鱼,氯化钠,低钠盐,膨化度,扫描电镜

Impact of NaCl content on the preparation process and product quality of fish crackers

SHI Ya-ping, XIA Wen-shui, JIANG Qi-xing, XU Yan-shun, XU Xue-qin*

(School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: With viscosity, texture, color and product expansion ratio as evaluation performances, combined with scanning electron microscope observation, the impact of NaCl content on the preparation process and product qualities of fish crackers were mainly studied. Experimental results showed that: when the NaCl content was within 0%~4%, as NaCl content increases, the viscosity of the surimi increases, whiteness of fish sticks increases and texture changes significantly, and expansion of the product increases. Low-sodium salt, KCl, and CaCl₂ were used to replace NaCl in testing the expansion and sensory effects of the product, it was showed that the formulation containing 4% low-sodium salt resulted in higher expansion and a suitable salinity.

Key words: silver carp; NaCl; low-sodium salt; expansion; SEM

中图分类号: TS254.5

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2013)08-0270-04

我国是世界淡水鱼生产大国,淡水鱼产量占水产品总产量的60%以上^[1]。目前,发达国家的水产品加工率在80%以上,而我国的水产品加工率不足30%,其中淡水鱼的加工率不到10%^[2]。造成淡水鱼加工率低下有多方面原因,比较突出的原因是一般淡水鱼鱼糜凝胶强度弱,另外,土腥味较重^[3]。目前市场上的淡水鱼制品主要有各种形式调味调理鱼制品和鱼糜制品。国内市售的龙虾片传统上是一种以淀粉及虾仁为主要配料的干制品,消费者在家油炸后可以得到令人喜爱的休闲膨化食品。然而这种龙虾片的鱼肉(或虾仁)含量仅为10%左右^[4],作为一种产品,其营养平衡方面有一定不足,淡水鱼原料利用程度也不高。Cheow等报道过利用黄姑鱼与木薯淀粉制备香酥鱼片,鱼肉含量可高达50%,但膨化度不太高^[5]。为此,本文拟从保证较高鱼肉含量的基础上提高产品膨化度的角度,研究盐含量对以白鲢鱼肉、面粉和淀粉为主料的油炸膨化鱼片的影响,以期开拓

展白鲢鱼加工利用率,提高其附加值,丰富市场休闲食品种类,打下一定实验研究基础。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

白鲢鱼 每条约2kg,购于无锡市雪浪菜市场;小麦面粉、玉米淀粉、小苏打、食用大豆油及低钠盐均购于无锡市大润发超市;氯化钠、氯化钙、氯化钾、氯化钠、无水乙醇、戊二醛等化学试剂均为分析纯,上海化学试剂公司。

AB204-N型精密电子天平、AB104-N型电子分析天平 Metter-Toledo Group公司;H.H.S11-2B型温水浴锅 上海医疗器械五厂;DGG-9240型恒温水浴锅 上海森信式实验仪器有限公司;JYC-2YBS型电磁炉 九阳股份有限公司;SQ2119DX型多功能食品加工机 西贝乐上海帅佳电子科技有限公司;VC890C+中心温度计 VICTOR仪器公司;HH21型高温温度计 OMEGA仪器公司;UltraScan Pro1166型色差仪 Hunterlab公司;AR1000型流变仪 TA公司;S-4800型电镜扫描仪 Hitachi公司;TA-XT2i型质构仪 Stable Micro Systems公司。

1.2 实验方法

收稿日期:2012-10-12 * 通讯联系人

作者简介:史亚萍(1987-),女,硕士研究生,研究方向:食品加工技术。

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项资金资助(CARS-46-22)。

1.2.1 工艺流程 香酥鱼片的制备工艺流程如下:

淀粉、面粉、配料

↓

新鲜鲢鱼→预处理→采肉→斩拌→蒸煮成型→老化→切片→干燥→油炸膨化→成品

1.2.2 操作要点

1.2.2.1 预处理 将新鲜鲢鱼去头、去内脏、去鱼鳞,彻底除去鱼腔中内脏和黑膜。

1.2.2.2 采肉 将上述鱼段采下的鱼肉,及时用冰水漂洗、冷却,冷藏备用。

1.2.2.3 斩拌 按实验设计,称取所需重量的鱼肉、淀粉、面粉及其他配料。将称取的配料如盐和小苏打,用水溶解制备成配料液。将鱼肉和配料液混匀后斩拌1min,加入淀粉和面粉,继续斩拌30s,直至产品混合均匀,斩拌期间温度控制在10℃以下。

1.2.2.4 蒸煮成型 鱼浆糊混合物置于70~75℃恒温水浴中蒸煮10~12min。

1.2.2.5 老化 煮熟成鱼糕后于4℃下老化12h。

1.2.2.6 切片 将鱼糕块切成厚度为1mm的鱼糕片。

1.2.2.7 干燥 鱼糕片于50℃鼓风干燥箱干燥7h。

1.2.2.8 油炸 干燥鱼糕片在180~200℃下油炸15s,冷却并将油沥干。

1.2.2.9 成品 以上得到的油炸产品,即为可直接消费食用的产品。

1.3 实验设计

1.3.1 氯化钠添加量对鱼浆粘度的影响 按鱼肉:玉米淀粉:面粉=5:3:2比例,称取鱼肉、玉米淀粉和面粉,以鱼肉、玉米淀粉和面粉总重计,分别添加0%、1%、2%、3%、4%氯化钠,0.6%小苏打,再加入总量一倍的水。按上述工艺斩拌成鱼浆,比较不同氯化钠添加量对鱼浆粘度的影响。

1.3.2 氯化钠添加量对鱼糕品质的影响 按上述实验配方和加工工艺制备鱼糕,比较不同氯化钠添加量对鱼糕质构、色泽以及电镜扫描微观结构的影响。

1.3.3 氯化钠添加量对香酥鱼片品质的影响 按上述实验配方和加工工艺制备香酥鱼片,比较不同氯化钠添加量对鱼片膨化度和感官品质的影响。

1.3.4 低钠盐、氯化钾和氯化钙添加量对香酥鱼片品质的影响 分别用低钠盐、氯化钾和氯化钙替代氯化钠,按上述实验配方和加工工艺制备香酥鱼片,比较不同低钠盐、氯化钾和氯化钙添加量对鱼片膨化度和感官品质的影响。

1.4 测定方法

1.4.1 膨化度的测定 参照曹姝文等^[9]方法进行测定。1.4.2 鱼浆粘度的测定 将样品加入到AR1000流变仪的不锈钢平行板系统(直径为40mm,平板间隙为1.0mm)测定鱼浆的粘度。测试温度为4℃,剪切速率为40s⁻¹。1.4.3 鱼糕色差的测定 参照Xiong等^[7]方法,将鱼糕切成1mm薄片,室温下用色彩色差仪测定样品的L*、a*、b*值,样品的白度按下式计算:
$$W=100-[(100-L^*)^2+a^{*2}+b^{*2}]^{1/2}$$
 式(1)

式中:L*值表示样品的明度,a*表示样品的红绿

值,b*表示样品的黄蓝值。

1.4.4 鱼糕扫描电子显微镜(SEM)观察 参考Xu等^[8]方法,样品经过戊二醛和四氧化锇固定后,再经过乙醇梯度脱水、临界点干燥,最后在S-4800电子显微镜下扫描,以观察鱼糕微观结构的变化。1.4.5 鱼糕质构的测定 参考张茜等^[9]方法,将鱼糕制品切成25×25×10mm大小,用TA-XT2i型质构仪测定样品的硬度、弹性、凝聚性、胶黏性、咀嚼性、回复力等指标。测试参数为:TPA模式,P/25圆柱形探头,测试前、中、后速均为1.0mm/s,压缩比为25%,触发力为20g。每组实验重复6次,实验结果为其平均值。

1.5 数据处理

显著性分析采用SPSS(Version16.0, SPSS Inc.)软件Duncan法($p=0.05$)进行数据分析与统计。

2 结果与讨论

2.1 氯化钠添加量对鱼浆粘度的影响

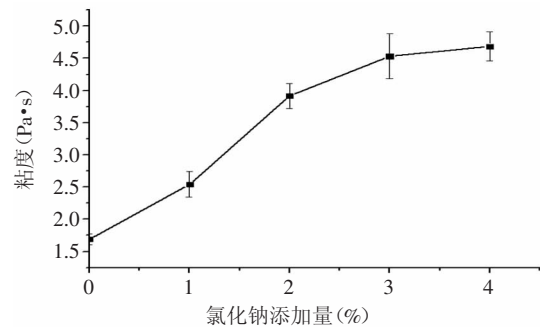
在测试温度为4℃,剪切速率为40s⁻¹时,考察氯化钠添加量对鱼浆体系粘度的影响,结果如图1所示。

图1 氯化钠添加量对鱼浆粘度的影响

Fig.1 Effect of different NaCl content on the viscosity of paste

由图1可看出,在氯化钠添加量0%~4%(w/w,下同)范围内,随着氯化钠含量的增加,鱼浆体系粘度逐渐增加。鱼糜制品是新鲜鱼肉经擂溃、斩拌、成型等过程而制成的凝胶食品,其主要成分为盐溶性肌原纤维蛋白^[10]。打浆过程中,鱼肉中盐溶性肌原纤维蛋白溶出量随着氯化钠添加量的增加而增加,并与淀粉和面粉混合形成均匀体系,此时体系中大分子彼此之间缠结情况对留滞阻力影响较大。大分子之间缠结越紧密,留滞阻力越大。氯化钠添加量越多,形成的体系中大分子之间缠结越紧密,因此体系的粘度越大。

2.2 氯化钠添加量对鱼糕质构的影响

将不同氯化钠添加量的鱼浆蒸煮成鱼糕,测得到的一些质构指标如表1所示。

由表1中数据可以看出,随着氯化钠添加量的增加,鱼糕的硬度和咀嚼性明显降低,并且两者表现出现随含盐量增加将进一步降低的趋势;鱼糕弹性和胶黏性显著增加,两者同样有随含盐量增加进一步增加的趋势;回复性略呈下降趋势;凝聚性无明显趋向性变化。

2.3 氯化钠添加量对鱼糕微观结构的影响

在斩拌过程中,氯化钠可以使鱼肉蛋白分子与

表1 氯化钠添加量对蒸煮后鱼糕质构的影响

Table 1 Effect of different NaCl content on TPA of the cooked rolls after streaming

氯化钠添加量(%)	硬度(g)	弹性	胶黏性(g)	凝聚性	回复性	咀嚼性(g)
0	2363±192 ^a	0.967±0.005 ^a	-33.79±10.07 ^a	0.896±0.015 ^a	0.527±0.012 ^a	2047±135 ^a
1	2105±106 ^b	0.971±0.004 ^{ab}	-43.27±3.14 ^b	0.825±0.005 ^{ab}	0.519±0.011 ^{ab}	1805±126 ^a
2	1704±56 ^c	0.981±0.014 ^{bc}	-48.87±2.92 ^c	0.873±0.003 ^{bc}	0.531±0.003 ^a	1443±83 ^b
3	1542±92 ^c	0.982±0.015 ^{bc}	-52.22±3.19 ^d	0.871±0.011 ^{abc}	0.495±0.010 ^{ab}	1209±142 ^{bc}
4	1248±226 ^d	0.993±0.018 ^c	-62.79±0.62 ^e	0.861±0.018 ^c	0.481±0.004 ^b	1076±153 ^c

注:同一列内相同的字母表示差异性不显著;表2、表4同。

表2 氯化钠添加量对蒸煮后鱼糕色泽的影响

Table 2 Effect of different NaCl content on the color of the cooked rolls after streaming

氯化钠添加量(%)	L*	a*	b*	W
0	76.67±0.37 ^a	-2.99±0.21 ^a	15.26±0.24 ^a	71.96±0.19 ^a
1	77.46±0.84 ^a	-2.57±0.11 ^b	15.20±0.24 ^a	72.69±0.65 ^a
2	79.68±0.61 ^b	-2.74±0.19 ^{ab}	13.23±0.32 ^b	75.60±0.60 ^b
3	80.46±0.82 ^b	-2.57±0.16 ^b	12.45±0.36 ^b	76.27±0.44 ^b
4	84.52±0.57 ^c	-2.59±0.14 ^b	12.18±0.77 ^b	80.13±0.75 ^c

注:L*表示样品的亮度;W表示样品的白度;+a*表示样品偏红,-a*表示样品偏绿;+b*表示样品偏黄,-b*表示样品偏蓝。

淀粉粒子混合均匀,形成均一体系^[5]。从图2可以看出,氯化钠添加量为0%(图a)时,在以鱼肉蛋白质、淀粉和面粉为主料构成的大分子凝胶体系中,鱼肉蛋白分子相互聚集,并且与淀粉粒子分散分布,无法形成均匀的体系。在氯化钠添加量为2%(图b)形成的鱼糕凝胶体系中,鱼肉蛋白和面筋蛋白相互缠绕在一起,形成了较为完整的网络结构,淀粉糊化体也均匀地镶嵌在网络结构中,并在鱼肉、淀粉及面粉混合物的凝胶体内呈现分布较均匀的多孔结构。

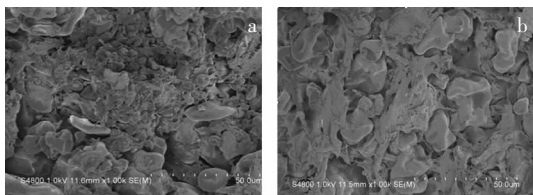


图2 电镜扫描不同氯化钠添加量下蒸煮后鱼糕的微观结构

Fig.2 Scanning electron microscopy of the cooked rolls after different streaming containing

注:a:氯化钠量添加量为0%;b:氯化钠添加量为2%。

2.4 氯化钠添加量对鱼糕色泽的影响

从表2可以看出,在氯化钠添加量0%~4%范围内,随着氯化钠含量的增加,鱼糕的L*显著增加,a*变化不明显,b*显著降低,W显著增加。这可能是因为,随着氯化钠含量的增加,体系中盐溶性肌原纤维蛋白溶出量增加。它在溶胶体系斩拌(搅打作用)时,将环境中的空气和部分水分分散包裹在溶胶体内,同时为加热凝固体提供必要的强度,使得体系包裹的小气泡数量增加,从而蒸煮后鱼糕颜色明度增加,白度增加,颜色变浅。结合图2可以看出,加氯化钠时(图2b),混合物凝胶体内呈现分布较均匀的多孔结构,体系包裹小气泡的能力明显高于不加氯化钠时(图2a)。

2.5 氯化钠添加量对产品膨化度的影响

香酥鱼片的最终产品形式是鱼糕片经过油炸的膨化鱼片。图3所示为产品配方中氯化钠添加量与产品膨化度的关系。由图3可见,随着氯化钠添加量的增加,香酥鱼片的膨化度逐渐增加。鱼片的膨化主要由鱼糕胚所含水分受热汽化膨胀及化学膨化剂(小苏打)受热分解产生的CO₂膨胀所致,最终的膨化度则由包围膨胀气(汽)体的鱼肉蛋白淀粉混合物结构网终能够延展定型的程度所决定^[11]。氯化钠添加量增加使产品膨化度增加的可能原因是体系中盐溶性肌原纤维蛋白溶出量的增加,使鱼肉蛋白质、淀粉及面粉为主料构成的大分子溶胶体系构成的网状结构,随着溶出鱼肉蛋白量的增加而增强,从而使包裹汽(气)体的胶体网络有更大的最终延展度,因此使产品膨化度增加。

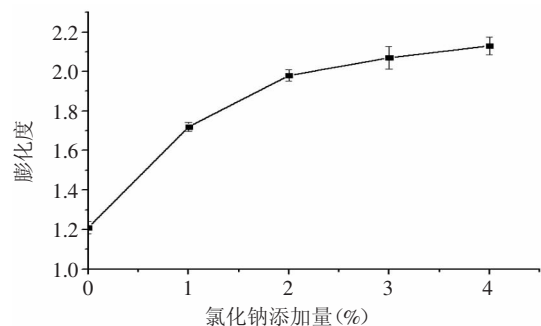


图3 氯化钠添加量对产品膨化度的影响

Fig.3 Effect of different NaCl content on the expansion of fish crackers

2.6 氯化钠、低钠盐、氯化钾及氯化钙添加量对产品口味及膨化度影响

由上面的结果可以看出,增加氯化钠添加量既可以增加鱼糕中间产品的白度,还可以提高终产品

表3 氯化钠、低钠盐、氯化钾及氯化钙添加量对产品口味的影响

Table 3 Effect of different NaCl, low sodium salt, KCl and CaCl₂ content on the sensory of fish crackers

添加量(%)	产品口味			
	氯化钠	低钠盐	氯化钾	氯化钙
0	无咸味	无咸味	无咸味	无咸味
1	咸味较适中	咸味淡	咸味淡	无咸味
2	咸味适中	咸味较淡	咸味淡	咸味淡且苦涩
3	咸味较重	咸味适中	有咸味且苦涩	有咸味且苦涩
4	咸味重	咸味较重	有咸味且苦涩	有咸味且苦涩

表4 氯化钠、低钠盐、氯化钾及氯化钙添加量对产品膨化度的影响

Table 4 Effect of different NaCl, low sodium salt, KCl and CaCl₂ content on the expansion of fish crackers

添加量(%)	膨化度			
	氯化钠	低钠盐	氯化钾	氯化钙
0	1.212±0.032 ^a	1.212±0.032 ^a	1.212±0.032 ^a	1.212±0.032 ^a
1	1.715±0.023 ^b	1.616±0.048 ^b	1.611±0.038 ^b	1.582±0.031 ^b
2	1.976±0.028 ^c	1.972±0.014 ^c	1.967±0.034 ^c	1.637±0.024 ^b
3	2.072±0.057 ^c	2.067±0.069 ^c	2.059±0.048 ^c	1.962±0.045 ^c
4	2.132±0.045 ^c	2.122±0.067 ^c	2.114±0.072 ^c	2.088±0.064 ^c

的膨化度,但同时也可看出,4%氯化钠添加量可能会产生偏重咸味。因此,设想用其他可食用盐类(低钠盐、氯化钾和氯化钙)替代部分氯化钠,以期实现既降低产品咸味,又能保持较高膨化度的效果。表3所示为产品配方中添加不同各类盐的口味感观评定结果,由表4可见相同添加量下,氯化钠的咸味最重。这说明从口味角度来看,有可能以其他盐部分替代氯化钠。表4所示为产品配方中不同盐类添加量与产品膨化度的关系,由表4可见,产品膨化度均随相应盐添加量增加而升高。但也可看到,相同盐含量下产品有不同的膨化度,以添加氯化钠的产品膨化度最大,其他盐类的膨化度大小依次为低钠盐、氯化钾和氯化钙。综合分析认为,产品配方中添加4%低钠盐,可以取得口味和膨化度均较佳的综合效果。

值得一提的是,由于低钠盐大致由70%的氯化钠和30%的氯化钾构成,因此,低钠盐产生的膨化度增大效应仍然主要是氯化钠的作用。氯化钠(基准)、氯化钾和氯化钙的相对分子质量大小比依次1:1.27:1.89。单位质量氯化钠(基准)、氯化钾和氯化钙中金属离子的摩尔数比例依次为1:0.78:0.53,其中所含非金属离子的摩尔数比例依次为1:0.78:1.06。因此,可以认为盐类对膨化度增大的效应,在一定范围内,主要表现在盐溶性蛋白质溶出量随体系内金属离子(而非其中的非金属离子)摩尔量的增加而增加。

3 结论

3.1 香酥鱼片制备过程的中间体——鱼肉、面粉与淀粉混合浆的粘度随着氯化钠添加量增加而提高。

3.2 混合浆蒸煮成的鱼糕白度、胶黏性和弹性均随氯化钠添加量增加而提高,而硬度和咀嚼性随氯化钠添加量增加而降低。

3.3 最终油炸而成的终产品膨化度随氯化钠添加量增加而提高;添加4%低钠盐的产品配方可取得膨

化度与口味综合品质的最佳效果。

3.4 盐类对膨化度增大的效应,在一定范围内,可能与盐溶性蛋白质溶出量随体系内金属离子(而非其中的非金属离子)摩尔量的增加而增加有关。

参考文献

- [1] 汤坚,张慤,段振华. 低值淡水鱼加工利用研究进展[J]. 渔业现代化,2003(3):30-31.
- [2] 程世俊,李玲,宗力. 大宗淡水鱼加工前处理技术和装备的研究现状及方向[J]. 渔业现代化,2010,37(5):43-46.
- [3] 戴新明,熊善柏. 湖北省淡水鱼加工与综合利用[J]. 渔业现代化,2004(2):42-43.
- [4] 金玉松. 龙虾片[J]. 北京水产,2003(2):38.
- [5] Cheow C S, Yu S Y, Howell N K, et al. Effect of fish, starch and salt contents on the microstructure and expansion of fish crackers ('keropok')[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1999, 79(6): 879-885.
- [6] 曹姝文. 影响虾片膨化度的主要因素[J]. 杭州食品科技, 1995, 38(3): 25-26.
- [7] Xiong G, Cheng W, Ye L, et al. Effects of konjac glucomannan on physicochemical properties of myofibrillar protein and surimi gels from grass carp (*Ctenopharyngodon idella*)[J]. Food Chemistry, 2009, 116(2): 413-418.
- [8] Xu Y, Xia W, Yang F, et al. Protein molecular interactions involved in the gel network formation of fermented silver carp mince inoculated with *Pediococcus pentosaceus*[J]. Food Chemistry, 2010, 120(3): 717-723.
- [9] 张茜. 壳聚糖对淡水鱼糜凝胶特性的影响[D]. 无锡:江南大学, 2009.
- [10] Lanier T C, Lee C M. Surimi technology[M]. Marcel Dekker, Inc New York, 1992.
- [11] 张立彦,芮汉明,李作为. 微波与油炸处理虾片的质量比较[J]. 杭州食品科技, 1999(2): 9-12.