

食盐添加量对海藻粉鸡肉糜品质的影响

Effect of salt on quality of low-salt chicken breast batters added with seaweed

黄 群^{1,2} 王希希¹ 宋洪波¹

HUANG Qun^{1,2} WANG Xi-xi¹ SONG Hong-bo¹

许正金² 傅凌韵² 安凤平¹

XU Zheng-jin² FU Ling-yun² AN Feng-ping¹

(1. 福建农林大学食品科学学院, 福建 福州 350001; 2. 福建正大食品有限公司, 福建 龙岩 364000)

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

2. Fujian Zhengda Food Company Limited, Longyan, Fujian 364000, China)

摘要:为探究食盐对添加海藻粉(刺麒麟菜粉)鸡胸肉糜的影响,考察了食盐添加量对鸡胸肉糜的pH值、色泽、乳化稳定性、盐溶蛋白溶解度、蒸煮损失、冻融损失、质构、持水性、弛豫时间 T_2 及微观结构的影响。结果表明:pH值、 L^* 和 W 值随食盐添加量的增加而显著下降, a^* 值先上升后下降,添加1.5%时达最大值;添加食盐可显著减少蒸煮损失和冻融损失,提高持水性;乳化稳定性随食盐添加量的增加而显著下降,盐溶蛋白溶解度逐渐提高;低场核磁共振表明加入食盐会使 T_{22} 峰面积减小;扫描电镜显示适量食盐能使肉糜形成较小的孔洞,凝胶网络结构更加均匀致密。添加海藻粉可以显著降低盐的用量,同时可以得到理想的低盐鸡肉糜产品。

关键词:低盐;鸡胸肉糜;刺麒麟菜;品质形成

Abstract: In order to explore the effect of salt on the quality of chicken breast meat mince with seaweed powder (*Eucheuma spinosum*), the effect of different salt amount on such factors as pH value, color, emulsification stability, solubility of salt-soluble protein, cooking loss, freeze-thaw loss, texture, water holding capacity, relaxation time T_2 and microstructure of chicken breast batters was investigated. It's revealed in the result that pH value, L^* and W values decreased significantly with the increase of salt content, a^* value increased followed by decreased reaching the maximum value at 1.5% NaCl. Addition of salt could significantly

reduce cooking loss and freeze-thaw loss, and improve water retention. With the increase of salt content, emulsifying stability decreased significantly while solubility of salt-soluble protein increased gradually. Adding salt could improved the texture properties, and reduced the T_{22} peak area shown by Low field NM. Scanning electron microscopy (SEM) showed that the right amount of salt addition could make mince form smaller holes, and the structure of gel network was more uniform and compact. It can be inferred from the above results that adding seaweed powder can significantly reduce the amount of salt, meanwhile ideal low-salt chicken mince product is obtained.

Keywords: low salt; chicken breast batters; *Eucheuma spinosum*; quality formation

食盐是肉制品加工过程中重要的加工助剂,少量的食盐会导致产品结构粗糙,持水性低,凝胶强度下降;而过高的食盐摄入则不利食用者身体健康^[1]。因此,探索通过添加其他食品组分而降低食盐添加量成为目前肉制品加工研究的方向之一。多糖与蛋白的相互作用能协同改善乳化肉制品的品质。刺麒麟菜(*Eucheuma spinosum*)含有丰富的多糖、蛋白质和矿物质等营养物质。课题组^[2]前期研究表明,添加刺麒麟菜可改善鸡胸肉糜的凝胶特性和流变特性,添加量0.4%对鸡肉糜凝胶的强度、质构和流变特性的改善效果最佳。目前,国内外已有食盐对肉制品影响的研究报道^[3-4],但探究添加刺麒麟菜等海藻制备低 Na^+ 鸡肉糜的品质变化还未见报道。本试验拟将适量海藻粉(刺麒麟菜粉)添加到鸡胸肉糜中,分析食盐添加量对海藻鸡肉糜的影响,为低盐添加海藻鸡胸肉糜的生产提供理论依据。

基金项目: 国家自然科学基金地区科学基金项目(编号:31760465)

作者简介: 黄群,男,福建农林大学副教授,博士,在站博士后。

通信作者: 宋洪波(1966—),男,福建农林大学教授,博士。

E-mail: sghgbode@163.com

收稿日期: 2019-03-22

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

鸡胸肉(冷冻)、食盐:市售;

刺麒麟菜:绿新(福建)食品有限公司;

三聚磷酸钠:AR 级,上海泰坦化学有限公司;

十二水合磷酸氢二钠、二水合磷酸二氢钠:AR 级,国药集团化学试剂有限公司。

1.2 仪器与设备

全自动肉丸机:YQ-3 型,佛山市顺德区俊凌厨具电器厂;

全自动色差计:ADCI 型,北京辰泰克仪器技术有限公司;

质构仪:SMSTA TA.XT Plus 型,英国 Stable Micro Systems 公司;

紫外可见分光光度计:UV-1780 型,岛津仪器(苏州)有限公司;

核磁共振成像分析仪:NMI20-040V-I 型,上海纽迈电子科技有限公司;

扫描电子显微镜电镜:Magellan XHR 型,美国 FEI 公司。

1.3 方法

1.3.1 海藻鸡肉糜制备工艺 刺麒麟菜清洗除杂后,剪成 1 cm 左右,于 105 ℃ 下烘干,粉碎过 200 目筛,备用。取冷冻鸡胸肉于 4 ℃ 冰箱解冻(12 h),剔除结缔组织及多余脂肪,切成小块,清洗擦干表面水分后平均分成 6 份,添加不同量(0.0%,0.5%,1.0%,1.5%,2.0%,2.5%)食盐和 0.4%三聚磷酸钠后混匀腌制 10 h。将腌制好的鸡胸肉打浆 3 min,打浆过程中加入占肉质量 0.4%的刺麒麟菜粉和 20%的冰水,继续打浆 5 min^[2,5]。将一部分肉糜填充至直径为 22 mm 的胶原蛋白肠衣中,真空包装,于 75 ℃ 水浴 30 min,流水冷却至室温,置于 4 ℃ 冰箱过夜,用于色泽、蒸煮损失、冻融稳定性、质构、持水性、扫描电镜的测定;另一部分冷藏于 4 ℃ 冰箱内,用于 pH、乳化稳定性、盐溶蛋白溶解度、低场核磁共振的检测。

1.3.2 pH 测定 取 10 g 绞碎后的鸡肉糜加入 40 mL 蒸馏水,匀浆机进行匀浆,滤布过滤后用 pH 计测定滤液的 pH 值。

1.3.3 色泽测定 将样品切成 5 mm 厚的薄片,利用色差仪测定 L^* 值、 a^* 值和 b^* 值,按式(1)计算白度^[5]。

$$W = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}}, \quad (1)$$

式中:

W ——白度;

L^* ——亮度;

a^* ——红度;

b^* ——黄度。

1.3.4 乳化稳定性测定 参考康壮丽^[6]的方法并稍作修改。取 25 g 肉糜放入 50 mL 离心管中,4 ℃ 下 500×g 离心 5 min,去除肉糜中多余气泡。封闭离心管,于 75 ℃ 水浴 30 min,取出后用滤纸擦干离心管表面水分,立即打开试管盖,室温下放置 50 min 使汁液充分吸收。分别按式(2)~(4)计算总汁液渗出率、水分渗出率和脂肪渗出率。

$$TR = \frac{m_1}{m_0} \times 100\%, \quad (2)$$

$$WR = \frac{m_2}{m_0} \times 100\%, \quad (3)$$

$$FR = \frac{m_3}{m_0} \times 100\%, \quad (4)$$

式中:

TR ——总汁液渗出率,%;

WR ——水分渗出率,%;

FR ——脂肪渗出率,%;

m_0 ——样品初始质量,g;

m_1 ——释放液体的总质量,g;

m_2 ——释放水分的重量,g;

m_3 ——释放脂肪的重量,g。

1.3.5 盐溶蛋白溶解度测定 参照文献[5]。

1.3.6 蒸煮损失测定 参照文献[5]。

1.3.7 冻融损失的测定 参照文献[5]。

1.3.8 质构测定 参照文献[5]。

1.3.9 持水性测定 将样品切成 5 mm 厚的薄片,用 3 层滤纸包裹后,放入离心管,4 ℃、5 000×g 离心 15 min,除去滤纸,称重,按式(5)计算持水性。

$$WHC = \frac{m_2}{m_1} \times 100\%, \quad (5)$$

式中:

WHC ——持水性,%;

m_1 ——样品离心前的质量,g;

m_2 ——样品离心后的质量,g。

1.3.10 LF-NMR 自旋—自旋弛豫时间(T_2)测定 用 Carr-purcell-Meiboom-Gill(CPMG)序列测试横向弛豫时间 T_2 。称取 2 g 左右鸡胸肉糜样品,用保鲜膜包好后放入核磁管(直径 18 mm)中,然后将核磁管放入仪器中对样品进行测定。测试条件:质子共振频率 22 MHz,测量温度 32 ℃; η 值(90°脉冲和 180°脉冲之间的时间)150 μ s;累加采样次数 32 次;重复采样间隔时间 3.5 s,回波个数 3 000。

1.3.11 扫描电镜(SEM) 参考陈洁等^[7]的方法并稍作修改,将肉糜置于-80 ℃冻结 24 h 后转入真空冷冻干燥机冻干。先用真空离子溅射仪给冻干肉糜镀金膜(10 nm),再用扫描电子显微镜观察其微观结构。

1.4 数据处理

采用 DPS 7.05 和 Origin 8.5 对测定指标进行数据处

理,使用单因素试验统计分析对数据进行分析,当 $P < 0.05$ 时判定组间存在显著差异。试验结果以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示。

2 结果分析

2.1 pH 和色泽

肌原纤维蛋白热凝胶形成前蛋白质发生聚集,聚集程度主要取决于净电荷数,净电荷数又被 pH 和离子强度

所影响^[8]。由表 1 可知,随着食盐添加量的增加,肉糜 pH 值显著降低($P < 0.05$)。Sun 等^[9]报道,肌原纤维蛋白凝胶的最佳 pH 值大约是 6.0,但可能会受到肉品种类或其他添加剂的影响。在肉糜体系中,食盐的添加促使肌原纤维蛋白溶出,形成三维立体网络结构,将水分保持在里面,使肉制品形成独特的质构风味。同时,肌原纤维蛋白之间相互作用,是控制凝胶形成程度的主导因素,且取决于 pH^[10-11]。

表 1 食盐添加量对鸡肉糜色泽和 pH 的影响[†]

Table 1 Effect of various salt contents on color and pH values of chicken batters

食盐添加量/%	L^*	a^*	W	pH
0.0	84.27 ± 0.12^a	1.90 ± 0.09^c	78.90 ± 0.20^a	6.26 ± 0.01^a
0.5	83.44 ± 0.30^b	1.92 ± 0.10^c	78.28 ± 0.35^b	6.16 ± 0.02^b
1.0	82.68 ± 0.15^c	2.01 ± 0.08^c	77.53 ± 0.31^c	6.00 ± 0.01^c
1.5	82.18 ± 0.16^d	2.80 ± 0.09^a	77.34 ± 0.24^{cd}	5.95 ± 0.01^d
2.0	81.63 ± 0.20^e	2.33 ± 0.13^b	76.85 ± 0.24^d	5.90 ± 0.01^e
2.5	81.29 ± 0.29^e	2.28 ± 0.02^b	76.01 ± 0.32^e	5.87 ± 0.01^f

† 同列字母不同表示差异显著($P < 0.05$)。

由表 1 可知,随着食盐添加量的增加,鸡胸肉糜凝胶的 L^* 值和 W 值显著降低($P < 0.05$), a^* 值在食盐添加量 0.0%~1.0% 时未发生显著变化($P > 0.05$),1.5% 添加量时显著升高($P < 0.05$),与李煜等^[12]研究食盐与超高压对低脂猪肉糜凝胶色泽变化的影响结果类似。可能是因为加入食盐后肉糜凝胶体系的离子强度升高,持水性上升,肌肉中氧的渗透速率降低,导致血红蛋白被更多的水分包围,使去氧肌红蛋白在肉糜凝胶体系中的比例提高,肉色变暗^[13]。

2.2 乳化稳定性

由表 2 可知,添加食盐可显著改善肉糜的乳化稳定性($P < 0.05$)。肉糜渗出液量随食盐添加量的增加而降低,0.5%~2.0% 食盐添加量时的乳化稳定性差异不显著($P > 0.05$),2.5% 食盐量时突然降低,水分渗出量和脂肪渗出量有相同趋势。添加食盐促进大量肌原纤维蛋白溶出,使蛋白质—蛋白质以及蛋白质和海藻多糖间的相互作用增强,形成的三维网状结构更加致密、稳定。此外,多糖间的相互作用,形成能够包裹脂肪微粒的体系,减少加热后汁液、脂肪的流失,从而改善肉糜凝胶的乳化性能^[14]。

2.3 盐溶蛋白溶解度

食盐影响盐溶蛋白质的溶解性,而肉糜保水性取决于肌球蛋白含量,随肌球蛋白含量的增加而提高。如图 1 所示,肉糜盐溶蛋白溶解度随食盐添加量的增加而升高,1.0% 添加量时蛋白质浓度显著上升($P < 0.05$),当食盐添加量继续升高至 2.5% 时,肉糜保水性呈下降趋势,但是统计分析结果表明,食盐添加量在 1.0%~2.5% 时,肉糜

表 2 食盐添加量对鸡肉糜乳化稳定性的影响[†]

Table 2 Effect of various salt contents on emulsion stability of chicken batters %

食盐添加量	总汁液渗出率	水分渗出率	脂肪渗出率
0.0	10.05 ± 1.05^a	0.58 ± 0.02^a	9.47 ± 1.05^a
0.5	7.33 ± 0.50^b	0.44 ± 0.04^b	6.89 ± 0.46^b
1.0	6.92 ± 0.49^b	0.44 ± 0.04^b	6.48 ± 0.45^b
1.5	6.71 ± 0.42^b	0.43 ± 0.03^b	6.27 ± 0.44^b
2.0	6.05 ± 0.41^{bc}	0.41 ± 0.02^b	5.64 ± 0.42^{bc}
2.5	4.84 ± 0.28^c	0.32 ± 0.04^c	4.52 ± 0.24^c

† 同列字母不同表示差异显著($P < 0.05$)。

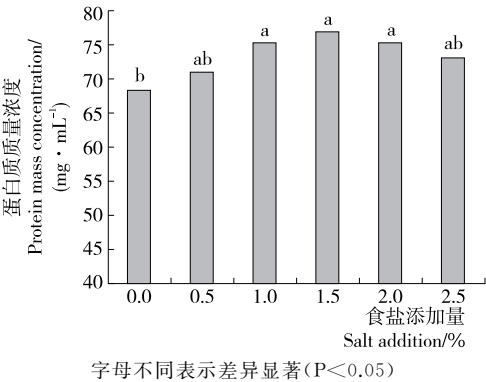


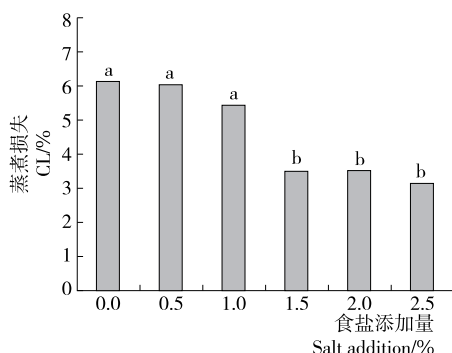
图 1 食盐添加量对鸡糜盐溶性蛋白溶解度的影响
Figure 1 Effect of various salt contents on salt-soluble proteins(SSP) of chicken batters

盐溶性蛋白溶解度无显著差异。Nayak 等^[15]认为食盐能增强体系的静电排斥作用、加速肌球蛋白聚合物的解离,

提高肌球蛋白和肌动蛋白的溶解性。Gordon 等^[16]研究发现,减少食盐添加量,猪肉糜和牛肉糜中肌原纤维蛋白的提取量和溶解度降低。

2.4 蒸煮损失

如图 2 所示,蒸煮损失在食盐添加量为 0.0%~1.0% 时未发生显著变化($P>0.05$),1.5% 时显著降低($P<0.05$),之后变化不显著($P>0.05$),类似的变化趋势也在鸡肉糜^[17-18]和猪肉糜^[19]中也可观察到。食盐的添加不仅能增强加热过程中蛋白质多肽链的交互作用,形成稳定的凝胶矩阵结构,还有利于肌丝伸展锁住自由水,形成稳定的肉糜体系,降低蒸煮损失^[20-21]。



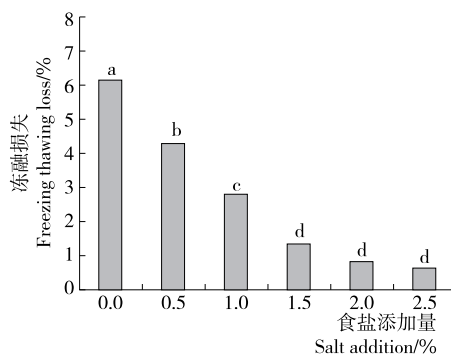
字母不同表示差异显著($P<0.05$)

图 2 食盐添加量对鸡肉糜蒸煮损失的影响

Figure 2 Effect of various salt contents on the CL value of chicken batters

2.5 冻融损失

肉糜在冷冻时,其水分发生冻结形成冰晶,与海藻多糖和蛋白质的结合作用改变。解冻后冰晶融化,汁液流出,流出的汁液与肉糜持水性呈反比^[22]。如图 3 所示,添加食盐可显著降低($P<0.05$)肉糜的冻融损失,但当食盐添加量为 1.5%~2.5% 时冻融损失无显著差异($P>0.05$)。一定的盐浓度能使肌原纤维蛋白的负电荷增加,提高其静电斥力,有利于肌原纤维丝之间的伸展,形成稳定的凝胶网络结构,从而增强肉糜对水的束缚能力,降低解冻时汁液的损失。



字母不同表示差异显著($P<0.05$)

图 3 食盐添加量对鸡肉糜冻融损失的影响

Figure 3 Effect of various salt contents on freezing-thawing stability of chicken batters

2.6 质构特性

由表 3 可知,肉糜的硬度与未添加食盐样相比有显著升高,且添加量为 1.0% 时升高显著($P<0.05$);弹性随食盐添加量的增加而逐渐升高;凝聚性、胶黏性和咀嚼性则呈现相似的变化规律:食盐添加量大于 1.0% 后显著增加($P<0.05$);回复性则显著增大($P<0.05$),添加量为 2.5% 时变化不显著($P>0.05$)。可能是增加食盐添加量能改善肌原纤维蛋白的溶解性和溶胀性,使蛋白质与蛋白质以及蛋白质与海藻多糖之间的相互作用增强,从而形成更稳定的三维凝胶网络结构^[23]。Tobin 等^[24]在研究 NaCl 添加量对法兰克福香肠硬度影响时发现,减少 NaCl 添加,盐溶性蛋白的提取量和溶解量降低,肌原纤维蛋白的功能特性较差,样品的硬度降低。

2.7 持水性和低场核磁共振弛豫时间(T_2)

由图 4 可知,食盐的添加改善了肉糜的持水性,从 62.42% 升高至 80.83%。在低盐浓度(低于 0.5%)时,肌原纤维蛋白中的肌球蛋白大部分处于纤丝状态,此时蛋白质的溶解度较差,所以肉糜持水性较低^[25]。当食盐添加量大于 1.0% 时,肌原纤维蛋白逐渐溶解,肌球蛋白由纤丝状态转变为单体状态,此时形成的肉糜持水性显著增加($P<0.05$)。这与韩敏义等^[26]报道的低场核磁共振

表 3 食盐添加量对鸡肉糜质构特性的影响[†]

Table 3 Effect of various salt contents on textural properties of chicken batters

食盐添加量/%	硬度/g	弹性	凝聚性	胶黏性	咀嚼性	回复性
0.0	4 610.673±187.92 ^d	0.918±0.005 ^b	0.610±0.001 ^d	2 791.952±101.88 ^d	2 491.979±111.10 ^e	0.215±0.002 ^e
0.5	4 716.811±112.20 ^d	0.918±0.005 ^b	0.614±0.005 ^d	2 823.989±67.78 ^d	2 591.209±76.58 ^e	0.222±0.005 ^d
1.0	5 043.014±45.86 ^c	0.923±0.010 ^b	0.643±0.002 ^c	3 275.506±20.84 ^c	2 965.942±66.43 ^d	0.247±0.002 ^c
1.5	5 183.292±44.89 ^c	0.928±0.005 ^{ab}	0.661±0.004 ^b	3 523.093±54.67 ^b	3 186.483±74.23 ^c	0.271±0.003 ^b
2.0	5 557.565±121.10 ^b	0.931±0.005 ^{ab}	0.685±0.002 ^a	3 611.502±52.44 ^b	3 389.022±79.14 ^b	0.285±0.004 ^a
2.5	6 022.864±164.72 ^a	0.939±0.011 ^a	0.682±0.004 ^a	4 140.340±89.72 ^a	3 892.581±62.31 ^a	0.286±0.004 ^a

[†] 同列字母不同表示差异显著($P<0.05$)。

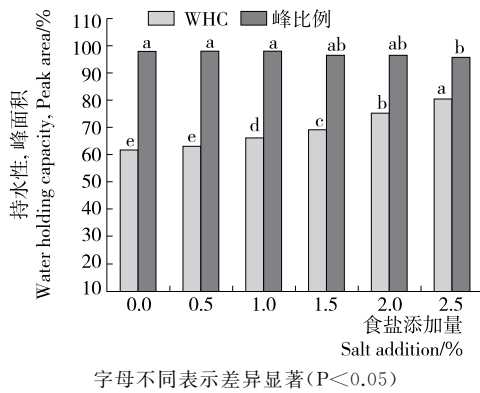


图4 食盐添加量对鸡肉糜持水性和弛豫时间(T_2)峰面积的影响

Figure 4 Effect of various salt contents on WHC and proportion of various peak areas of chicken batters

法研究 NaCl 对肌原纤维蛋白凝胶水分分布和流动性的影响相一致。Shao 等^[4]也探讨了 NaCl 对热诱导凝胶持水性能的影响,发现含有 1.0% NaCl 的凝胶有较为致密和连续的结构,且孔径较小,交联链较薄,有最低的水分损失。因此,认为肉糜持水性会随盐浓度的增加而明显改善。

肉与肉制品中水分的横向弛豫时间呈多指数衰减^[27-28],可区分肉中水的状态。试验加入不同含量的食盐后肉糜 LF-NMR 衰减曲线拟合的 T_2 弛豫时间,主要为 T_{21} (0.02~1.32), T_{22} (34.30~107.23);这两个峰分别对应水的两种状态,即结合水和相对不易流动水。图 4 显示了 T_{22} 随食盐添加量增加而变化的趋势,肉糜在添加食盐后,水的性质发生了变化,结合水含量增加,相对不易流动水含量减少。食盐添加量在 0.0%~1.0% 时 T_{22} 未发生显著差异 ($P>0.05$),添加量大于 1.5% 后 T_{22} 逐渐降低。可能是添加食盐能增强肉糜体系中的相对不易流动水与蛋白质以及海藻多糖之间的结合能力,使相对不易流动水向结合水转变,水分自由度下降,导致其体系中相对不易流动水减少^[29]。

2.8 扫描电镜

肉糜凝胶的三维网络结构是其功能特性的决定因素。如图 5 所示,未添加食盐的样品有着较大的孔洞,而

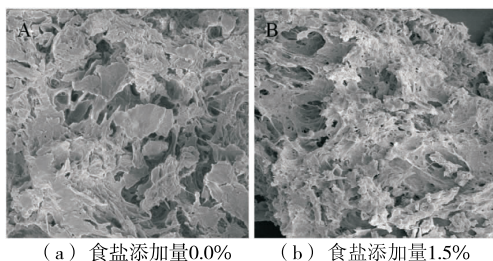


图5 食盐添加量对鸡肉糜微观结构影响的扫描电镜图
Figure 5 Scanning electron micrographs of chicken batters ($\times 5\ 000$)

添加 1.5% 食盐的肉糜凝胶网络结构更加均匀致密,孔洞较小。添加食盐使蛋白质分子的静电斥力增强,促进盐溶性蛋白的溶解和溶胀、提取充分,形成更加均匀细致的凝胶网络结构,束缚更多的游离水分,提高鸡肉糜凝胶的保水性。李煜等^[12]研究发现,添加 1.5% 食盐(未加压),猪肉凝胶切面变得较为平整,并出现簇状结构,部分结构变得更加紧密,此结果与本试验一致。

3 结论

本试验探究了食盐添加量对海藻粉鸡胸肉糜品质的影响。结果表明,随着食盐添加量的增加,海藻粉鸡胸肉糜 pH、 L^* 和 W 值显著下降 ($P<0.05$), a^* 值先上升后下降,食盐添加量为 1.5% 时达到最大;而且 1.5% 食盐添加量能使海藻粉鸡肉糜的乳化稳定性、蒸煮损失和冻融损失显著下降,促进盐溶蛋白溶解,改善肉糜的硬度、弹性、凝聚性、胶黏性、咀嚼性和回复性,并提高其持水性。1.5% 与 2.5% 的食盐添加量对海藻粉鸡肉糜品质无显著差异,说明添加刺麒麟菜能显著降低鸡胸肉糜食盐用量,有利于鸡胸肉糜食用者身体健康。海藻粉富含多糖和矿物质,多糖与蛋白质结合改变了鸡胸肉糜的品质特性,有利于减少食盐的使用量,但鸡胸肉糜多糖与蛋白质结合的具体作用有待进一步研究。

参考文献

- [1] FU Xiang-jin, HAYAT K, LI Zhong-hai, et al. Effect of microwave heating on the low-salt gel from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) surimi[J]. Food Hydrocolloids, 2012, 27(2): 301-308.
- [2] 王希希, 李康, 黄群, 等. 刺麒麟菜对鸡胸肉糜凝胶特性和流变特性的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(5): 76-80.
- [3] 李可, 赵颖颖, 康壮丽, 等. NaCl 对猪肉糜加工特性和蛋白质二级结构的影响[J]. 食品科学, 2017, 38(15): 77-81.
- [4] SHAO Jun-jie, ZOU Yu-feng, XU Xing-lian, et al. Effects of NaCl on water characteristics of heat-induced gels made from chicken breast proteins treated by isoelectric solubilization/precipitation[J]. CyTA-Journal of Food, 2016, 14(1): 145-153.
- [5] 黄群, 王希希, 艾明艳, 等. 超高压对低盐海藻鸡肉糜品质的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(19): 96-102.
- [6] 康壮丽. 斩拌和打浆工艺对猪肉肉糜凝胶特性影响及作用机理[D]. 南京: 南京农业大学, 2014: 11-16.
- [7] 陈洁, 张科, 杜金平, 等. 魔芋葡甘聚糖及其衍生物对禽肉重组火腿物性的影响[J]. 食品科学, 2010, 31(13): 36-39.
- [8] BOYER C, JOANDEL S, ROUSSILHES V, et al. Heat-induced gelation of myofibrillar proteins and myosin from fast- and slow-twitch rabbit muscles[J]. Journal of Food Science, 2010, 61(6): 1 138-1 143.
- [9] SUN X D, HOLLEY R A. Factors Influencing gel formation by

myofibrillar proteins in muscle foods[J]. Comprehensive Reviews in Food Science & Food Safety, 2011, 10(1): 33-51.

[10] HONG G P, MIN S G, CHIN K B. Emulsion properties of pork myofibrillar protein in combination with microbial transglutaminase and calcium alginate under various pH conditions[J]. Meat Science, 2012, 90(1): 185-193.

[11] JIANG Jiang, XIONG You-ling. Extreme pH treatments enhance the structure-reinforcement role of soy protein isolate and its emulsions in pork myofibrillar protein gels in the presence of microbial transglutaminase[J]. Meat Science, 2013, 93(3): 469-476.

[12] 李煜, 孙高军, 余霞, 等. 食盐与超高压对低脂猪肉糜凝胶品质及热特性的影响[J]. 肉类研究, 2011, 25(4): 12-16.

[13] RIPOCHE A, GUERN LL, MARTIN J L, et al. Sausage structure analysis[J]. Journal of Food Science, 2010, 66(5): 670-674.

[14] 汪张贵, 吴菊清, 彭增起, 等. 脂肪蛋白比对肉糜特性的影响[J]. 食品科学, 2011, 32(3): 68-72.

[15] NAYAK R, KENNEY P B, SLIDER S. Protein extractability of turkey breast and thigh muscle with varying sodium chloride solutions as affected by calcium, magnesium and zinc chloride[J]. Journal of Food Science, 1996, 61(6): 1 149-1 154.

[16] GORDON A, BARBUT S. Effect of chloride salts on protein extraction and interfacial protein film formation in meat batters[J]. Journal of the Science of Food & Agriculture, 2010, 58(2): 227-238.

[17] 张立彦, 胡嘉颖, 王仕钰. 食盐添加量对微波加热鸡胸肉糜凝胶的影响[J]. 现代食品科技, 2016, 32(3): 183-188.

[18] HONGSPRABHAS P, BARBUT S. Effect of pre-heated whey protein level and salt on texture development of poultry meat batters [J]. Food Research International, 1999, 32(2): 145-149.

[19] PIETRASIK Z, LI-CHAN E C Y. Response surface methodology study on the effects of salt, microbial transglutaminase and heating temperature on pork batter gel properties[J]. Food Research International, 2002, 35(4): 387-396.

[20] 孟祥忍, 王恒鹏, 杨章平. 食盐添加量对鸡肉糜热性质及流变性的影响[J]. 中国家禽, 2015, 37(16): 39-43.

[21] CARBALLO J, MOTA N, BARRETO G, et al. Binding properties and colour of Bologna sausage made with varying fat levels, protein levels and cooking temperatures[J]. Meat Science, 1995, 41(3): 301-313.

[22] ALI S, ZHANG Wan-gang, RAJPUT N, et al. Effect of multiple freeze-thaw cycles on the quality of chicken breast meat[J]. Food Chemistry, 2015, 173(8): 808-814.

[23] 李继红, 彭增起. 常见的几种添加剂对肉制品功能特性的影响[J]. 肉类工业, 2003(4): 36-38.

[24] TOBIN B D, O'SULLIVAN M G, HAMILL R M, et al. Effect of varying salt and fat levels on the sensory and physiochemical quality of frankfurters[J]. Meat Science, 2012, 92(4): 659-666.

[25] ISHIOBOROSHI M, JIMA K S, YASUI T. Heat-induced gelation of myosin: Factors of pH and salt concentrations[J]. Journal of Food Science, 2010, 44(5): 1 280-1 284.

[26] 韩敏义, 刘永安, 王鹏, 等. 低场核磁共振法研究 NaCl 对肌原纤维蛋白凝胶水分分布和移动性的影响[J]. 食品科学, 2014, 35(21): 88-93.

[27] BROWN R J S, CAPOZZI F, CAVANI C, et al. Relationships between ¹H NMR relaxation data and some technological parameters of meat: A chemometric approach[J]. Journal of Magnetic Resonance, 2000, 147(1): 89-94.

[28] 夏天兰, 刘登勇, 徐幸莲, 等. 低场核磁共振技术在肉与肉制品水分测定及其相关品质特性中的应用[J]. 食品科学, 2011, 32(21): 253-256.

[29] 张骏龙, 周纷, 邵俊花, 等. 低场核磁共振技术研究淀粉添加量对肉糜保水性和质构特性的影响[J]. 食品工业科技, 2016, 37(21): 66-69, 75.

信息窗

欧盟批准脂肪酸单双甘油酯用于香蕉等水果的表面处理

据欧盟官方公报消息,2019 年 5 月 20 日,欧盟委员会发布(EU) 2019/801 号条例,批准脂肪酸单双甘油酯(Mono-and diglycerides of fatty acids)用于香蕉等水果的表面处理,并修订法规(EC) No 1333/2008 的附件二。主要修订如下:

在法规(EU)No 1334/2008 附件二的 E 部分,食品类别 04.1.1“全部新鲜水果和蔬菜”中,在 E 464 条目后插入以下新条目:

‘E 471	脂肪酸单双甘油酯	按生产需要适量使用	仅用于柑橘类水果,甜瓜,菠萝,香蕉,木瓜,芒果,鳄梨和石榴的表面处理
--------	----------	-----------	------------------------------------

(来源: <http://news.foodmate.net>)