

磷酸盐和转谷氨酰胺酶对鸡肉肠出品率和硬度的影响

林丽军^{1,2}, 孙 健¹, 徐幸莲^{1,*}, 周光宏¹, 黄鸿兵¹

(1. 南京农业大学 农业部农畜产品加工与质量控制重点开放实验室, 江苏 南京 210095;

2. 南京工业大学制药与生命科学学院, 江苏 南京 210009)

摘 要: 本文主要研究了焦磷酸钠(SPP)、三聚磷酸钠(STP)和六偏磷酸钠(SHMP)对鸡肉肠出品率的影响, 并采用 $L_9(3^4)$ 正交试验设计确定了鸡肉肠中添加复合磷酸盐的最佳配比; 通过复合磷酸盐(0.2%、0.3%、0.4%)与转谷氨酰胺酶(0.4%、0.6%、0.8%)析因实验, 分析了复合磷酸盐与转谷氨酰胺酶对鸡肉肠质构特性的影响。结果显示, 复合磷酸盐的最优配比为STP:SPP:SHMP为4:2:3; 复合磷酸盐能显著提高鸡肉肠出品率; 转谷氨酰胺酶能显著提高鸡肉肠硬度; 二者之间对肉制品出品率及硬度均无显著性交互作用。

关键词: 鸡肉肠; 磷酸盐; 转谷氨酰胺酶; 出品率; 硬度

Effect of Phosphate and Transglutaminase on Yield and Hardness of Chicken Sausage

LIN Li-jun^{1,2}, SUN Jian¹, XU Xing-lian^{1,*}, ZHOU Guang-hong¹, HUANG Hong-bing¹

(1. Key Laboratory of Food Processing and Quality Control, Ministry of Agriculture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 2. College of Life Science and Pharmaceutical Engineering, Nanjing University of Technology, Nanjing 210009, China)

Abstract: Effects of sodium pyrophosphate (SPP), sodium tripolyphosphate (STP) and sodium hexametaphosphate (SHMP) on the yield of chicken sausage were studied. And the optimum ratio of mixed phosphates was obtained by using orthogonal design $L_9(3^4)$. Also effects of mixed phosphates (0.2%, 0.3%, 0.4%) and Transglutaminase (TGase) (0.4%, 0.6%, 0.8%) on texture properties of chicken sausage were analyzed with the factorial experiment. Results showed that the optimum ratio of the mixed phosphates was STP:SPP:SHMP=4:2:3. Yield of chicken sausage increased significantly with the addition of mixed phosphates ($p<0.001$). And TGase could increase sausage hardness significantly ($p<0.001$) too. But there was no significant interaction between mixed phosphates and TGase on yield and hardness.

Key words: chicken sausage; transglutaminase; phosphate; yield; hardness

中图分类号: TS251.51

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2006)05-0049-04

磷酸盐能改变肌原纤维蛋白质的热诱导凝胶的流变学特性, 提高盐溶蛋白质热诱导凝胶保持水分和脂肪的能力, 从而能提高肉糜类制品的质构特性。朱晓龙等^[1~3]认为添加磷酸盐之所以能增加肉制品的保水性, 提高肉制品的出品率是由于: (1) 磷酸盐可调节肉的pH值, 增加蛋白质胶粒表面荷电量, 从而提高肉的保水性; (2) 磷酸盐作为多价阴离子化合物, 能在较低浓度下具有较高的离子强度, 磷酸根阴离子和蛋白质相互排斥(蛋白质基团带负电荷)这种排斥使蛋白质结构张开, 使

持水性提高; (3) 磷酸根阴离子可螯合肉中的 Ca^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Mg^{2+} 等阳离子, 增加了负电荷之间的相互作用, 导致结构疏松, 吸收水分; (4) 焦磷酸盐可以使肌动球蛋白分离为肌动蛋白和肌球蛋白。

近年来的研究表明, 外源性转谷氨酰胺酶在催化交联食品蛋白质及改善这些蛋白质的功能特性方面显示了良好的潜力^[4~6]。因此转谷氨酰胺酶被认为是改善食品蛋白质的流变学和粘合特性的一个有用工具。

本文以鸡胸肉为研究对象, 研究了磷酸盐的添加对

收稿日期: 2006-03-09

*通讯作者

基金项目: 国家“十五”重大专项(2001BA501A29)

作者简介: 林丽军(1978-), 男, 硕士, 主要从事畜产品加工与质量控制研究。



鸡肉肠出品率的影响, 并采用两因素析因试验设计, 研究了磷酸盐和TGase对鸡肉肠出品率、硬度的影响及其二者之间的关系。为这两种添加剂在鸡肉制品中的应用提供指导。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

鸡脯肉、肥肉、蔗糖、各种调味料 苏果超市卫岗店; 转谷氨酰胺酶(TG-B型)食品级, 活力100U/g 泰州一鸣精细化工有限公司; SPP、STP、SHMP及其他添加剂为食品级 市售 肠衣 Natrin GmbH & Co.; 质构分析仪TA-XT2i 英国stable system (适配探头P/5); 灌肠机(型号 KF-280) 杭州凯立食品机械有限公司; FOODSCAN 近红外食品成分分析仪(型号 Lab) 丹麦FOSS。

1.2 方法

1.2.1 鸡肉肠基本配方

原料肉(瘦肉:肥肉:冰水=7:2:1)以100计, 其他添加物配比为: 食盐(2)、蔗糖(0.5)、亚硝酸钠(0.02)、异抗坏血酸钠(0.05)、味精(0.8)、调味料(0.14)。

1.2.2 鸡肉肠加工工艺

按配方称取原料→4℃腌制48h→加酶斩拌6min→灌肠→称重→45℃水浴锅恒温保持2h→煮制(85℃)→冷却至室温于4℃下过夜, 室温下测定鸡肉肠的质构。

蛋白质浓度的调整: 首先使用FOODSCAN快速测定各组合鸡肉的蛋白质含量, 用冰水(1:1)调节蛋白含量在8%, 确保各组合的蛋白质浓度在同一水平。

1.2.3 研究内容

1.2.3.1 磷酸盐对鸡肉肠出品率的影响

按照工艺流程, 在基本配方和工艺参数不变的情况下, 对焦磷酸钠、三聚磷酸钠、六偏磷酸钠分别进行单因素试验, 以出品率为指标确定较合适的添加范围。在此基础上选用 $L_9(3^4)$ 正交表^[7](表1), 进行正交组合试验, 以出品率为指标结合感官评定, 确定三种磷酸盐的最佳配比和最适用量。

表1 因素与水平
Table 1 Factors and levels

水平	因素(%)		
	A(STP)	B(SPP)	C(SHMP)
1	0.10	0.10	0.05
2	0.15	0.15	0.10
3	0.20	0.20	0.15

1.2.3.2 复合磷酸盐与转谷氨酰胺酶析因实验^[8]

复合磷酸盐与转谷氨酰胺酶二者之间进行两因素析

因实验。复合磷酸盐选取3个浓度, 转谷氨酰胺酶选取3个浓度进行析因实验(设计见表5), 研究二者对出品率和硬度的影响。

1.2.3.3 出品率的测定方法

$$\text{出品率}(\%) = (\text{制品净重} / \text{生重}) \times 100$$

制品净重: 鸡肉肠蒸煮后冷却至室温, 4℃冰箱中冷却一夜, 吸干样品表面水分和油脂, 精确称量样品重量为制品净重。

1.2.3.4 感官评定方法^[9]

感官评定采用九点标度法, 每一项满分为9分, 选取外观、色泽、风味、质地、多汁性五项指标, 每次实验选取12位经培训的人员进行感官评定。

9=极好 8=良好 7=好 6=次好 5=一般 4=一般以下 3=差 2=很差 1=极差

1.2.3.5 硬度测定

本实验采用质构仪TA-XT2i的TPA模型分析鸡肉肠质构特性, P/5圆柱形不锈钢探头。参数设定如下: Pre Test Speed: 1.0mm/s; Test Speed: 0.5mm/s; Post Test Speed: 10.0mm/s; Distance: 5cm; Time 5 second; Trigger Type: Auto 5g。

实验数据通过质构仪配备的TPAfrac.mac计算得到, 每个处理采用五个重复。

1.3 数据收集和统计

实验中测定所得的数据统计使用SAS8.2软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 三种磷酸盐的单因素实验

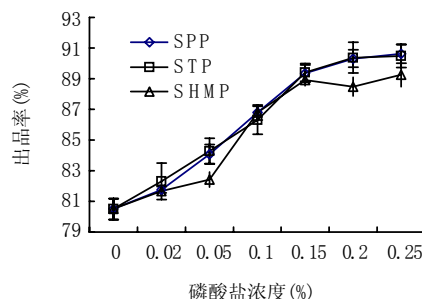


图1 焦磷酸钠、三聚磷酸钠和六偏磷酸钠对鸡肉肠出品率的影响
Fig.1 Effect of SPP,STP and SHMP on yield of chicken sausage

由图1可知, STP、SPP、SHMP单独均能显著提高鸡肉肠的出品率($p < 0.05$)。STP、SPP的浓度增大, 出品率逐渐上升, 且浓度0.10%、0.15%、0.20%处理出品率显著高于0.05%处理。浓度在0.2%以上后, 鸡肉肠出品率的变化不显著($p > 0.05$), 所以SPP、STP使用适合的范围在0.10%~0.20%。SHMP浓度在0.05%~

0.15%之间的出品率上升很快,当添加量超过0.15%时出品率反而下降,所以SHMP比较合适的范围0.05%~0.15%。

2.2 复合磷酸盐最佳配比的确定

表2 磷酸盐正交试验方案及试验结果分析表
Table 2 The design and result of orthogonal test

试验号	A(STP)	B(SPP)	C(SHMP)	出品率(%)
1	1	1	1	92.01 ^E
2	1	2	2	90.54 ^F
3	1	3	3	93.54 ^D
4	2	1	2	94.51 ^C
5	2	2	3	94.69 ^C
6	2	3	1	94.74 ^{BC}
7	3	1	3	97.83 ^A
8	3	2	1	95.51 ^B
9	3	3	2	94.81 ^{BC}
K ₁	276.09	284.35	282.26	
K ₂	283.94	280.74	279.86	
K ₃	288.15	283.09	286.06	
k ₁	92.03	94.78	94.09	
k ₂	94.65	93.58	93.29	
k ₃	96.05	94.36	95.35	
R	4.02	1.20	2.06	

注:出品率右上标为邓肯多重比较结果,字母相同表示差异不显著,显著性水平 $p < 0.05$ 。

表3 正交试验感官评定结果
Table 3 Results of sensory evaluation about orthogonal test

项目	满分	各处理得分								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
外观	9	7	6	7	8	8	7	9	8	7
色泽	9	4	5	6	7	6	6	7	7	6
风味	9	6	5	6	7	6	6	8	7	6
质地	9	9	8	7	6	6	7	8	5	6
多汁性	9	5	6	7	7	6	7	9	8	7
总分	45	31	30	33	35	32	33	41	35	32

正交试验结果显示(表2),磷酸盐在鸡肉肠中使用后,较优组合为A₃B₁C₃。感官评定试验(表3)中的第7号处理与上述组合对应,由此得出复合磷酸盐的最佳配方为0.2%三聚磷酸盐+0.1%的焦磷酸盐+0.15%的六偏磷酸钠,即三者的配比为4:2:3。

2.3 复合磷酸盐适用范围的确定

基本工艺参数和配方不变,复合磷酸盐按最佳配比组合STP:SPP:SHMP=4:2:3添加,结果见图2,从图中可以看出,在鸡肉肠中复合磷酸盐添加量越大,出品率越高,但用量超过0.40%时鸡肉肠的出品率不显著($p > 0.05$),因此取0.4%添加量为复合磷酸盐的最适添加量。

2.4 复合磷酸盐与转谷氨酰胺酶对鸡肉肠出品率和硬度的影响

复合磷酸盐与转谷氨酰胺酶二者之间的两因素析因

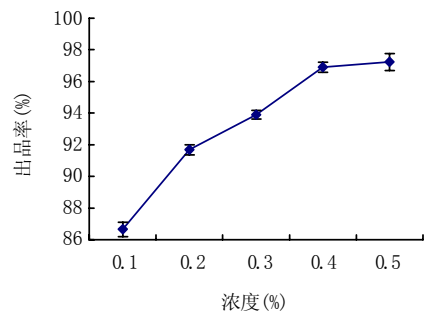


图2 复合磷酸盐用量与出品率关系试验
Fig.2 Relationship between yield of chicken sausage and addition of mixed phosphates

实验设计见表4,其中复合磷酸盐选取0.2%、0.3%、0.4%三个浓度,转谷氨酰胺酶选取0.4%、0.6%、0.8%三个浓度。

表4 析因实验设计
Table 4 Design of factorial experiment

转谷氨酰胺酶 (%)	复合磷酸盐(%)					
	0.2		0.3		0.4	
0.4	y ₁₁₁	y ₁₁₂	y ₁₂₁	y ₁₂₂	y ₁₃₁	y ₁₃₂
	y ₁₁₃	y ₁₁₄	y ₁₂₃	y ₁₂₄	y ₁₃₃	y ₁₃₄
0.6	y ₂₁₁	y ₂₁₂	y ₂₂₁	y ₂₂₂	y ₂₃₁	y ₂₃₂
	y ₂₁₃	y ₂₁₄	y ₂₂₃	y ₂₂₄	y ₂₃₃	y ₂₃₄
0.8	y ₃₁₁	y ₃₁₂	y ₃₂₁	y ₃₂₂	y ₃₃₁	y ₃₃₂
	y ₃₁₃	y ₃₁₄	y ₃₂₃	y ₃₂₄	y ₃₃₃	y ₃₃₄

由图3可以看出复合磷酸盐能极显著提高鸡肉肠的出品率($p < 0.001$),而转谷氨酰胺酶对鸡肉肠的出品率则没有显著性影响($p > 0.05$)。另外,方差分析结果发现复合磷酸盐和转谷氨酰胺酶之间对鸡肉肠的出品率没有交互作用。

转谷氨酰胺酶对鸡肉肠硬度有极显著的影响($p <$

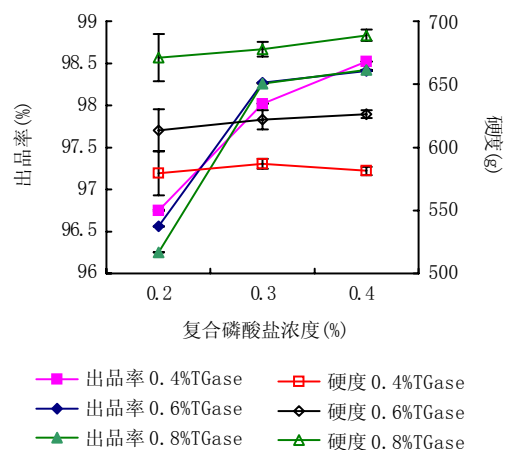


图3 鸡肉肠出品率和硬度析因实验结果
Fig.3 Results of factorial experiment of chicken sausage yield and hardness

0.0001), 复合磷酸盐对鸡肉肠硬度无显著性影响($p > 0.05$), 二者对鸡肉肠硬度无显著性交互作用($p > 0.05$)。

3 讨论

3.1 磷酸盐对鸡肉肠出品率的影响

实验结果表明, SPP、STP 和 SHMP 的添加均能显著提高鸡肉肠的出品率; 并且, 同一种磷酸盐不同的添加量之间亦有显著性差异。正交试验极差分析结果表明, 影响鸡肉肠出品率因素的主次顺序为 STP > SHMP > SPP, 这与 trout^[10]利用牛肉进行研究所得 SPP > STP > SHMP 的结果不一致, 其原因可能是红肉、白肉间肌球蛋白的物种差异所致。

3.2 复合磷酸盐与转谷氨酰胺酶复合对鸡肉肠特性的影响

产品出品率的增加, 说明产品的蒸煮损失降低了, 而蒸煮损失主要包括两个方面的内容, 一方面, 蛋白质凝胶体系受热变性而流失部分水分, 这也是蒸煮损失的主要方面; 另一方面是由于蛋白质乳化体系受热后稳定性的变化, 导致吸附脂肪的流失。因此降低产品的蒸煮损失关键的问题在于提高蛋白质的凝胶性能和乳化性能。析因实验结果表明, 复合磷酸盐对鸡肉肠的出品率有极显著影响($p < 0.01$), 该结果与罗欣的报道基本一致^[11]。转谷氨酰胺酶的添加对鸡肉肠的出品率无显著影响, 两者同时添加对鸡肉肠的出品率无显著交互作用。徐幸莲曾报道^[12], 当 TGase 添加量达 10U/g 后, 兔骨骼肌肌球蛋白凝胶保水性变大的趋势就不明显; Tseng 等的研究也有相同的发现^[13]。本析因实验选取的 TGase 浓度为 0.4% 足以在实验条件下则有效提高鸡肉肠的出品率。

转谷氨酰胺酶浓度对硬度有显著性影响, 该结果与 TGase+ 食盐实验结果不一致^[14], 主要是因为复合磷酸盐使得盐溶性蛋白质的溶出增加, 这种效果要比单独添加

食盐显著得多, 因此 TGase 作用的蛋白质底物浓度增加了, 其结果即更多增加了鸡肉肠的硬度。复合磷酸盐浓度对硬度无显著性影响, 该结果与彭增起等的报道相一致^[15]。

参考文献:

- [1] 朱晓龙. 磷酸盐在肉类加工中的应用及检测[J]. 肉类工业, 2003, (7): 36-41.
- [2] 林勉, 刘通讯, 等. 磷酸盐在食品工业中的应用[J]. 食品工业, 1999, (3): 25-26.
- [3] Hammer G F. Microbial transglutaminase and diphosphate in finely comminuted cooked sausage[J]. Fleischwirtschaft, 1998, 78: 1155-1156.
- [4] Dickinson E. Enzymic crosslinking as a tool for food colloid rheology control and interfacial stabilization[J]. Trends in Food Science and Technology, 1997, (8): 334-339.
- [5] Kuraishi C, Sakamoto J, et al. Application of transglutaminase for meat processing[J]. Fleischwirtschaft, 1998, 78: 657-658.
- [6] Nielsen P M. Reactions and potential industrial applications of transglutaminase. Review of literature and patents[J]. Food Biotechnology, 1995, (9): 119-156.
- [7] 方开泰, 马长兴. 正交与实验统计[M]. 北京: 中国科学出版社, 2001.
- [8] 汪仁官, 陈荣昭, 译. 实验设计与分析[M]. 北京: 中国统计出版社, 222-241.
- [9] Larrless H T. 食品感官评价原理与技术(第一版)[M]. 王栋, 等译. 北京: 中国轻工业出版社, 2001.
- [10] Trout, et al. Effect of phosphate type and concentration, salt level and method of preparation on binding in restructured beef rolls[J]. J Food Sci, 1984, 49: 687-682.
- [11] 罗欣, 张培正, 等. 磷酸盐对鸡胸肉制品出产率的影响[J]. 肉类研究, 1997, (1): 14-16.
- [12] 徐幸莲. 兔骨骼肌肌球蛋白热诱导特性及成胶机制研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2003.
- [13] Tseng Tsai-Fvh, Liu Deng-cheng, Chen Ming-Tsao. Evaluation of transglutaminase on the quality of low-salt chicken meat-balls[J]. Meat Science, 2000, 55(4): 427-431.
- [14] 孙健. 转谷氨酰胺酶及其他功能性添加剂对鸡肉肠质构特性的影响[D]. 南京: 南京农业大学, 2004.
- [15] 彭增起, 周光宏, 等. 磷酸盐混合物和加水量对低脂牛肉灌肠硬度和保水性的影响[J]. 食品工业科技, 2003, (3): 38-40.