

不同磷酸盐对日本豆腐品质的影响

陈世龙*, 喻胜利, 李玉辉, 张亚娟, 屈云

湖北兴发化工集团股份有限公司 (宜昌 443007)

摘要 日本豆腐以鸡蛋为主要原料加工而成, 具有豆腐的鲜嫩结构和鸡蛋的清香。以日本豆腐为研究对象, 探讨了焦磷酸钠、三聚磷酸钠、六偏磷酸钠、磷酸氢二钠及复配磷酸盐对其品质的影响。结果表明, 焦磷酸钠、三聚磷酸钠及复配磷酸盐可以提高蛋液pH, 有利于鸡蛋凝胶形成, 增强日本豆腐的持水性, 增加日本豆腐的硬度、弹性、咀嚼性, 使其具有细腻、鲜嫩、弹性良好的口感, 并且复配磷酸盐改善日本豆腐品质效果优于磷酸盐单体。

关键词 磷酸盐; 日本豆腐; 质构; 持水性; 感官评价; 品质

The Effect of Different Kinds of Phosphate on Quality of Japanese Tofu

Chen Shi-long*, Yu Sheng-li, Li Yu-hui, Zhang Ya-juan, Qu Yun

Hubei Xingfa Chemicals Group Co., Ltd. (Yichang 443007)

Abstract The egg is main raw material of Japanese tofu, which has fresh structure of tofu and fragrance of egg. The effects of tetrasodium pyrophosphate (TSPP), sodium tripolyphosphate (STPP), sodium hexametaphosphate (SHMP), disodium hydrogen phosphate (DSP) and compound phosphate on textural properties of Japanese tofu was studied. The results showed that TSPP, STPP and compound phosphate could increase the pH of liquid egg, thus favoring to its gelation. The water-holding capacity, hardness, elasticity and chewiness of Japanese tofu also improved, giving a delicate, tender and good flexibility mouthfeel. The effect of compound phosphate was better than that of monomer phosphate.

Keywords phosphate; Japanese tofu; texture; water-holding capacity; sensory evaluation; quality

日本豆腐是由鸡蛋和水按一定的比例混合, 经加热熟制而成。日本豆腐无任何的豆类成分, 但是质感却似豆腐, 因此而得名。它以鸡蛋为原料, 辅之水和其他调味料等, 利用鸡蛋蛋白凝胶特性精制而成。鸡蛋富含人体所需的优质蛋白质、脂肪、磷脂质、矿物质、维生素等营养物质, 具有营养全面, 均衡, 且易消化吸收等优点, 现已成为一种具有发展前途的蛋制品, 被世界各国所接受, 需求量日益增长^[1]。鸡蛋蛋白、蛋黄在食品加工过程中起着重要的作用, 凝胶的形成是其中一个典型的机能特征。在食品应用中, 凝胶的形成一方面可以极大地提高食品形态和质地, 另一个方面可以提高食品持水力, 增加黏度。多聚磷酸盐作为一种食品品质改良剂, 已经广泛应用于肉制品、水产品、米面制品等食品中^[2]。目前常用的多聚磷酸盐主要有焦磷酸钠、三聚磷酸钠、六偏磷酸钠、磷酸三钠、磷酸二氢钠等^[3]。试验主要以鸡蛋和水为原料, 分别加入一定量的焦磷酸钠、三聚磷酸钠、六偏磷酸钠以及磷酸氢二钠制成日本豆腐, 从质构、持水特性以及感官方面展开研究, 旨在为日本豆腐的产业化奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

磷酸氢二钠、焦磷酸钠、六偏磷酸钠、三聚磷酸钠、复配磷酸盐A (焦磷酸钠、六偏磷酸钠、磷酸氢二钠)、复配磷酸盐B (三聚磷酸钠、磷酸氢二钠、六偏磷酸钠): 湖北兴发化工集团股份有限公司; 鸡蛋, 市售。

1.2 仪器与设备

PL4002电子天平: 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司; 水浴锅: 瑞士W ASTRO公司; 冰箱BCD-312JH: 浙江星星加电股份有限公司; TMS-Touch质构仪: 美国FTC公司; 木屋式硬度计: 株式会社藤原制作所; 实验室pH计: 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司

1.3 试验方法

1.3.1 工艺流程

水+鸡蛋+磷酸盐→蛋液→灌装→煮制→冷却→储藏

1.3.2 试验步骤

1) 蛋液制备: 将45%鸡蛋液、55%水以及0.5%磷酸盐混合均匀, 并搅拌5 min, 备用。

2) 灌装: 将蛋液装入直径为3 cm的肠衣中, 并封口。

3) 煮制: 将灌装好的蛋液放入94℃水浴锅中, 煮制40 min。

*通讯作者

4) 冷却: 将煮制好的日本豆腐放入自来水中冷却 3 min。

5) 储藏: 放入 4 °C 冰箱储藏 24 h。

1.4 测定指标

1.4.1 pH 测定

取 1.3.2 试验步骤 (1) 蛋液 30 g, 用实验室 pH 计测定其 pH。

1.4.2 质构测定

将日本豆腐切成 2 cm 的圆柱, 采用物性测试仪, 在室温下测定日本豆腐的质构^[4-5], 使用 TPA (Texture profile analysis) 运行模式。凝胶 TPA 的测定过程是模仿人口腔咀嚼食物的运动过程。测量杆上的探头以一定的速率挤压凝胶直至刺入凝胶, 然后以一定的速率缩回, 停留几秒钟后进行第二次压缩和收缩过程。凝胶的质构特性包括硬度、胶黏性、内聚性、弹性和咀嚼性。重点研究日本豆腐凝胶特性中的凝胶弹性、硬度和胶黏性和咀嚼性。

采用 P36 探头, 测前速度 10 mm/s, 测试速度 5 mm/s, 测试后速度 10 mm/s, 压缩比为 50%。每组试验重复 3 次, 试验结果为 3 次测定结果的平均值。

1.4.3 压片损失率测定

将日本豆腐切成 1 cm 的小圆柱, 双层滤纸包裹后, 置于木屋式硬度计下, 使用 1 kg 的力作用 1 min。

$$W = (1 - w_1/w_2) \times 100\% \quad (1)$$

式中: W -日本豆腐的压片损失率(%), w_1 -压后日本豆腐质量(g), w_2 -压前日本豆腐质量(g)。

1.4.4 感官评定

五个人组成感官小组, 对日本豆腐进行感官评定, 结果取五人的平均值, 感官标准如表 1 所示。

表 1 日本豆腐感官评定标准 (单位: 分)

指标	说明	得分
A 组织结构 (40)	外观 去包装后无水渗出, 表面无明显气泡	5~10
	较多水渗出和气泡	0~5
	切面 光滑、细腻, 无气泡	5~10
	粗糙有气泡	0~5
硬度	硬度适中	5~10
	较硬或较软	0~5
弹性	弹性较好, 不易折断	5~10
	弹性较差, 易折断	0~5
B 颜色 (20)	呈鸡蛋的淡黄色或黄色, 颜色偏白或其它不正常颜色	11~20 0~10
C 口感 (20)	口感细腻、爽滑、入口不散	11~20
	口感粗糙、入口即散	0~10
D 风味 (20)	有浓郁的蛋香味, 无其它异味	11~20
	无蛋香味或有其它异味	0~10
感官总分	A+B+C+D	

2 结果与分析

2.1 不同磷酸盐对鸡蛋溶液 pH 影响

日本豆腐熟制过程是鸡蛋蛋白变性以及凝胶形成的过程, 影响蛋白质凝胶形成主要因素有内部因素如静电作用、氧键、二硫键、疏水作用^[6]等的影响; 也会受到外部因素如蛋白浓度、pH、离子强度、加热时间、加热温度、糖和淀粉等添加剂的影响^[7-8], 外部因素正是通过改变鸡蛋蛋白的电荷、分子间作用力、网络结构等来影响鸡蛋蛋白的热诱导凝胶形成。pH 是蛋白质凝胶形成影响因素之一, 鸡蛋蛋白的等电点在 4.5~5.5, 当 pH 远离蛋白质的等电点时, 蛋白质净电荷增加, 热凝结过程延迟, 蛋白质可在聚集之前完全展开, 故形成的凝胶具有很好的黏弹性和很高的持水能力^[9]。不同磷酸盐对鸡蛋溶液 pH 影响见表 2, 由表 2 可知, 没有添加磷酸盐的蛋液呈中性偏碱性, 焦磷酸钠、复配磷酸盐 A 和复配磷酸盐 B 可以显著提高鸡蛋溶液的 pH, 偏离等电点, 促进鸡蛋凝胶的形成。六偏磷酸钠降低鸡蛋溶液 pH, 可能会阻碍凝胶的形成。

表 2 不同磷酸盐对鸡蛋溶液 pH 影响

磷酸盐	pH
空白	7.68
六偏磷酸钠	6.82
三聚磷酸钠	8.79
磷酸氢二钠	8.25
焦磷酸钠	9.21
复配磷酸盐 A	9.1
复配磷酸盐 B	8.92

2.2 不同磷酸盐对日本豆腐质构特性的影响

凝胶特性是指适度的变性蛋白质分子的聚集, 形成一个有规则的蛋白质网状结构的过程^[10], 日本豆腐就是利用鸡蛋清蛋白的这种凝胶特性加工而成的。根据 TPA 图谱, 得出由不同磷酸盐制备的日本豆腐的硬度、弹性和胶黏性和咀嚼性, 不同磷酸盐对日本豆腐质构特性的影响见图 1。由图 1 可知, 复配磷酸盐 A、复配磷酸盐 B、焦磷酸钠、三聚磷酸钠可以增加日本豆腐的硬度、弹性和咀嚼性, 硬度和弹性跟鸡蛋蛋白凝胶结构有关, 鸡蛋蛋白热变性和凝集主要由蛋白质疏水基团的暴露形成的分子间 β -折叠造成^[11]。多聚磷酸盐可以提高体系的 pH, 螯合蛋液中的金属离子, 使得 pH 偏离了等电点, 蛋白溶出的量增加, 从而凝胶过程中蛋白质交联也增多。同时磷酸盐可以增强离子强度, 蛋白质充分展开, 有助于疏水基团的暴露, 疏水相互作用增加, 进而增加鸡蛋蛋白的 β -折叠结构, 使凝胶及结构增强^[12], 使日本豆腐的咀嚼性和弹性增加。疏水基团的暴露有助于蛋白质分子之间二硫键的形成, 促进蛋白质凝胶化, 从而使日本豆腐硬度增大。磷酸盐可以增加鸡蛋蛋白的持水性, 水分子填充到凝胶结构中, 比较致密, 当分开两者之间界面

时需要更大的功, 故其胶黏性增加。六偏磷酸钠和磷酸氢二钠对日本豆腐的硬度、弹性、胶黏性和咀嚼性影响较弱, 这可能与其pH 较低有关。

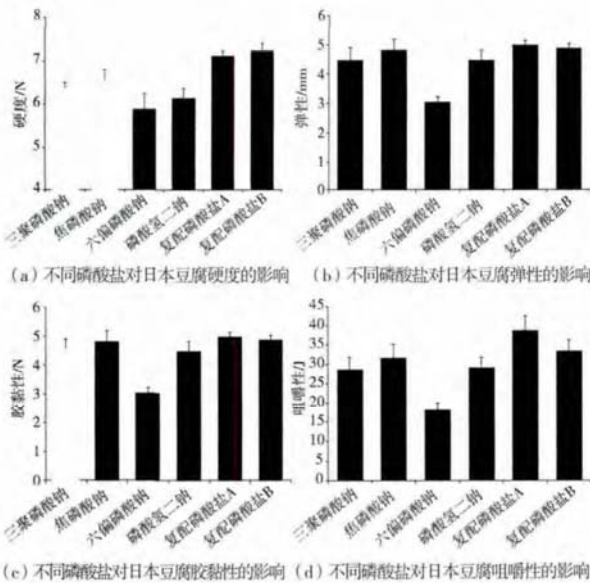


图1 不同磷酸盐对日本豆腐质构特性影响

2.3 不同磷酸盐对日本豆腐持水性的影响

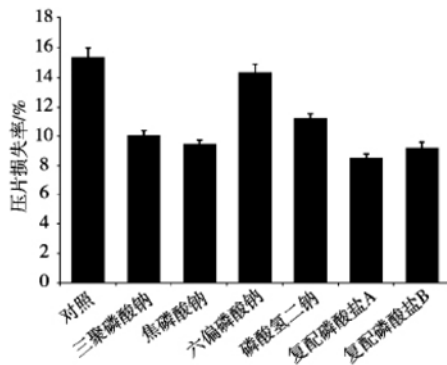


图2 不同磷酸盐对日本豆腐持水特性影响

持水性是评价日本豆腐品质重要指标之一, 可以反映日本豆腐的保水性能以及在储藏过程水分析出情况。压片损失率可以反映其持水性的强弱, 压片损失率越大, 持水性越弱, 反之, 压片损失率越低, 持水性越强。不同磷酸盐对日本豆腐压片损失率的影响见图2。由图2可知, 磷酸盐可以降低压片损失率, 增加日本豆腐持水性, 其中复配磷酸盐A、复配磷酸盐B和焦磷酸钠压片损失率低, 持水性好; 六偏磷酸钠、磷酸氢二钠压片损失率偏高, 持水性弱。磷酸盐具有螯合金属离子、增强离子强度和改变pH的作用^[13], 三聚磷酸钠及焦磷酸钠可以通过改变蛋白质电荷的电势来提高体系的离子强度, 并使其偏离等电点, 使电荷之间相互排斥, 在蛋白质之间产生更大的空间, 使水分子更容易进入从而提高保水性;

六偏磷酸钠能螯合金属离子, 减少金属离子与水的结合, 使蛋白质结合更多水分而提高持水性^[14]。但六偏磷酸钠pH 较低, 影响鸡蛋蛋白凝胶的形成, 降低了其持水作用。

2.4 不同磷酸盐对日本豆腐感官的影响

不同磷酸盐对日本豆腐感官的影响见图3。由图3可知, 磷酸盐可以改善日本豆腐的口感和风味, 添加复配磷酸盐A、焦磷酸钠、复配磷酸盐B和三聚磷酸钠制作的日本豆腐, 口感比较细腻、硬度较好、有弹性并且有Q感。聚磷酸盐和焦磷酸盐可以促进蛋白质凝胶形成及蛋白质、脂肪和水乳化互溶, 使制作出的日本豆腐组织细腻、有弹性。复配磷酸盐的效果要比磷酸盐单体更好, 这可能是由于磷酸盐各组分功能互补, 达到协同增效的效应, 改善了日本豆腐的口感。

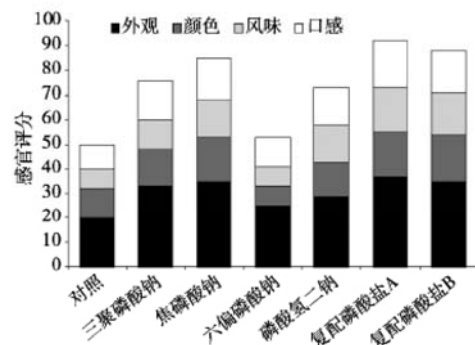


图3 不同磷酸盐对日本豆腐感官的影响

3 结论

- 1) 焦磷酸钠、复配磷酸盐A和复配磷酸盐B可以显著提高鸡蛋溶液的pH, 偏离等电点, 促进鸡蛋凝胶的形成。
- 2) 焦磷酸钠、三聚磷酸钠等常规磷酸盐可以提高日本豆腐的弹性、硬度和咀嚼性产品, 但是复配产品表现效果更佳。
- 3) 复配磷酸盐产品A、复配磷酸盐产品B和焦磷酸钠能够增强日本豆腐的持水能力, 减少其在储运、熟制过程中的汁液损失。
- 4) 添加复配磷酸盐A、焦磷酸钠、复配磷酸盐B和三聚磷酸钠制作的日本豆腐, 口感比较细腻、硬度较好并且有弹性。

复配磷酸盐选取常用的磷酸盐单体, 按适当比例复合在一起, 各组分功能互补, 来达到协同增效的效应。因此复配磷酸盐相比于单体磷酸盐, 对日本豆腐的品质改善具有更明显的优势。

参考文献:

[1] 吕自治. 鸡蛋的营养保健作用[J]. 肉类研究, 2000(1):50-51.
 [2] 韩敏义, 李巧玲, 陈红叶. 复合磷酸盐在食品中的应用[J]. 中国食品添加剂, 2004(3).

酵子发酵面糊的条件对馒头品质的影响

樊元元, 刘长虹*, 李辰, 屈凌波

河南工业大学粮油食品学院 (郑州 450001)

摘要 以酵子为原始发酵剂, 采用面糊发酵工艺, 研究面糊的不同发酵条件 (酵子添加量、温度) 对面糊pH、面团湿面筋含量以及馒头比容、白度和硬度的影响。选用以发酵面糊的面粉量为基数的5个不同百分比的酵子添加量制作面糊, 分别在5个温度梯度下发酵12 h, 再用发酵好的面糊作为发酵剂蒸制馒头。试验结果表明, 20%的酵子添加量在35℃条件下发酵12 h的面糊蒸制出的馒头品质最好。

关键词 酵子面糊; 发酵条件; 馒头品质

Effect of Jiaozi Paste Fermentation Condition on Quality of Steamed Bread

Fan Yuan-yuan, Liu Chang-hong*, Li Chen, Qu Ling-bo

Grain College of Henan University of Technology (Zhengzhou 450001)

Abstract Mainly discuss the paste fermentation process while Jiaozi as the original strain. The effects of different fermentation condition (additive amount and temperature of fermentation) on the pH of paste, wet gluten content of dough, characters (specific volume, whiteness and hardness) of steamed bread was studied. Analyze five levels of Jiaozi amounts, which were based on the flour amount, and five levels of fermentation temperature for 12 h to make the paste, then to process steamed bread. The results showed that steamed bread with the best quality can be produced when the additive amount was 20% under 35℃ for 12 h.

Keywords Jiaozi paste; fermentation condition; quality of steamed bread

馒头是我国北方主要的面制食品, 每年有70%左右的面粉用来生产馒头^[1-2]。目前, 市面上常见的是工业化生产的酵母馒头, 但由于酵母馒头风味欠佳, 不

能得到消费者青睐^[3]。相对于风味差的酵母馒头, 小作坊生产的酵子老面馒头更受广大消费者欢迎, 针对这种情况, 酵子馒头工业化生产正在迅速发展。而在

[3] 刘锐萍, 裴庆润, 张铁军, 等. 食品中磷酸盐的应用现状及存在问题分析[J]. 饮料工业, 2007(2): 9-11.

[4] 李里特. 食品物性学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.

[5] 梁辉, 戴志远. 物性分析仪在食品质构测定方面的应用[J]. 食品研究与开发, 2006, 27(4): 119-121.

[6] RELKIN P. R. Reversibility of heat-induced conformational changes and surface exposed hydrophobic clusters of P-lactoglobulin: their role in heat-induced so-gel state transition[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 1998(22): 59-66.

[7] COLLIGNAN IP, TRYSTRAM AG. Processing smoked pork belly by immersion in a complex solution at high temperature[J]. Journal of Food Engineering, 2005(66): 155-169.

[8] OTONIEL C, NELSON B. Effects of brine concentration and temperature on equilibrium distribution coefficients during osmotic dehydration of sardine sheets[J]. Lebensmittelwissenschaften, 2004(37): 475-479.

u-Techno, 2004(37): 475-479.

[9] CROGUENNEC T, NAUF, BRULE G. Influence of pH and salts on egg white gelation[J]. Journal of Food Science, 2002, 67(2): 608-614.

[10] YUAN S, CHANG SK C. Texture profile of Tofu as affected by instron parameters and sample preparation, and correlations of instron hardness and springiness with sensory scores[J]. Journal of Food Science, 2007(72): 136-140.

[11] MINE Y. Effect of pH during the dry heating on the gelling properties of egg white proteins[J]. Food Research International, 1996, 29(2): 155-161.

[12] 李俐鑫, 迟玉杰, 孙波, 等. 蛋清蛋白凝胶特性影响因素的研究[J]. 食品工业, 2008(2).

[13] 林勉, 刘通讯, 赵谋明. 磷酸盐在食品工业中的应用[J]. 食品工业, 1999(3): 25-2.

[14] 王道营, 诸永志, 徐为民. 复合磷酸盐在肉品加工中的应用[J]. 食品研究与开发, 2007, 28(10): 167-169.