

磷酸盐在肉制品加工中作用及替代物研究进展

李俊, 韩卓, 檀胜江, 叶慧琼, 陈从贵, 周存六*
(合肥工业大学生物与食品工程学院, 安徽 合肥 230009)

摘要: 综述磷酸盐在肉制品加工中的作用及其替代品的研究进展。由于磷酸盐具有潜在的有害作用, 磷酸盐替代品的开发引起广泛的兴趣。通过这些替代物的使用实现既能降低肉制品中磷酸盐的使用量、又能改善肉制品品质的目标。

关键词: 磷酸盐; 肉制品; 保水性; 质构; 替代品

Research Progress on Role and Substitutes of Phosphates in Processed Meat Products

LI Jun, HAN Zhuo, TAN Sheng-jiang, YE Hui-qiong, CHEN Cong-gui, ZHOU Cun-liu*
(School of Biotechnology and Food Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: This paper reviews the recent progress in research on the role and substitutes of phosphates in processed meat products. Developing substitutes for phosphates has received extensive interest for their potential hazards. Those substitutes can allow reduced addition of phosphates in meat products while improving meat quality.

Key words: phosphates; meat products; water holding capacity; texture; substitute

中图分类号: TS251.5

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123(2013)02-0025-04

保水性和质构特性直接关系到肉制品的商用价值和实用价值^[1-2]。肉制品加工企业常用磷酸盐作为食品添加剂, 以实现提高肉制品保水性和改善肉制品质构的目的^[3]。目前, 三聚磷酸盐、焦磷酸盐、六偏磷酸盐等是肉制品加工过程中广泛使用的添加剂^[4], 但是添加过量的磷酸盐会对人体有一定的危害性^[5], 为此许多科技工作者正在积极寻求能够替代或部分替代磷酸盐的物质。本文主要对磷酸盐在肉制品加工中的作用及其替代物的研究进展情况进行综述, 为该领域的未来研究提供技术参考。

1 磷酸盐在肉制品中的应用

为改善肉制品的保水性, 提高肉制品的出品率, 改善肉制品的风味和口感, 目前国内外食品企业广泛使用磷酸盐作为肉制品的保水剂和改良剂^[6-7], 这与磷酸盐的理化性质相关。针对磷酸盐在肉制品加工中的应用研究, 国内外已进行大量的报道。

1.1 磷酸盐的保水性作用

保水性是肉制品的一项重要指标, 它不仅影响制品的色、香、味、营养成分、多汁性和嫩度等食用品质, 而且具有重要的经济价值^[8-9]。肉中的水分是以结合水、

准结合水和自由水的状态存在的。肉制品的保水性主要是能够使肉中的自由水尽量不流失和最大程度的捕获加工中添加的水, 实验证明, 肉与肉制品的系水性与肉的pH值有密切的相关性^[10]。pH值对保水性的影响实质上是因为蛋白质的静电荷效应。蛋白质所带的静电荷是蛋白质分子吸引水分子的强有力的中心, 同时静电荷也增加了蛋白质分子之间的静电荷斥力, 使网络结构松弛, 保水性得到提高^[11]。肉制品的保水性因pH值的高低而发生变化, 当肉制品体系的pH值在5.0时, 肉制品的保水性最低, 只要pH值稍有偏离, 就可以引起肉制品保水性的很大变化^[12]。

磷酸盐能够增强肉制品的保水性、降低蒸煮损失率、增加产品的出品率^[13], 磷酸盐这些功能与其能够调节肉制品的pH值^[14]、增加肉制品体系的离子强度^[15]、螯合肉制品中的金属离子^[16]等性质有关, 另外, 还可以通过水合作用使凝胶保水性提高, 或通过解离肌动球蛋白为肌球蛋白和肌动蛋白, 有利于蛋白质分子结合水分来提高保水性^[17]。据相关报道^[18], 焦磷酸盐保水性较好, 多聚磷酸盐可以减少肉制品的蒸煮损失, 六偏磷酸盐对蒸煮损失的影响较小。也有报道^[19]称, 复合磷酸盐的保水性效果要比单一磷酸盐好, 复合磷酸盐逐渐被研究者重视。

收稿日期: 2012-11-26

基金项目: 国家自然科学基金项目(21272051); 安徽省自然科学基金项目(1208085MC43)

作者简介: 李俊(1987—), 男, 硕士研究生, 研究方向为农产品加工生物技术。E-mail: liuyi3512@163.com

*通信作者: 周存六(1970—), 男, 副教授, 博士, 研究方向为食品化学。E-mail: zhoucl4@hfut.edu.cn



1.2 磷酸盐改善质构的作用

质构不仅是产品品质特性的重要指标之一,而且是消费者选择产品的重要依据,因此生产者常采用食品改良剂,来改善肉制品的品质,以期获得良好的风味和口感^[20]。磷酸盐是目前国内外食品企业广泛使用的食品改良剂,其改善肉制品质构的作用十分明显。为了深入了解磷酸盐对肉制品质构特性的影响,许多学者进行了广泛深入的研究。磷酸三钠、六偏磷酸钠和焦磷酸钠能够提高西式蒸煮火腿的质构特性,改善猪火腿的品质^[21],其中,磷酸盐中焦磷酸盐具有软化肌肉的功能,使肌肉的嫩度和弹性增强^[22],多聚磷酸盐能够明显增加猪肉丸的硬度,改善猪肉丸的脆性和咀嚼性^[23],此外,磷酸盐与肉制品体系中的金属离子螯合,形成稳定的网络结构,增加了肉制品的保水性,而起到改善肉制品的质构,使肉制品柔嫩多汁富有弹性^[24]。

2 磷酸盐的副作用

2.1 磷酸盐对肉制品的不良影响

磷酸盐因其独特的作用而在肉制品加工行业中被广泛应用。然而,当磷酸盐的添加量达到0.4%~0.5%时,会产生令人不愉快的金属涩味或肥皂味,用量过大会导致肉制品风味恶化,组织结构粗糙^[25-26]。磷酸盐在调节肉制品pH值时,会影响其色泽,出现色泽不良的现象。在肉制品中添加过多磷酸盐时,会因其沉淀作用,而在肉制品的表面或切面处出现透明或者半透明的晶体^[27-28]。因此,在肉制品中过多使用磷酸盐,会对肉制品品质特性产生不良影响。

2.2 过量摄入磷酸盐对人体的危害

磷是人体内一种比较重要的常量构成元素,可以保持人体内ATP代谢的平衡;磷还能帮助营养物质的吸收和转运;磷是人体内的脱氧核糖核酸和核糖核酸的组成元素之一;磷还是使心脏有规律地跳动、维持肾脏正常机能和传达神经刺激的重要物质,因此,磷是人体不可缺少的元素。

在肉制品加工过程中,磷酸盐使用量达到或超过最大允许值(0.5%)时,就可能会危害到人体的健康,大量摄入磷酸盐可能会引起机体钙磷比的失衡,轻则会引起人体腹痛、腹泻,重则人体就会出现相应的疾病,如高血钙症、低血钙症以及佝偻病、骨质疏松等之类的代谢性骨病^[29]。据Foley等^[30]的研究发现人体内的血磷水平高,可能是健康成年人冠状动脉粥样硬化的危险因素。因此,过多的摄入磷酸盐会影响人体的健康。此外,在猪肉肠中添加磷酸盐,增加了亚硝酸钠的残留量,有助于猪肉肠中的亚硝胺的形成,造成潜在的安全隐患^[31-32]。

3 磷酸盐替代物的研究进展

鉴于磷酸盐的危害作用,国内外科技工作者正在积极寻找磷酸盐的替代物,在保障肉制品的保水性、质构等品质特性的前提下,降低肉制品加工中磷酸盐的使用量。据报道,亲水性多糖和非肉蛋白等非肉类成分具有保持肉制品的产量、良好的质构和多汁性等特性,常应用于低磷肉制品的加工^[33],目前,人们寻找的磷酸盐替代物主要有淀粉、亲水性多糖和非肉蛋白等。

3.1 淀粉

淀粉是肉制品加工中最常用的填充剂之一。淀粉能够有效提高肉制品的保水性,同时能够改善肉制品的黏结性,主要是因为加热过程中,淀粉颗粒吸水、膨胀、糊化,当淀粉糊化时,肌肉蛋白质变性基本完成并形成了网状结构^[34],此时存在于网状结构中不够紧密的水分会被淀粉颗粒夺取,这部分水分会被淀粉颗粒固定,因而淀粉增强了肉制品的保水性。目前,广泛应用于肉制品的填充剂为变性淀粉,将变性淀粉代替天然淀粉添加到肉制品中,可明显改变肉制品、灌肠制品的组织结构、弹性、嫩度、保水力、黏着力、口感、多汁性和切片性,提高产品的质量和出品率^[35]。孙建清^[36]、Ponsingh^[37]等将木薯交联淀粉添加到乳化香肠中,除了能够起到保水作用外,还提高了香肠的感官硬度、改善香肠的质地和弹性。周存六等^[38]研究发现,将山药粉添加到鸭肉丸中,可以显著改善鸭肉丸的硬度、弹性和咀嚼性。尽管淀粉是肉制品良好地改良剂,但是,过量的使用会使肉制品的口感较差、粉感较强^[35]。

3.2 亲水性多糖

有些多聚糖分子能够改变肌纤维蛋白分子的结构和热稳定性,降低诸如肌动蛋白、肌球蛋白和肌球蛋白等肌纤维蛋白的变形温度,从而改变肌肉的凝胶特性^[39],形成致密稳定的网络结构,进而增强肉制品的保水性,改善肉制品的质构。常见的能够添加到肉制品中的多糖类有卡拉胶、刺槐豆胶、海藻酸钠等。卡拉胶作为一种长链多糖,具有增稠性、胶凝性和保水性的作用,可以有效改善肉制品的质构和外观,提高肉制品出品率,是目前广泛应用于肉制品的一种天然安全的食品添加剂^[40-43]。刺槐豆胶是从角豆树种子中提取的,能够有效地增加低脂香肠的产量和改善其质构^[44-45]。海藻酸钠是从褐藻中提取的一种多糖类碳水化合物,将其添加到肉制品中,可改善其物理性质,增加黏度,富于其良好的口感,同时可以增加肉制品的黏着性、持水性和柔嫩性,减少营养成分损失,提高产品质量,但也会导致肉制品析水,一般复合使用^[46-47]。此外,在肉制品中加入黄原胶,明显增强了肉制品持水性,改善肉制品的嫩度和风味^[48-49]。魔芋葡甘聚糖能够改善肌肉蛋白凝胶体系的弹性、咀嚼



性、硬度和持水性^[50]。但是,有些亲水性多糖在高盐的肉制品体系中,保水性不是很明显^[51]。

3.3 非肉蛋白

目前添加到肉制品中作为改良剂的非肉蛋白主要是大豆蛋白。大豆蛋白结构比较松弛,遇水膨胀,有很强的吸水性,当它与其他添加料和提取的蛋白质配成乳浊液时,遇热凝固会起到吸油和保水的作用,因此,在肉制品中添加一定量的大豆蛋白(脱脂大豆粉、浓缩大豆蛋白、分离大豆蛋白),可以改变肉制品的组织特性,提高肉制品质构,减少产品收缩,稳定产品的得率,但是,添加过多也会影响肉制品的风味,因此,大豆蛋白在肉制品中的使用应受到限制^[52-55]。据Petridis等^[56]报道,牛乳蛋白也可被用来增强肉制品的保水性和改善肉制品的质构,降低了肉制品的弹性。蔡克周等^[57]将猪血浆蛋白加入到肉制品中,也增强了肉制品的质构和保水性。刘辉等^[58]报道转谷氨酰胺酶能够使肉中肌球蛋白分子发生聚合形成致密的网络结构,进而增强肉制品的保水性和提高肉制品的弹性、黏度、硬度等理化特性。尽管非肉蛋白能够很好地改善肉制品的品质,但是它们是潜在的过敏源^[59],同样可能会影响人体健康等问题。

4 结 语

虽然磷酸盐对人体有危害,但其具有多重作用和成本低等优势,仍为肉制品加工首选的添加剂之一。目前,在磷酸盐替代物的研究已取得了一些列的重要进展;但也存在一些问题,如亲水性多糖能够在保水、改善质构、口感等所有指标起作用,而花生蛋白、蛋清蛋白、乳清蛋白等非肉蛋白是潜在的过敏源^[60-62],磷酸盐替代物的研究任重而道远。随着经济的发展和消费者健康意识的增强,寻找有效的磷酸盐替代物将会成为未来肉类加工行业关注的问题之一。那些既能够降低磷酸盐的使用量,又能强化肉制品营养的食品添加剂将成为肉品工业研究的重要领域。

参考文献:

- [1] 李雨露,刘丽萍.提高肉制品保水性方法的研究进展[J].食品工业科技,2012,33(20):298-400.
- [2] 李苗云,郝红涛,赵改名,等.高温火腿肠在贮藏过程中质构稳定性研究[J].食品科学,2010,31(22):473-476.
- [3] 程春梅.磷酸盐在肉类加工中的应用[J].肉类工业,2007(11):33-34.
- [4] 靳红果,彭增起.肉中添加多聚磷酸盐的研究进展[J].肉类研究,2009,23(1):74-77.
- [5] 臧明伍,王守伟,乔晓玲,等.肉制品磷酸盐含量调查与限量研究[J].肉类研究,2012,26(7):16-20.
- [6] 邓光辉,胡炜,黄科林,等.离子色谱法检测三聚磷酸盐中不同形态磷酸盐的研究[J].食品科学,2009,30(10):153-155.
- [7] 沈庵,胡兴娟,徐君辉,等.水产品中添加多聚磷酸盐抑菌效果的研究[J].食品科学,2010,31(21):54-57.
- [8] ADAM A A G, ATTA M, ISMAIL S H A. Quality and sensory evaluation of meat from nilotic male kids fed on two different diets[J]. Journal of Animal and Veterinary Advances, 2010, 9(15): 2008-2012.
- [9] 丁武,寇莉萍,任建.不同磷酸盐对猪肌肉嫩度及保水性的影响[J].食品科学,2009,30(21):56-58.
- [10] 宋华静,刘玺.鲜猪肉微冻保鲜技术的初步研究[J].肉类研究,2009,23(2):25-29.
- [11] 周光宏.畜产品加工学[M].北京:中国农业出版社,2002.
- [12] 梁海燕.几种添加剂对肉制品保水性的影响[J].山西食品工业,2003(3):15-16.
- [13] KEENANA D F, DESMONDA E M, HAYESA J E, et al. The effect of hot-boning and reduced added phosphate on the processing and sensory properties of cured beef prepared from two forequarter muscles[J]. Meat Science, 2010, 84(4): 691-698.
- [14] YOUNG O A, ZHANG S X, FAROUK M M, et al. Effects of pH adjustment with phosphates on attributes and functionalities of normal and high pH beef[J]. Meat Science, 2005, 70(1): 133-139.
- [15] WONGWIWTA P, WATTANACHANT S, SRIRONGVUTIKORN S. Effect of phosphate treatments on microbiological, physicochemical changes of spent hen muscle marinated with Tom Yum paste during chilled storage[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2010, 90(8): 1293-1299.
- [16] FONSECA B, KURI V, ZUMALACÁRREGUI J M, et al. Effect of the use of a commercial phosphate mixture on selected quality characteristics of 2 Spanish-style dry-ripened sausages[J]. Journal of Food Science, 2011, 76(5): 300-305.
- [17] MORITA J I, CHOE I S, YAMAMOTO K, et al. Heat-induced gelation of myosin from leg and breast muscles of chicken[J]. Agricultural Biology and Chemistry, 1987, 51(11): 2895-2900.
- [18] 李苗云,张秋会,柳艳霞,等.不同磷酸盐对肉品保水性的影响[J].河南农业大学学报,2008,42(4):439-442.
- [19] 李苗云,赵改名,张秋会,等.复合磷酸盐对肉制品加工中的保水性优化研究[J].食品科学,2009,30(8):80-85.
- [20] 张秋会,李苗云,黄现青,等.肉制品的质构特性及其评价[J].食品与机械,2012,28(3):36-39;121.
- [21] 周明超,张春晖,郭伟.磷酸盐对西式蒸煮火腿质构影响研究[J].食品研究与开发,2006,27(9):143-146.
- [22] 贾培红,张坤生,任云霞.磷酸盐对乳化型香肠品质的影响研究[J].肉类工业,2010(5):16-20.
- [23] 王秀霞,胡坤,方少瑛,等.多聚磷酸盐对猪肉肉质特性影响研究[J].肉类工业,2006(3):17-20.
- [24] 宋广磊,戴志远.磷酸盐对梅鱼(*Collichthys niveatus*)鱼糜质构的影响[J].食品与发酵工业,2007,33(4):38-41.
- [25] 臧明伍,孙焕,史智佳,等.原料肉中磷酸盐本底含量状况调查与分析[J].食品工业科技,2012,33(9):369-371.
- [26] 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.
- [27] 白焜明,王爱枝.磷酸盐在肉制品中的沉淀作用[J].肉类工业,1999(12):25-26.
- [28] 史九根.磷酸盐在香肠中的应用[J].肉类研究,1996,10(2):32-33.
- [29] 乔晓玲,张迎阳.肉类工业面临新的磷酸盐问题[J].肉类研究,2004,18(4):36-38.
- [30] FOLEY R N, COLLINS A J, HERZOG C A, et al. Serum phosphorus levels associate with coronary atherosclerosis in young adults[J]. Journal of the American Society of Nephrology, 2009, 20(2): 397-404.
- [31] 孙敬,邹延军,詹文圆,等.腌制剂对蒸煮火腿中亚硝酸盐残留量和亚硝胺形成影响的研究[J].肉类研究,2008,22(9):53-57.
- [32] 汪学荣,周玲,阚建全.几种添加物对香肠制品亚硝酸盐残留量的影响[J].食品科学,2009,30(4):85-88.



- [33] RUUSUNEN M, VAINIONPÄÄ J, PUOLANNE E, et al. Physical and sensory properties of low-salt phosphate-free frankfurters composed with various ingredients[J]. Meat Science, 2003, 63(1): 9-16.
- [34] 王利华. 淀粉的性质以及在肉制品中的应用[J]. 肉类研究, 2005, 19(9): 24-26.
- [35] 李素云, 鲍彤华. 变性淀粉在肉制品中的应用及发展[J]. 肉类研究, 2008, 22(5): 22-24.
- [36] 孙建清, 徐宝才, 余忠, 等. 淀粉类对低温乳化香肠品质的影响[J]. 肉类研究, 2011, 25(12): 1-5.
- [37] PONSINGH R, BABU R N, RUBAN S W, et al. Effect of tapioca starch on physico-chemical and sensory characteristics of buffalo meat sausage[J]. Journal of Food Technology, 2011, 9(1): 32-35.
- [38] 周存六, 雷光波, 赵亚群, 等. 山药鸭肉丸品质特性影响因素研究[J]. 食品科学, 2009, 30(23): 79-82.
- [39] 周存六, 汤忠, 阮敏敏, 等. 灵芝多糖替代脂肪对猪肉灌肠品质特性影响[J]. 食品研究与开发, 2012, 3(7): 84-88.
- [40] AYADI M A, KECHAOU A, MAKNI I, et al. Influence of carrageenan addition on turkey meat sausages properties[J]. Journal of Food Engineering, 2009, 93(3): 278-283.
- [41] ZOUARI N, AYADI M A, HADJ-TAIEB S, et al. Whey powder, t-carrageenan and fat interactions and their influence on instrumental texture and sensory properties of turkey meat sausage using a mixture design approach[J]. International Journal of Food Properties, 2012, 15(6): 1233-1246.
- [42] WALSH H, MARTINS S, O'NEILL E E, et al. The effect of sodium lactate, potassium lactate, carrageenan, whey protein concentrate, yeast extract and fungal proteinases on the cook yield and tenderness of bovine chuck muscles[J]. Meat Science, 2010, 85(2): 230-234.
- [43] 陈从贵, 姜绍通, 张慧旻, 等. 高静压与κ卡拉胶对低脂猪肉凝胶保水和质构的影响[J]. 农业工程学报, 2007, 23(10): 35-40.
- [44] WEISS J, GIBIS M, SCHUH V, et al. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products[J]. Meat Science, 2010, 86(1): 196-213.
- [45] MA F, CHEN C G, SUN G J, et al. Effects of high pressure and CaCl₂ on properties of salt-soluble meat protein gels containing locust bean gum[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2012, 14: 31-37.
- [46] 于功明, 孙春禄, 王成忠, 等. 海藻酸钠在低温肉制品中的应用研究[J]. 肉类研究, 2008, 22(3): 41-43.
- [47] 杨琴, 胡国华, 马正智. 海藻酸钠的复合特性及其在肉制品中的应用研究进展[J]. 中国食品添加剂, 2010(1): 164-168.
- [48] 宋华静, 吴荣书. 增稠剂在肉类工业中的应用[J]. 肉类研究, 2009, 23(8): 20-23.
- [49] 张振环, 卢琳, 韩卓, 等. 黄原胶对艾草猪肉香肠凝胶品质的影响[J]. 肉类研究, 2012, 26(4): 12-15.
- [50] 唐学燕, 李博. 魔芋葡甘露聚糖对肌肉蛋白质性质的影响[J]. 食品与机械, 2000(4): 25-26.
- [51] XIONG Y L, NOEL D C, MOODY W G. Textural and sensory properties of low-fat beef sausages with added water and polysaccharides as affected by pH and salt[J]. Journal of Food Science, 1999, 64(3): 550-554.
- [52] 谭属琼, 王庭. 大豆蛋白在肉制品中的应用[J]. 肉类研究, 2010, 24(10): 67-69.
- [53] 孔保华, 刘迪迪, 刘骞, 等. 添加不同非肉蛋白对乳化肠品质特性的影响[J]. 食品科学, 2011, 32(7): 175-150.
- [54] 方红美, 陈从贵, 马力量, 等. 大豆分离蛋白及超高压对鸡肉凝胶色泽、保水和质构的影响[J]. 食品科学, 2008, 29(10): 129-132.
- [55] 张春江, 杨君娜, 张红芬, 等. 肉制品中大豆蛋白的应用与检测研究进展[J]. 中国食物与营养, 2010(1): 30-33.
- [56] PETRIDIS D, RITZOULIS C, TZIVANOS I, et al. Effect of fat volume fraction, sodium caseinate, and starch on the optimization of the sensory properties of frankfurter sausages[J]. Food Science & Nutrition, 2013, 1(1): 32-44.
- [57] 蔡克周, 张立娟, 孔保华, 等. 猪血浆蛋白与大豆蛋白在乳化肠中的应用[J]. 食品研究与开发, 2010, 31(11): 44-47.
- [58] 刘辉, 高瑞萍, 刘嘉. 转谷氨酰胺酶及其在肉制品生产中的应用[J]. 肉类研究, 2010, 24(12): 80-82.
- [59] HURTADO S, SAGUER E, TOLDRA M, et al. Porcine plasma as polyphosphate and caseinate replacer in frankfurters[J]. Meat Science, 2012, 90(3): 624-628.
- [60] 焦健, 王金水, 李涛. 花生蛋白改性研究的进展[J]. 农产品加工: 学刊, 2010(1): 40-42; 55.
- [61] 龙彩云, 熊江花, 简姗, 等. 酶解法在鸡蛋脱敏中的应用研究进展[J]. 食品科学, 2013, 34(1): 340-344.
- [62] 李慧, 刘小翠. 牛乳乳清蛋白过敏性研究进展[J]. 山西农业科学, 2011, 39(12): 1328-133.