

多聚磷酸盐在罗非鱼片中扩散规律的研究*

杨贤庆, 李来好, 戚 勃, 陈胜军

(中国水产科学研究院南海水产研究所, 广东广州, 510300)

摘 要 将罗非鱼片用不同浓度的多聚磷酸盐溶液浸泡处理, 研究了多聚磷酸盐在鱼片中的扩散规律。结果表明, 磷酸盐在鱼片和磷酸盐溶液体系中呈双向扩散, 在 2%、4%、6% 浓度的溶液中, 扩散分 2 个阶段进行, 初始阶段磷酸盐由鱼片向溶液扩散明显, 最后阶段由溶液向鱼片扩散明显。表现为, 鱼片中磷酸盐含量随浸泡时间的延长, 先下降, 再上升, 最后达到平衡的扩散规律, 最低时其含量分别为: 2.99、3.31 和 3.50 g/kg; 平衡时其含量分别为: 4.51、4.99 和 6.20 g/kg; 在 0% 和 0.5% 浓度的溶液中, 由鱼片向溶液中扩散占优势, 鱼片中磷酸盐含量不断下降, 最后达平衡。平衡时其含量分别为 1.79 g/kg 和 2.37 g/kg。

关键词 多聚磷酸盐, 罗非鱼, 扩散

磷酸盐作为食品品质改良剂广泛地应用于肉、禽和水产加工业。磷酸盐主要有 3 方面的化学性质: 缓冲作用控制 pH, 络合金属离子提高离子强度, 充当阴离子提高 pH。这些性质在食品应用中起着重要的作用, 如保水, 抗氧化, 抑制微生物, 改善风味和品质结构, 起到乳化、护色、稳定等作用^[1~6]。多聚磷酸盐与其他磷酸盐如天然存在的正磷酸盐相比, 具有显著的多离子特性, 易于吸附蛋白质的活性位点而提高蛋白的可溶性和保水性。因此, 对肉品质起改良作用的主要取决于所使用磷酸盐的类型。在各种类型的多聚磷酸盐中, 三聚磷酸钠(STP)在肉制品工业中使用得最为普遍^[7]。

STP 在肉及其相关食品中, 有多种使用方法, 如注射、喷洒、混合和浸泡等^[8~12], 其中浸泡法因不需特殊设备, 操作简单, 分散均匀的优点而被企业广泛使用。大多学者都认为在浸泡过程中, 分子扩散是其最主要的机理, 但是对磷酸盐在产品中, 尤其是水产品如鱼片中的扩散过程及规律并未见详细地研究, 众多文献仅从统计信息对此进行推测。因此, 也无法预测多聚磷酸盐进入产品的数量, 这可能会造成磷酸盐添加过量、感官品质低劣和潜在的经济浪费^[7]。

笔者以罗非鱼片为原料, 在不同浓度的 STP 溶液中浸泡, 然后按时测定鱼肉中的磷酸盐含量, 旨在研究多聚磷酸盐在罗非鱼片中的扩散过程及规律。这将有助于预测 STP 在鱼片中的残留量, 对多聚磷酸盐使用规范和安全限量具有一定的指导意义。

第一作者: 学士, 副研究员(李来好研究员为通讯作者)。

* 国家科技基础条件平台项目(No. 2004DEA70880-03-02-05)

收稿日期: 2006-10-20

1 材料与方法

1.1 材 料

鲜活罗非鱼, 购自广州国宁超市, 经去鳞、去皮、采肉后备用。

1.2 主要试剂

三聚磷酸钠、硫酸、高氯酸、硝酸、钼酸铵、对苯二酚、亚硫酸钠、磷酸二氢钾、三氯乙酸, 均为分析纯试剂。

1.3 方 法

1.3.1 鱼片浸泡处理

分别配制 0.5%、2.0%、4% 和 6.0% 的 STP 溶液, 放置 2℃ 的冰箱中预冷; 将预处理好的罗非鱼片同样置 2℃ 冰箱中预冷; 待溶液和鱼片恒温后, 将鱼片与溶液以 1:2 的比例(g:mL)放入 4 种不同浓度的溶液中。分别浸泡 5、10、15、20、30、60、90 和 120 min, 取出片, 迅速用蒸馏水冲洗鱼片表面残留的浸泡液, 用滤纸吸干水分作为待测样品。同时, 用蒸馏水浸泡作空白对照处理。每个处理分别做 3 个平行。

1.3.2 分析方法

将上述样品用粉碎机搅碎, 称取 3 g 肉样, 按照国标 GB/T 5009.87-2003 方法^[13]测定样品中磷酸盐的含量(以 P_2O_5 计)。

2 结果与分析

2.1 鱼肉中多聚磷酸盐含量与浸泡时间的关系

由图 1 可见, 浸泡前的肉样(0 min)磷酸盐含量为 3.72 g/kg。浸泡于 2%、4%、6% 的 STP 溶液中的肉样, 其磷酸盐含量先降低, 再升高, 最后趋于平衡; 蒸馏水和 0.5% 浸泡的肉样一直下降, 最后趋于

平衡。鱼片中磷酸盐含量下降到最低时,6%浸泡的鱼片为 3.50 g/kg,4%的为 3.31 g/kg,2%的为 2.99 g/kg;60min 后,鱼片中磷酸盐含量基本达到平衡,此时在 0%、0.5%、2%、4%和 6%溶液中浸泡的鱼片,其磷酸盐含量分别为:1.79、2.37、4.51、4.99 和 6.20 g/kg。

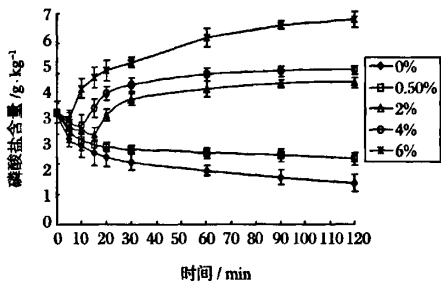


图1 肉中磷酸盐含量与浸泡时间的关系

扩散作用是多聚磷酸盐进入产品的基本机理。富含蛋白的食品如肉、家禽和水产品中,存在以核苷酸、磷脂等形式的天然磷。此外,这些肉类组织中也存在天然产生的正磷酸盐^[14]。因此,当产品浸泡于STP溶液时,STP开始向肉中扩散,肉中的正磷酸盐也同时向溶液中扩散,这种双向扩散可能是因肉与溶液之间的磷酸盐浓度梯度而引起。在浸泡过程中,STP与鱼肉中的蛋白质和水作用,在肉的表面会逐渐形成水-蛋白-STP凝胶蛋白复合物薄膜^[15],从而影响磷酸盐的扩散作用。从图1可见,2%、4%和6%浸泡的肉样,在初始阶段磷酸盐含量不断下降,这是因为肉自身含有大量的磷酸盐(3.72 g/kg)而与溶液之间形成浓度梯度,其次,正磷酸盐分子量(136.09)约为STP分子量(367.86)的1/3,因此,肉中的正磷酸盐向溶液中扩散的速率也大于STP向肉中的扩散速率。在鱼肉表面凝胶复合物薄膜完全形成时(6%约5 min,4%约10 min,2%约15 min),肉中的磷酸盐含量达到最低值,随后肉中的磷酸盐向溶液中扩散的速率小于STP向肉中的扩散速率,肉中的磷酸盐含量开始增加,最后达到平衡。0.5%和蒸馏水浸泡的肉样,其磷酸盐含量一直下降,这可能是由于STP浓度梯度太低或无STP浓度梯度,肉的表面难以形成凝胶蛋白薄膜,鱼肉相对于浸泡液一直呈负向(向溶液中扩散)扩散。

2.2 浸泡初始阶段和最后阶段肉中磷酸盐扩散速率的变化

鱼片中磷酸盐的扩散速率可以用磷酸盐含量对浸泡时间的的变化率(斜率k)来表示,鱼片表面凝胶

蛋白膜形成前后的磷酸盐扩散速率变化关系如图2和图3所示。

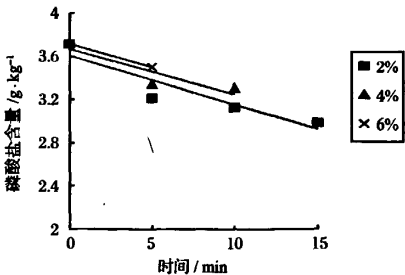


图2 浸泡初始阶段肉中磷酸盐的扩散速率

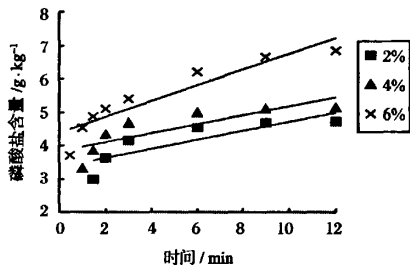


图3 浸泡最后阶段肉中磷酸盐的扩散速率

由图2和图3可见,鱼片中磷酸盐在膜形成之前的下降阶段,其扩散速率高于形成之后的增长阶段(因0%和0.5%的肉无增长阶段因此未包括在图2和图3中)。并且浸泡浓度不同,在浸泡的初始和最后阶段磷酸盐的扩散速率也不同(见表1)。在初始阶段(凝胶蛋白膜形成之前)肉中的磷酸盐向溶液中的扩散速率大于STP向肉中的扩散速率,表现为肉中磷酸盐下降,但随着STP与水溶性蛋白和水发生作用,在鱼片表面形成凝胶蛋白膜之后,它就会象墙一样阻碍肉中正磷酸盐向溶液中的扩散^[15,16]。因此,在浸泡的最后阶段STP从溶液向鱼片中的扩散比较明显,并且浓度越高,扩散也越快(见表1)。因而随浸泡时间的延长、凝胶蛋白膜厚度的增加、STP从溶液向鱼片的不断扩散,肉样中磷酸盐含量便开始增长,这很大程度是由于肉中正磷酸盐扩散率下降和鱼片与溶液之间磷酸盐浓度差所引起的。

表1 浸泡初始和最后阶段鱼肉中磷酸盐扩散速率值(k)

STP 浓度/%	k 起始阶段	k 最后阶段
2	-0.046	+0.013
4	-0.041	+0.024
6	-0.014	+0.034

注:—表示磷酸盐向溶液中扩散;+表示溶液中磷酸盐向肉中扩散。

2.3 鱼片中磷酸盐含量回升时间与STP浸泡液浓

度的关系

图1显示,鱼片在较高浓度的STP溶液浸泡过程中,鱼肉中磷酸盐含量下降一段时间后开始回升。但是,浸泡于不同浓度STP溶液的鱼片,磷酸盐含量开始回升的时间(肉样中磷酸盐含量最低时刻)有所不同,其变化趋势如图4。

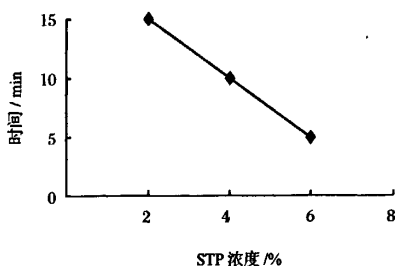


图4 鱼片中磷酸盐含量回升时间与STP浓度的关系

从图4可见,最先出现回升的是浸泡于6%的鱼片(约5 min),最后是浸泡于2%的鱼片(约15 min),4%的介于两者之间(约10 min)。这可能是由于在高浓度下鱼肉表面较易形成凝胶蛋白膜,低浓度下,则较难形成。所以,STP溶液浓度越低,鱼片表面凝胶蛋白膜形成所需要的时间就越长。

3 结 论

(1)在STP溶液的浸泡过程中,鱼肉与溶液之间存在正磷酸盐和STP的双向扩散。

(2)在浸泡过程中,在较高浓度下,STP浸泡液与鱼样品中的水溶性蛋白结合而在鱼样品的表面形成水-蛋白-STP的凝胶蛋白复合物薄膜,从而使扩散分成两个阶段进行,鱼肉中磷酸盐含量表现为先降低,再升高,最后达到平衡的扩散规律;在较低浓度中,则一直下降,最后达平衡的扩散规律。

(3)鱼片中磷酸盐的含量与浸泡液浓度相关。浸泡液浓度越高,扩散达平衡时的肉样磷酸盐含量越高,浓度越低,达平衡时的肉样磷酸盐含量也越低。

(4)鱼片在0%、0.5%、2%、4%和6%溶液中浸泡达平衡时,其磷酸盐含量分别是:1.79 g/kg、2.37 g/kg、4.51 g/kg、4.99 g/kg和6.20 g/kg。

参 考 文 献

- 1 Dziezak J D. Phosphates improve many foods[J]. Food Technology, 1990, 44(4): 80~92
- 2 Defreitas Z, Sebranek J G, Olson D G. Freeze thaw stability of cooked pork sausages as affected by salt, phos-

phate, pH, and carrageenan[J]. Journal of Food Science, 1997, (3): 551~554

- 3 Eilert S J, Mandigo R W, Summer S S. Phosphate and modified beef connective tissue effects on reduced fat, high water-added frankfurters[J]. Journal of Food Science, 1996, (5): 1 006~1 011
- 4 Zorba O, Gokalp H Y, Yetim H. Salt, phosphate and oil temperature effects on emulsion capacity of fresh or frozen meat and sheep tail fat[J]. Journal of Food Science, 1993 (3): 492~497
- 5 Steinhauer J E. Food phosphates for use in the meat, poultry and seafood industry[J]. Dairy and Food Sanitation, 1983, 3(7): 244~247
- 6 raig J A, Bowers J A, Wang Xiao Ying. Inhibition of lipid oxidation in meats by inorganic phosphate and ascorbate salts[J]. Journal of Food Science, 1996 (5): 1 062~1 066
- 7 Lampila L E. Functions and uses of phosphates in the seafood industry[J]. J of Aquatic Food Product Technology, 1992, 1(3/4): 29~41
- 8 Batista I, Vidal I, Lourenco H M, et al. Tenderisation of the dog cockle (*Glycymeris glycymeris*) meat by polyphosphates[J]. European Food Research Technology, 1999, 210: 31~33
- 9 Hsu S Y, Chung H Y. Effects of j-carragenenan, salt, phosphate and fat on qualities of low fat emulsified meatballs[J]. Journal of Food Engineering, 2001, 47: 115~121
- 10 Lee J B, Hendricks, D G, Cornforth D P. Effect of sodium phytate, sodium pyrophosphate and sodium triphosphate on physico-chemical characteristics of restructured beef[J]. Meat Science, 1998, 50(3): 273~283
- 11 Lemos A L S C, Nunes D R M, Viana A G. Optimization of still-marinating process of chicken parts[J]. Meat Science, 1999, 52: 227~234
- 12 Sheared P R, Ute G R, Richardson R I, et al. Injection of water and polyphosphate into pork to improve juiciness and tenderness after cooking[J]. Meat Science, 1999, 51: 371~376
- 13 食品中磷的测定. GB/T5009. 87—2003
- 14 Tenhet V, Finne G, Nickelson R, et al. Phosphorous levels in peeled and deveined shrimp treated with sodium triphosphate[J]. Journal of Food Science, 1981, 46: 350~356
- 15 S Belgin Unal, Ferruh Erdogdu, H Ibrahim Ekiz, et al. Experimental theory, fundamentals and mathematical e-

valuation of phosphate diffusion in meats[J]. Journal of Food Engineering, 2004 (65): 263~272

16 Tenhet V, Finne G, Nickelson R, et al. Penetration of

sodium tripoly-phosphate into fresh and prefrozen peeled and deveined shrimp[J]. Journal of Food Science, 1981, 46: 344~349

Study of Polyphosphate Diffusion in Tilapia Fillet

Yang Xianqing, Li Laihao, Qi Bo, Chen Shengjun

(South China Sea Fisheries Research Institute, CAFS, Guangzhou 510300, China)

ABSTRACT The polyphosphate diffusion in tilapia fillet dipped in different concentration polyphosphate solutions was studied. The results showed that: the phosphate in the system of tilapia fillet and STP solution was counter-current diffusion, the diffusion was divided into 2 stages in the 2%, 4% and 6% polyphosphate solutions, the phosphate diffusion from tilapia fillet to solution was found during the early stages, and the diffusion from solution to tilapia fillet was observed during the late stages. The phosphates content of tilapia fillet started to decrease to a certain time before showing an increase, and then reached balance at 4.51 g/kg, 4.99 g/kg and 6.20 g/kg, the lowest content of tilapia fillet was: 2.99 g/kg, 3.31 g/kg and 3.50 g/kg, respectively. In 0.5% and 0% solution, the diffusion from tilapia fillet to solution was obvious and the phosphates content of tilapia fillet decreasing during the dipping process till reached balance at 1.79 g/kg and 2.37 g/kg.

Key words polyphosphates, tilapia fillet, diffusion

CSFE2007 第四届中国上海(国际)安全食品博览会将举行

CSFE 2007 第四届中国上海(国际)安全食品博览会将于 2007 年 12 月 3~5 日在上海光大会展中心举行。

近年来,食品安全已成为消费者所关心的热门话题,从“过期奶事件”到“大闸蟹风波”,食品安全问题越来越引起世界各国的广泛关注。届时,来自各地的主要食品生产企业、食品加工贸易商、采购商等都将参展参会,同时,为了配合“2010 上海世博会”食品安全体系建设,促进食品进出口的贸易,全面推进 QS 认证,上海市质监局提倡从“监测——预警——应急——保障”为核心的世博食品安全体系建设、全面促进企业重质量、抓安全、争创名优产品、实施品牌战略。

本届博览会将以“食品安全与行业发展”为主题,秉承“关注食品安全,享受健康生活”的理念,加强食品安全生产和流通环节畅通,提高食品质量,积极扩大内需,大力宣传品牌企业形象,全面展示我国食品产业的发展水平,推动食品安全领域的技术创新与发展合作。

本次展览会将邀请行业专家,开展以《农产品质量认证和中国有机食品发展》、《冷干食品的储藏方法》、《食品 FDA 检测与认证》、《安全食品品牌建设》、《国际食品卫生标准评审机构认证(NSF)、ISO9001 国际有机食品认证统一标准》等主题演讲。展品范围:(1)进口食品展区:A:进口优质农产品、粮油制品;B:绿色调味品(味精、鸡精);C:休闲食品;D:冻干食品(有机食品);E:酒类(酒类、饮料);F:乳制品;G:肉制品;H:水(海)产品;I:水果、蔬菜;J:禽类、罐头等;(2)有机与绿色食品展区:无公害、无污染有机食品、绿色食品、谷物、杂粮、豆类制品、食用植物油、茶叶、咖啡豆、干果、禽类、肉制品、水产品、蛋、奶、水果、蔬菜、蜜饯、食用菌等国家免检、原产地自然生态食品;(3)糖酒茶类产品展区:甜食:冰淇淋、糖类、糕点、烘烤食品;酒类:啤酒、红酒、葡萄酒、果露酒、白酒、黄酒、保健酒等;饮品类:茶叶、茶饮料、乳制品、豆制品、果汁饮料、蔬汁饮料、花卉饮料、碳酸饮料、固体饮料、天然矿泉水、速溶饮品等;(4)高新食品展区:生物技术食品(发酵技术、生物酶技术、核酸技术、转基因技术等)、微波食品、(高新食品技术)超高温灭菌食品、高新技术食品(超临界萃取技术、微胶囊技术、膜分离技术、挤压膨化技术和保鲜技术)等;(5)营养补充品:各种维生素、矿物质、养颜减肥食品、植物替代品、抗氧化产品等;(6)安全食品认证、分析、检验机构,相关媒体及服务机构。

联系电话:021-64752979、64752907;传真:021-64752907;联系人:陈洁。