

转谷氨酰胺酶在鸡肉肠中的应用研究

孙 健, 徐幸莲*, 黄红兵, 周光宏

(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)

摘 要: 本文研究了转谷氨酰胺酶(transglutaminase, TGase)的反应温度、反应时间、浓度、食盐的浓度及煮制温度对鸡肉肠质构特性的影响。结果显示: TGase 使用条件最佳参数为: 反应温度 45℃, 反应时间 2h, 添加量 0.4%; 添加 TGase 的同时, 食盐含量增加, 鸡肉肠硬度增大。0.4%TGase 结合 2% 的食盐, 能使产品硬度显著高于其他处理。煮制温度 85℃即能保证产品良好的质构。

关键词: 转谷氨酰胺酶; 鸡肉肠; 质构; 硬度

The Usage of Transglutaminase in Chicken Sausage

SUN Jian, XU Xing-lian*, HUANG Hong-bing, ZHOU Guang-hong

(Key Laboratory of Food Processing and Quality Control, Ministry of Agriculture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: Effects of reaction temperature, time and concentration of transglutaminase(TGase), sodium chloride and cooking temperature on texture of chicken sausage were studied in this paper. Results showed that the optimal temperature was 45℃; time was 2h and TGase concentration was 0.4%, at those conditions, hardness of chicken sausage was increased significantly ($p<0.05$). At the same time, when sodium chloride(NaCl) concentration was 2%, harder sausage could be made. And when the cooking temperature was 85℃, texture of the sausages could be assured.

Key words: Transglutaminase; chicken sausage; texture; hardness

中图分类号: TS251.51

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2005)12-0124-04

鸡肉由于其本身高蛋白、低脂肪的特点, 越来越受到消费者的青睐, 因此肉类企业纷纷以鸡肉为原料生产以往由猪肉、牛肉加工而成的肉制品, 但却发现鸡肉肠的质地往往要差于猪肉、牛肉制品。弹性、切片性常常不理想, 究其原因主要是与其中鸡肉蛋白质的功能特性有关。

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^[1~4]。TGase 可以通过催化酰基转移反应, 促进蛋白质间的交联作用, 从而提高蛋白的凝胶性能, 最终改善产品的质量。Tseng 等人研究了猪血浆转谷氨酰胺酶对低盐鸡肉丸质量的影响, 结果发现转谷氨酰胺酶的添加使鸡肉丸的硬度呈现显著增加^[5]。有关 TGase 对鸡肉肠凝胶特性的影响情况, 国外有一些报道, 但国内未见报道。

本文从 TGase 的反应温度、酶浓度、酶反应时间、

食盐的浓度及煮制温度五个方面研究了其对鸡肉肠的凝胶的质构特性的影响, 为提高鸡肉制品的品质寻找一条有效的途径。

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; 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 杭州凯立食品机械有限公司 型号 KF-280; FOODSCAN 近红外食品成分分析仪 丹麦 FOSS 型号 Lab。

1.2 实验方法

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

收稿日期: 2005-11-15

*通讯作者

基金项目: 国家“十五”重大专项(2001BA501A29)

作者简介: 孙健(1975-), 男, 硕士, 研究方向为畜产品加工与质量控制。

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TGase斩拌6min → 灌肠 → 称重 → 45℃水浴恒温保持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快速测定各组鸡肉的蛋白质含量, 用冰水(1:1)调节所有组鸡肉蛋白含量至8%, 以确保各组鸡肉蛋白质浓度在同一水平, 从而使酶的底物浓度一致。

1.2.3 研究内容

研究转谷氨酰胺酶最佳反应温度、反应时间、食盐浓度、蒸煮温度对鸡肉肠的影响, 通过质构仪测定其质构, 以硬度为主要指标, 其它如弹性、胶粘性、咀嚼性等为参考指标。

1.2.3.1 反应温度为5、15、25、35、45、55、65、75℃, 反应时间2h。

1.2.3.2 反应温度固定在实验1.2.3.1得到的最适温度, 反应时间为0、0.5、1、1.5、2、2.5、3h。

1.2.3.3 转谷氨酰胺酶的加入, 参与反应浓度为0、0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%、1.2%。

1.2.3.4 转谷氨酰胺酶和食盐使用配比为, 主要浓度为0、1%NaCl、1%NaCl + 0.4%酶、2%NaCl、2%NaCl + 0.4%酶、2.5%NaCl、2.5%NaCl + 0.4%酶、3%NaCl、3%NaCl + 0.4%酶、4%NaCl、4%NaCl + 0.4%酶。

1.2.3.5 蒸煮温度为75、80、85、90、95、100℃。加热终点为鸡肉肠中心温度达70℃。

1.3 数据收集

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。各参数设定如下: 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; distance: millimeters。

质构特性数据通过质构仪自带的TPAfrac.mac计算得到, 每个处理采用五个重复。

1.4 数据统计

实验中测定所得的数据统计使用SAS8.2软件分析。

2 结果与分析

2.1 转谷氨酰胺酶在鸡肉肠中最佳反应温度的确定

由表1可得, TGase显著影响了鸡肉肠的质构特性, 温度对硬度、凝聚性、胶粘性、咀嚼性有极显著地影响($p < 0.01$), 而对脆性、粘着性、弹性无显著影响。后面的实验选则用差异极显著的指标即凝胶硬度

表1 TGase 最优温度质构测定单因素方差分析

Table 1 One-way ANOVA about texture determination on optimization temperature of TGase

	硬度	脆性	粘着性	弹性	凝聚性	胶粘性	咀嚼性
F	125.24	0.96	7.56	3.73	7.35	13.01	7.19
p(<0.05)	0.0001	0.4923	0.4	0.138	0.005	0.001	0.0006

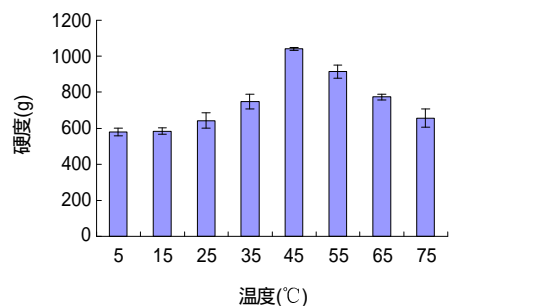


图1 TGase 不同反应温度对鸡肉肠硬度的影响

Fig.1 Effect of TGase different reaction temperature on gel hardness of chicken sausage

作为主要实验指标。

由图1可得, TGase添加后, 45℃反应时鸡肉肠硬度最大。45、55℃条件下硬度差异不显著($p > 0.05$), 但显著高于其它温度($p < 0.05$), 所以TGase处理的最优温度范围在45~55℃之间, 考虑到既节省生产的成本又不影响凝胶的强度, 选45℃为最优反应温度。

2.2 转谷氨酰胺酶作用下不同反应时间对鸡肉肠质构特性的影响

在45℃条件下, TGase不同反应时间对鸡肉肠质构特性的影响结果显示, TGase反应时间对硬度有极显著影响($p < 0.01$)。由图2可以看出随着反应时间的延长, 硬度逐渐增大。反应时间2、2.5、3h处理之间, 硬度无显著性差异($p > 0.05$), 实验选择TGase的反应时间2h为最佳反应时间。

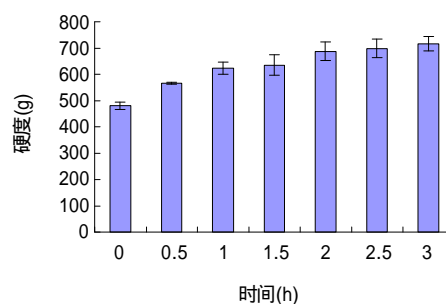


图2 TGase 不同反应时间对鸡肉肠硬度的影响

Fig.2 Effect of TGase different reaction time on gel hardness of chicken sausage

2.3 转谷氨酰胺酶浓度对鸡肉肠质构特性的影响

在TGase反应温度45℃, 反应时间2h条件下, 不同浓度TGase对鸡肉肠质构特性的影响实验表明,

TGase 浓度对硬度有显著地影响($p < 0.05$)。由图 3 可以看出,随着 TGase 的浓度增加,凝胶硬度逐渐增大,0.4% 的 TGase 能显著地提高硬度,浓度更高(1.0%、1.2%)则对硬度没有显著提高作用,因此选用 0.4% TGase 为鸡肉肠的添加浓度。

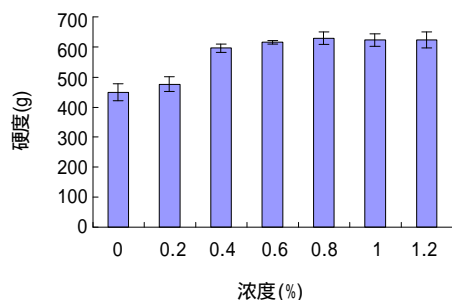


图3 TGase 不同酶浓度对鸡肉肠硬度的影响

Fig.3 Effect of TGase different concentration on gel hardness of chicken sausage

2.4 转谷氨酰胺酶作用下不同盐浓度对鸡肉肠质构特性的影响

不同盐浓度对鸡肉肠的硬度有极显著地影响($p < 0.01$, 图 4)。2%NaCl+0.4%TGase、2.5%NaCl+0.4%TGase、3%NaCl+0.4%TGase、4%NaCl+0.4%TGase 处理后,硬度均极显著($p < 0.01$)高于未加 TGase 处理组,且随着盐浓度增加,硬度增加,但相互之间无差异。2%NaCl、2.5%NaCl、3%NaCl、4%NaCl 处理后,鸡肉肠硬度逐渐大,相互之间无显著差异。因此,2%NaCl+0.4%TGase 的组合处理,不仅能保证硬度,也能使产品保持良好的感官品质。

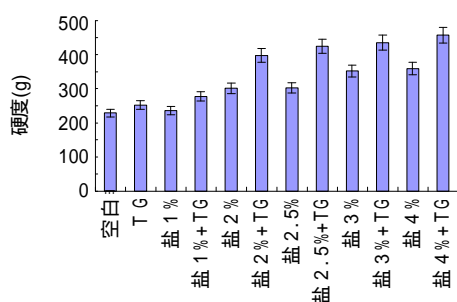


图4 TGase 及食盐对鸡肉肠硬度的影响

Fig.4 Effect of TGase and NaCl on gel hardness of chicken sausage

2.5 不同蒸煮温度对质构性能的影响

可以看出蒸煮温度对硬度有显著影响($p < 0.05$)。由图 5 可以看出,随着温度升高,鸡肉肠的硬度逐渐趋势。85、90、95、100℃处理对硬度没有显著影响($p < 0.05$),仅显著高于 75、80℃处理。因此,选择 85℃为鸡肉肠的最佳煮制温度。

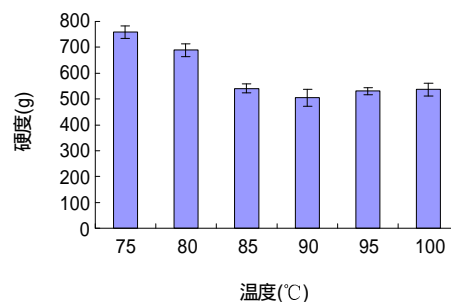


图5 不同蒸煮温度对鸡肉肠硬度的影响

Fig.5 Effect of different cooking temperature on gel hardness of chicken sausage

3 讨论

3.1 不同反应温度对添加 TGase 鸡肉肠质构特性的影响

本实验中,加热温度在 45℃以下时,随着温度的升高,鸡肉肠的硬度呈现逐渐增大的趋势。其主要原因是,一方面,TGase 的活性受到温度的影响,该酶的最适温度在 45~55℃左右,在 45~55℃范围内都有较高的活性,统计学结果表明 45、55℃下的硬度无显著差异,而随着温度的进一步升高,酶的活性下降,所以导致催化作用下降,另一方面,在高温条件下,蛋白质过快地解链,使得蛋白质分子还没有来得及进行定向的排列,即形成无序的粗糙的凝胶结构,从而也会导致硬度的下降。

3.2 不同反应时间对添加 TGase 鸡肉肠质构特性的影响

延长一定的反应时间有利于 TGase 对蛋白质底物的充分作用,因而对于硬度的提高有积极作用,本实验中,随着反应时间的延长,鸡肉肠的硬度逐渐增大,证实了这一理论。同时,实验结果表明,2h 与 2.5h、3h 处理间硬度没有显著差异,说明酶促反应的反应时间并非越长越好,2h 即可满足 TGase 对蛋白质底物的作用。

3.3 不同 TGase 浓度对鸡肉肠质构特性的影响

Hirolo Sakamoto 对 TGase 催化大豆分离蛋白和卵清蛋白凝胶中酶促反应产物 ϵ -(γ -谷氨酸)赖氨酸(GL)的含量进行了测定,发现随着 TGase 浓度的增大,GL 的含量也逐渐升高^[6]。在本实验中,随着 TGase 浓度的增大,鸡肉肠的硬度亦逐渐增大,正是由于 TGase 促进了蛋白分子之间更多的交联的形成,使凝胶内部的结合力增大,从而硬度得以提高,这一结果也与 Tsai-Fuh Tseng 等的结论相一致^[5]。实验中添加 0.4% TGase 的硬度与 1.2% TGase 的硬度无显著性差异。主要原因可能是由于蛋白质底物的浓度限制了更多蛋白质分子的交联,硬度也就没有显著提高。

3.4 不同食盐浓度对添加 TGase 鸡肉肠质构特性的影响

Stone 认为在一定的离子强度范围内,增加离子强

度,能明显增加牛肉肌纤维蛋白的凝胶性和保水性^[7]。Siegal指出,食盐能明显提高肌球蛋白的粘结性,从而提高其凝胶特性^[8]。在鸡肉肠体系中,如果离子强度低或机械斩拌不充分,肌肉中盐溶性蛋白的溶出很少,尽管TGase可提高肌肉蛋白的凝胶性能,但是底物浓度较低也难以获得满意的凝胶效果。

另外,食盐添加后不仅促进了盐溶性蛋白的溶出,提高了蛋白质的凝胶浓度,而且给酶促提供了更多的反应底物蛋白,促进了交联反应的发生,能有效提高鸡肉肠凝胶体系的硬度,即食盐和TGase之间存在明显的交互作用。本实验则得出了2%食盐+0.4%TGase的最佳处理组合。

3.5 不同煮制温度对鸡肉肠质构特性的影响

为了获得质量稳定的鸡肉肠,本实验对煮制温度进行了研究。煮制有两个目的,一是使TGase灭活,保证凝胶网络结构的稳定,二是工艺的需要,获得直接可食的鸡肉肠。Pietrasik等研究了加热速率对牛肉凝胶性能的影响,结果表明较慢的加热速率对硬度有较大的提高^[9]。在本实验中,随着温度的升高,加热速率增大,因而硬度下降,另外,过高的温度并不利于蛋白凝胶结构的保持。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] Kuraishi C, Sakamoto J, et al. Application of transglutaminase for meat processing[J]. Fleischwirtschaft, 1998, 78: 657-658.
- [3] Nielsen PM. Reactions and potential industrial applications of transglutaminase[J]. Review of literature and patents[J]. Food Biotechnology, 1995, (9): 119-125.
- [4] 程巧芬. 转谷氨酰胺酶改性蛋白及对肉制品质构性能的影响[D]. 南京农业大学硕士学位论文, 2002.
- [5] 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.
- [6] Sakamoto H, Kumazawa Y, et al. Strength of protein gels prepared with microbial transglutaminase as related to reaction conditions[J]. J Food Sci, 1994, 59(4): 866-871.
- [7] Stone, Stanley. Muscle protein gelation at low ionic strength[J]. Food Research International, 1994, 27: 155-159.
- [8] Siegel, et al. Ionic, pH and temperature effects on the binding ability of myosin[J]. J Food Science, 1979, 44.
- [9] Pietrasik Z. 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.

信 息

上海推出延长食品保鲜期的多层共挤热收缩膜

我国每年牛羊屠宰量约18000万头,牛羊肉包装膜的使用量达到8000吨。但传统食品包装材料三层共挤复合膜,由于技术与产品结构不完善,易污染食品,危害人体健康。由上海市知识产权服务中心与有关科研单位开发的多层共挤热收缩膜无毒无害,使食品保质期达到70天以上,比传统保鲜膜延长约40天,有效提高了包装食品的新鲜度。

据上海市知识产权服务中心介绍,这种多层共挤热收缩膜,是一种以尼龙为主要成分的高阻隔聚合物。该薄膜无色透明,薄膜折经为200~500mm,薄膜厚度为0.04~0.08mm,具有良好的贴体和极高的阻氧与阻水性能,用它包裹食品,能使食品与外界隔离,水分、气味、油脂不流失。该薄膜具有良好的收缩性,在低温过程中,收缩率达到15%~50%,瞬间便可把物品(分割鸡或肉制品)裹住。出色的韧性、耐磨、耐油,较宽的温度适应范围(40~120℃),使其适用于多种产品,如牛羊肉、鸡、鹅、鱼,以及点心食品等冷冻保鲜包装。该专利成果还有较强的抗紫外线照射性能,使包装的食品不易变色,无毒无味,是真正的绿色环保包装材料。