

高压处理对牛肉肠质构及微观结构的影响

李茂华¹,董建国²,潘润淑²,潘长庆¹,刘萌²,马汉军^{2,*}

(1. 开封市技师学院,河南 开封 475000;2. 河南科技学院 食品学院,河南 新乡 453003)

摘要:为提高低值碎牛肉的利用率,改善其重组特性,将碎牛肉制成牛肉肠经高压处理,对其硬度、弹性、咀嚼性和微观结构进行研究。通过单因素试验得出:牛肉肠的硬度、弹性、咀嚼性受保压温度影响较小,但随着压力水平的增大和保压时间的延长均呈现先升高后下降趋势,并都在 300 MPa,15 min 附近达到最佳值,且该条件下处理后的牛肉肠微观结构也更加规则有序。由此可知:适当的高压处理可以有效改善牛肉肠的质构特性和微观结构,具有较好的应用前景。

关键词:牛肉肠;高压;硬度;弹性;咀嚼性;微观结构

Effects of High Pressure Treatment on the Texture and Microstructure of Beef Sausage

LI Mao-hua¹, DONG Jian-guo², PAN Run-shu², PAN Chang-qing¹, LIU Meng², MA Han-jun^{2,*}

(1. Kaifeng Institute of Technology, Kaifeng 475000, Henan, China; 2. School of Food Science, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003, Henan, China)

Abstract: In order to improve the restructured properties and make full use of low-value minced beef, the effects of high pressure treatment on the beef sausage based on minced beef were investigated with hardness, springness, chewiness and microstructure as the major indexes. The single factor test showed that: the temperature had no significant effect on the texture of beef sausage, but with the pressure increasing and the time prolonging, the hardness, springness and chewiness first increased and then decreased, the optimum properties were achieved at about 300 MPa, 15 min, and under these conditions, the microstructure was more regular. It could be concluded that high pressure treatment was a promising technology since it could improve the texture characteristics and microstructure of beef sausage.

Key words: beef sausage; high pressure; hardness; springness; chewiness; microstructure

超高压技术是一个物理加工过程,可在不影响肉制品营养和风味的前提下延长制品的贮藏期、改善制品组织结构、调节酶活力、提高肌肉蛋白的凝胶特性等,其操作安全可靠、耗能低、无三废污染,是近三十年来食品领域研究的热点,同时,超高压技术在碎肉重组中的应用也引起了研究学者的关注:如 Sikes 等^[1]研究了高压处理对牛肉肠蒸煮损失率、硬度、黏性和色泽的影响,指出含盐量 1% 的牛肉肠在 10℃ 条件下,经 400 MPa 压力处理 2 min 后,其硬度和黏性相对于

对照组(含盐量 2%)有所提高,蒸煮损失率明显下降,白度略有增加。O'Flynn 等^[2]研究了高压处理对猪肉肠硬度、粘性和色泽的影响,观察发现猪肉肠(磷酸盐含量 0.25%)经 150 MPa 压力处理后其硬度增大,红度增强,亮度无明显影响,最终验证 150 MPa 的压力处理可以在不影响猪肉肠功能特性的基础上降低磷酸盐的添加量。Grossi 等^[3]研究了高压处理和胡萝卜中膳食纤维协同作用对猪肉肠质构和色泽的影响,研究发现压力结合膳食纤维处理后的猪肉肠乳化强度有所增加,亮度增加,红度降低。国内任云霞等^[4]研究了超高压对添加了木薯变性淀粉的鸭肉凝胶保水性、质构、白度的影响,结果显示:复合物的保水性在 400 MPa, 20 min 时最好,质构在保压 10 min 时最好,白度则随着压力和保压时间的增加呈现先减后增的趋势。董建国等^[5-6]将超高压与转谷氨酰胺酶结合的方式,分别对

基金项目:农业部公益性行业科研专项(201303083);河南省高校科技创新团队支持计划资助(13IRTSTHN006)

作者简介:李茂华(1965—),男(汉),副教授,本科,研究方向:烹饪科学。

*通信作者:马汉军(1965—),男(汉),教授,博士,研究方向:肉品加工及品质控制工程。

鸡肉肠和牛肉肠相关特性进行了研究,结果指出,高压和转谷氨酰胺酶结合处理后两种肉肠的保水性和质构特性都得到了不同程度的改善,并指出,结合工艺的优势互补促进了肌肉凝胶的形成。但关于不同压力水平、保压时间和保压温度对牛肉肠质构的影响趋势及微观结构的研究却鲜有报道。据《2012-2016年中国碎牛肉行业当前现状及未来趋势发展预测报告》得知,随着我国牛肉产量的与日俱增,碎牛肉的增长量将在未来五年内呈直线上升趋势,碎牛肉的开发与利用无疑将给为消费者带来更多的实惠,为社会带来更大的经济利益。

鉴于此,本文以牛肉分割过程中产生的剔骨肉、边角料为原料,以压力水平、保压时间和保压温度为影响因素,研究各因素对牛肉肠硬度、弹性和咀嚼性的影响规律,并对牛肉肠的微观结构进行了观察,从而为高压技术在牛肉重组中的应用提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 原料

碎牛肉:购于新乡市思达连锁超市。

1.1.2 试剂

戊二醛、多聚甲醛缓冲液、乙醇、叔丁醇、磷酸缓冲液:均购于天津科密欧化学试剂有限公司。

1.1.3 仪器

超高压处理设备:包头科发新型高技术食品机械有限责任公司;Quanta 200 扫描电子显微镜:美国 FEI 公司;多功能高效粉碎机:连云港市东亚机电研究所;坚磊牌 ZQ500-2SD 真空包装机:温州鹿城黄河包装机械厂;MC 牌电子天平:赛多利斯科学仪器有限公司。

1.2 方法

1.2.1 样品前处理

原料肉经清洗、沥水后绞碎称重,将 1%肉重的食盐溶于 10 mL 水中与肉混合均匀后灌入肠衣内,4℃下腌制 18 h,经不同压力条件处理后 85℃水浴 30 min,冷却后切片,放于 4℃冰箱中待指标测定。

1.2.2 单因素试验

1)不同压力水平对牛肉肠质构的影响:室温条件下,把经前处理的样品放入超高压食品处理装置内,分别经 100、200、300、400、500、600 MPa 压力处理 15 min,取出经水浴、切片后放于 4℃冰箱中待指标测定,并以未经高压处理的样品作为对照。

2)不同保压时间对牛肉肠质构的影响:确定最佳

压力后,室温下采用不同时间(5、10、15、20、25、30 min)的高压处理,处理结束经水浴、切片后放于 4℃冰箱中待指标测定,并设对照。

3)不同保压温度对牛肉肠质构的影响:确定最佳压力水平和保压时间后,采用不同温度(10、20、30、40、50、60℃)的高压处理,处理结束经水浴、切片后放于 4℃冰箱中待指标测定,并设对照。

1.2.3 指标测定

1.2.3.1 质构测定

采用 TA-XTplus 质构仪对样品($\Phi 20\text{ mm}\times 20\text{ mm}$)进行质构测试,探头型号为 P/50,测定条件为:测前速度 2 mm/s,测试速度 2 mm/s,测后速度 10 mm/s,压缩样品高度为 40%,时间 5 s,触发类型为自动,触发力为 10 g,所有测试均重复 6 次求平均值^[6]。

1.2.3.2 微观结构观察

参照屈平等^[7]方法略有改动:用切片刀取样切条(3 mm $\times$ 3 mm $\times$ 6 mm),放入固定液(2.5%戊二醛,2%多聚甲醛缓冲液)中 4℃固定 3 h,用 0.1 mol/L 的磷酸缓冲液每 40 min 漂洗一次,共 3 次,然后用不同浓度的乙醇梯度系列脱水(30%、50%、70%、80%、90%)各 15 min,接着 100%乙醇脱水 3 次(各 10 min),再用叔丁醇重复置换 3 次(10 min)后,-20℃静置 15 min,然后进行冷冻干燥,粘台喷金,最后电镜观察拍照。

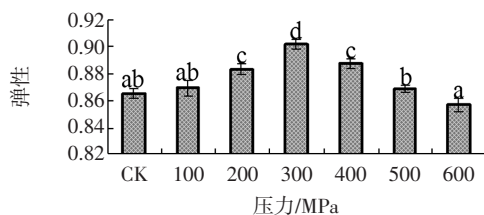
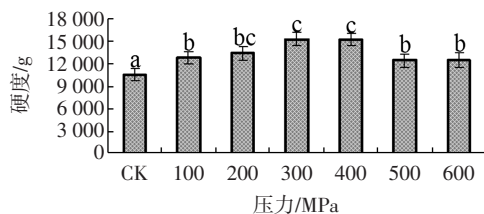
1.2.4 数据处理

采用 IBM SPSS Statistics 19.0 进行单因素数据处理,求平均值和标准差,采用 Design-Expert 8.05b 进行二次回归模型统计分析。

2 结果与讨论

2.1 不同压力水平对牛肉肠质构的影响

不同压力水平对牛肉肠质构的影响如图 1 所示。



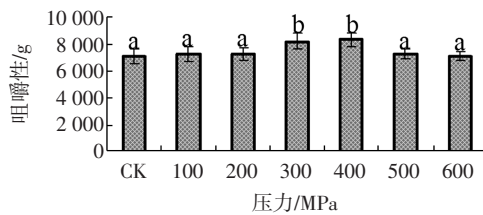


图1 压力水平对牛肉肠质构的影响

Fig.1 Effects of pressure on the texture of beef sausage

如图1所示,在室温,保压时间15 min条件下,随着压力的增大,样品的硬度、弹性、咀嚼性均呈现先上升后下降趋势,且都在300 MPa~400 MPa时取得最高值。数据分析显示:经高压处理后,样品的硬度显著高于未经高压处理的对照组($P<0.05$),300 MPa时硬度最大,与400 MPa处理组差异显著性分析不显著($P>0.05$),但两组都显著高于其它各处理组($P<0.05$);样品的弹性在300 MPa时也取得最大值,显著高于200 MPa和400 MPa处理组($P<0.05$),而200、400 MPa处理组又显著性高于其它各组($P<0.05$),与对照组相比,200 MPa~400 MPa的压力处理可以显著提高样品的弹性;样品的咀嚼性除经300、400 MPa处理后有显著性提高($P<0.05$)外,其它各处理组与对照组均无显著性差异($P>0.05$);由此可知,300 MPa~400 MPa的压力可以有效提高牛肉肠的质构特性,且在300 MPa时效果最佳。

2.2 不同保压时间对牛肉肠质构的影响

不同保压时间对牛肉肠质构的影响如图2所示。

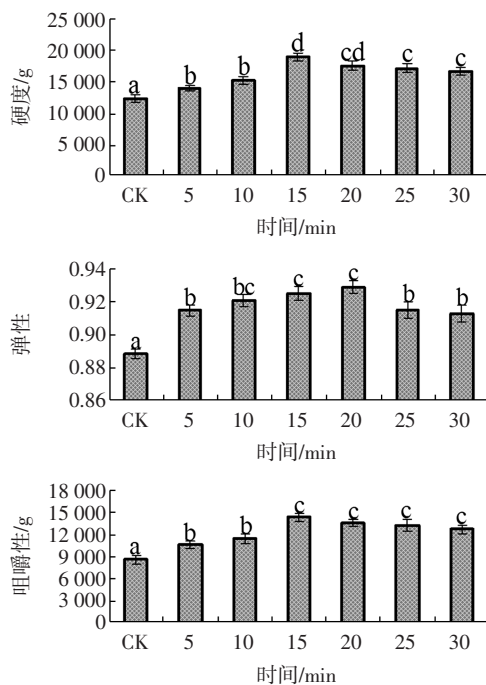


图2 保压时间对牛肉肠质构的影响

Fig.2 Effects of pressure-holding time on the texture of beef sausage

在室温,压力水平300 MPa条件下,牛肉肠的硬度随着压力时间的延长呈先上升后下降趋势,在15 min时取得最高值,与20 min处理组差异不显著($P>0.05$),但显著高于其它各组($P<0.05$),牛肉肠经300 MPa压力处理20 min~30 min后,其硬度显著大于5 min~10 min处理组($P<0.05$),但与对照组相比,各处理组硬度都得到了不同程度的提高($P<0.05$);牛肉肠的弹性也呈先上升后下降趋势,各组样都显著高于对照组($P<0.05$),在20 min时取得最大值,10、15、20 min之间差异不显著($P>0.05$),但显著高于其它各试验组($P<0.05$);牛肉肠的咀嚼性随着保压时间的延长逐渐增大,15 min后取得最大值,超过15 min咀嚼性变化不明显($P>0.05$);由此可见,保压时间取15 min时,可以使牛肉肠取得较高的质构指标。

2.3 不同保压温度对牛肉肠质构的影响

不同保压温度对牛肉肠质构影响,如图3所示。

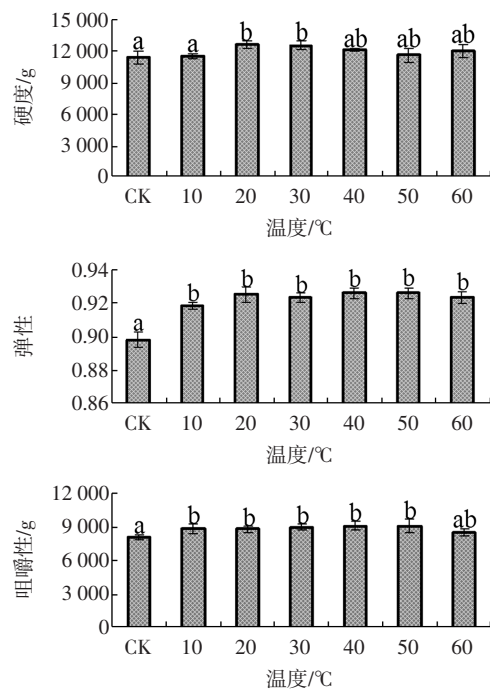


图3 保压温度对牛肉肠质构的影响

Fig.3 Effects of temperature on the texture of beef sausage

牛肉肠的硬度随着保压温度的升高呈现先上升后下降趋势,在20°C取得最大值,但除了与对照组和10°C组差异显著外($P<0.05$),与其它各试验组差异均不显著($P>0.05$);弹性则表现为试验组均显著高于对照组($P<0.05$),但各试验组之间差异不显著($P>0.05$);对于咀嚼性,保压温度在10°C~50°C范围内相对于对照组有显著性提高($P<0.05$);关于保压温度对肉制品品质特性的研究相对压力水平和保压时间较少,有研究学者提出主要是因为压力舱周围金属容器的高导

热性以及样品温度容易受高静压条件的影响而发生变化所致^[8-10]。但有研究表明:高静压对凝胶特性的影响,当温度较低时,表现出压力和时间的影响;当温度较高时,三者之间可能存在协同作用,对研究结果的影响比较明显^[11]。因此在条件允许的情况下对其进行研究还是十分有必要的。

2.4 高压处理对牛肉肠微观结构的影响

高压处理对牛肉肠微观结构的影响,如图4、图5所示。

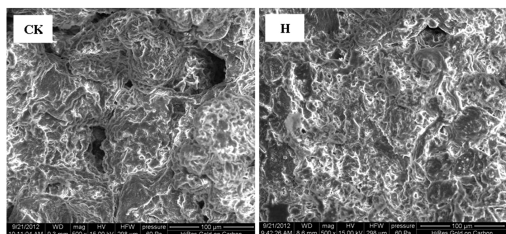


图4 牛肉肠的扫描电镜图($\times 500$)

Fig.4 SEM micrographs of beef sausage ($\times 500$)

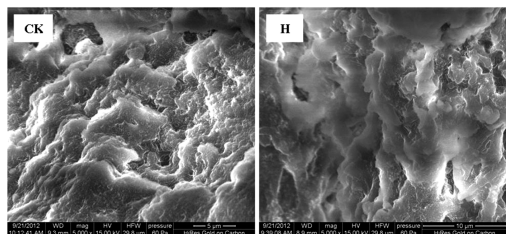


图5 牛肉肠的扫描电镜图($\times 5000$)

Fig.5 SEM micrographs of beef sausage ($\times 5000$)

室温下牛肉肠经高压(300 MPa、15 min)处理,放大不同倍数后与对照组相比,由图4~图5不难发现,高压处理后的牛肉肠横截面表面较对照组平坦致密、均匀有序、气孔结构小且少,而对照组则表现出不平整、粗糙、坑坑洼洼、出现有较多的空穴,并有大的簇出现。张蕾等^[12]在对虾肉的显微组织结构观察中也发现高压处理使虾肉肌纤维的网状结构的间隙变小,并通过试验指出超高压处理使对虾的品质发生了显著变化。该观察结果与本试验中高压处理对牛肉肠质构的数据分析结果基本一致。

3 结论

1)保压温度对牛肉肠的影响较小,但随着压力水平的增加和保压时间的延长牛肉肠的硬度、弹性、咀嚼性呈先升高后下降趋势,并都在300 MPa、15 min附近取得最佳值,明显优于对照组($P < 0.05$)。

2)高压对牛肉肠蛋白凝胶形成机理及内部微结构排列分布的影响有待进一步研究论证。

参考文献:

- [1] Sikes A L, Tobin A B, Tume R K. Use of high pressure to reduce cook loss and improve texture of low-salt beef sausage batters[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2009, 10 (4): 405-412
- [2] O'Flynn C C, Cruz-Romero M C, Troy D J, et al. The application of high-pressure treatment in the reduction of phosphate levels in breakfast sausages[J]. Meat Science, 2014, 96(1): 633-639
- [3] Grossi A, Søltoft-Jensen J, Knudsen J C, et al. Synergistic cooperation of high pressure and carrot dietary fibre on texture and colour of pork sausages[J]. Meat Science, 2011, 89(2): 195-201
- [4] 任云霞,李亚楠,张坤生.超高压对添加变性淀粉的鸭肉肌原纤维蛋白的影响[J].食品研究与开发,2012,33(11):10-14
- [5] 董建国,刘勤华,段虎,等.高压对含TG的鸡肉糜相关特性的影响[J].食品工业,2012(7):15-18.
- [6] 董建国,潘润淑,王正荣,等.超高压和转谷氨酰胺酶对碎牛肉凝胶品质的影响[J].食品工业,2013(8):171-175
- [7] 屈平,彭增起,陈德倡,等.牛肉制品的扫描电镜观察[J].电子显微学报,2001,20(4):529-530
- [8] Lebail A, Chevalier D, Mussa D M, et al. High Pressure Freezing and Thawing of Foods: A Review[J]. International Journal of Refrigeration, 2002, 25(5):504-513
- [9] 叶久东,李汴生,阮征,等.食品超高压处理过程中传热模型和相转变的研究进展[J].食品研究与开发,2006,27(3):142-145
- [10] Otero L, Guignon B, Aparicio C, et al. Modeling thermophysical properties of food under high pressure[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2010,50(4):344-368
- [11] 胡飞华,陆海霞,陈青,等.超高压处理对梅鱼鱼糜凝胶特性的影响[J].水产学报,2010,34(3):329-335
- [12] 张蕾,陆海霞,励建荣.超高压处理对凡纳滨对虾品质的影响[J].食品研究与开发,2010(12):1-6

收稿日期:2015-10-21