

# 热处理对猪肉食用品质的影响

黄明<sup>1</sup>, 黄峰<sup>1</sup>, 张首玉<sup>2</sup>, 陈景宜<sup>1</sup>, 陈绍英<sup>1</sup>, 徐幸莲<sup>1</sup>, 周光宏<sup>1</sup>  
(1.南京农业大学 教育部肉品加工与质量控制重点开放实验室, 江苏 南京 210095;  
2.河南职业技术学院旅游烹饪系, 河南 郑州 450046)

**摘要:** 为了研究热处理对猪肉食用品质的影响, 分别对猪肉背最长肌加热至中心温度 25、50、60、80、100℃, 然后测定不同温度处理对猪肉蒸煮损失、剪切力值、形状、色度、pH 值的影响。结果表明: 猪肉的蒸煮损失、剪切力和 pH 值随着热处理温度的升高而增加; 肉块形状发生短缩; 色泽从红色变为白色、灰白色。

**关键词:** 猪肉; 热处理; 食用品质

## Effect of Heating Treatment on Pork Quality

HUANG Ming<sup>1</sup>, HUANG Feng<sup>1</sup>, ZHANG Shou-yu<sup>2</sup>, CHEN Jing-yi<sup>1</sup>,  
CHEN Shao-ying<sup>1</sup>, XU Xing-lian<sup>1</sup>, ZHOU Guang-hong<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Meat Processing and Quality Control, Ministry of Education, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 2. Department of Tourism and Culinary Science, Henan Polytechnic, Zhengzhou 450046, China)

**Abstract:** In order to investigate the effect of heating treatment on pork quality, weight loss through cooking, Warner-Braztler shear force (WBS), shape, color and pH of pork loins were measured after they were subjected to heating treatment at 25, 50, 60, 80 °C and 100 °C, respectively. Resulted indicated that higher temperature could result in increase of weight loss through cooking, WBS and pH value, shrinkage of pork loins, color alteration from red to white or gray.

**Key words:** pork; heating treatment; quality

中图分类号: TS251.51

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2009)23-0189-04

加热是肉品加工过程中最常用的物理手段, 肉的加热会引发一系列的生物学和物理化学反应, 如质构变化、风味形成等, 同时也能够杀死病原体保证食品安全。另外加热所引起的肉的食用品质变化和肉类生产企业的经济效益也有重要影响, 如蒸煮损失的大小与肉的出品率有直接联系, 同时, 蒸煮损失与肉制品的嫩度、多汁性等指标也有较强的相关性。

肉的食用品质指标一般包括颜色、嫩度、风味、保水性、多汁性等<sup>[1-2]</sup>。而加热温度和时间对肉的食用品质有重要影响, 从而造成最终产品品质参差不齐<sup>[3-6]</sup>。围绕加热对肉品质影响的研究多集中在离体条件下肌肉蛋白质的变性或热处理对牛肉食用品质的影响, 如研究发现加热到 40~60℃肌浆蛋白之间发生聚合现象, 热变性的肌浆蛋白在肌纤维蛋白之间形成凝胶, 使得纤维蛋白聚合, 改变肉的嫩度<sup>[7]</sup>; 肌球蛋白和肌动蛋白分别在 50℃和 65℃左右变性, 胶原蛋白在高于 65℃时变性; Laakkonen 等<sup>[8]</sup>研究发现高温或加热时间过长, 使得肌浆

蛋白中的酶完全失去活性, 蛋白质过度聚合变性, 水分含量减少 25%~30%。而结合生产实践, 对猪肉在不同加热终点温度条件下一些物理化学等指标变化的研究数据报道较少, 本实验的目的在于通过对生鲜猪肉经不同温度加热后, 分析其蒸煮损失、形状、色泽、剪切力、pH 值等指标的变化, 从而为肉制品生产过程中科学的加热工艺参数设置提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料、试剂与仪器

冷却猪肉 苏食集团淮安屠宰厂; 所用常规化学试剂均为国产分析纯。

TESTO735 热电偶 德国德图公司; JA 2003 电子秤 上海天平仪器厂; TC-II G 型全自动测色色差仪 日本 Minolta 公司; 235G-R 物性测定仪 英国 Stable Micro Systems 公司; PH-211 酸度计 意大利 Hanna 公司。

收稿日期: 2009-08-01

基金项目: 国家“863”计划项目(2008AA100804-5); 江苏省青蓝工程项目(苏教师 2008-30)

作者简介: 黄明(1970—), 男, 副教授, 博士, 主要从事肉品质量与安全控制研究。E-mail: mhuang@njau.edu.cn

## 1.2 方法

### 1.2.1 样品处理

选取3头劈半并预冷的猪胴体,取同一头猪两条背最长肌,对称将肉样分割成20小块,每块样品厚度为2.5cm,用电子秤称质量后真空封口,随机分成5组,每组4个平行,然后将每组样品分别放于25、50、60、80、100℃的水浴锅中加热,把热电偶探头刺进每组的一个样品的中心位置,当温度到达预定温度后保温5min,将样品取出,冷却至室温,并用吸水纸将表面的水吸干,待测定其他指标。

### 1.2.2 蒸煮损失的计算

$$\text{蒸煮损失(\%)} = \frac{\text{蒸煮前样品质量} - \text{蒸煮后样品质量}}{\text{蒸煮前样品质量}} \times 100$$

### 1.2.3 剪切力的测定

每组取4个肉样,放入4℃冰箱中过夜,用直径1.27cm中空取样器顺肌纤维方向取样,每块肉样取3个肉柱;用剪切力仪测定肉样剪切力。

### 1.2.4 pH值的测定

将测过剪切力的样品用7倍蒸馏水(m/V)进行匀浆。然后用pH计测定匀浆液pH值。

### 1.2.5 颜色的测定

将预处理前后的样品分别用色差仪进行测定,以标准白板进行校正,同一个样品取4个点,测定每一点的L值、a值和b值,取样品平均值。

### 1.2.6 外形测定

热处理前后,用游标卡尺测定每个样品的长度、宽度和高度,精确至0.1mm。

$$\text{热收缩率(\%)} = \frac{\text{加热前的长度} - \text{加热后的长度}}{\text{加热前的长度}} \times 100$$

## 1.3 统计方法

采用SPSS软件进行统计分析

## 2 结果与分析

### 2.1 不同加热温度对猪肉蒸煮损失的影响

热处理对猪肉蒸煮损失有显著影响( $P < 0.01$ ),随着热处理温度的不断升高,猪肉的蒸煮损失逐步增加,在25~50℃蒸煮损失相对较小,50~80℃蒸煮损失随温度的增加变化最大,而80~100℃蒸煮损失的增加速度降低(图1),这些变化可能与猪肉内部不同的蛋白质在不同温度条件下的变性有关。蒸煮早期的水分损失主要与肌浆蛋白的变性有关,如大部分肌浆蛋白在45~50℃时就发生凝固<sup>[9]</sup>,致使肌肉开始失水,并且温度越高,蛋

白质凝固的越多也越快,其失水也越多;当温度到达50℃以后,猪肉内部有更多的蛋白质变性凝固,特别是肌球蛋白在55~60℃时开始变性<sup>[9]</sup>,肌球蛋白是肌纤维中含量最高的结构蛋白质,也是肌肉中保持水分最重要的载体。另外,随温度的增加,肉中另外一种重要组成蛋白肌动蛋白也开始变性。随着这些蛋白质变性凝固和收缩,减少了肌原纤维间的水分存储空间,同时蛋白的变性和疏水基团的暴露致使蛋白自身的亲水能力降低,致使肉内水分的流出,从而使得其蒸煮损失的幅度明显增大;直到温度升到80℃,由于猪肉中的胶原转变成明胶吸收部分水分,弥补了肌肉中水分的流失,使得猪肉的蒸煮损失幅度有所下降。

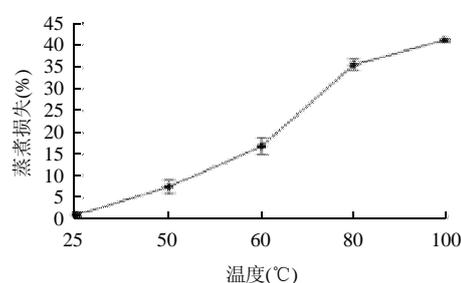


图1 不同加热温度对猪肉蒸煮损失的影响

Fig.1 Effect of temperature on weight loss of pork through cooking

### 2.2 不同加热温度对猪肉剪切力的影响

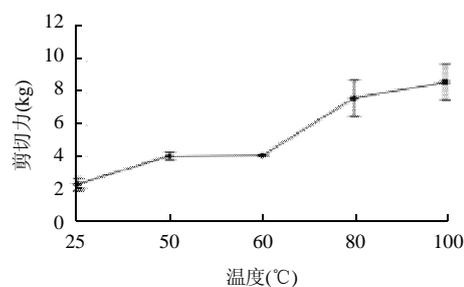


图2 不同加热温度对猪肉剪切力的影响

Fig.2 Effect of temperature on shear force of pork

剪切力是衡量肉品嫩度的常用指标之一。在实验温度范围内,随着温度的升高,肉样的剪切力值呈增加趋势,温度到达100℃时,剪切力值最大。而在50~60℃之间,肉样的剪切力值变化较小( $P > 0.05$ )(图2)。加热引起的肉嫩度变化主要源于肉中肌原纤维蛋白和胶原蛋白的热变性所致,热处理会给肌肉中不同蛋白质带来结构性的变化<sup>[10-12]</sup>。胶原蛋白由原胶原分子间共价键交联聚合而成,原胶原分子是一种高度紧锁的右手螺旋构象的纤维状蛋白,有三条具有左手螺旋构象的肽链依

靠链间氢键绞合在一起形成。胶原蛋白受热时会收缩并降解吸水膨胀,最后明胶使肉嫩度增大。肌原纤维蛋白主要由肌球蛋白和肌动蛋白构成。在50℃以前的肉样剪切力增加可能于肌浆蛋白变性,肉失去部分水分有关,而在50~60℃之间,肉样的剪切力变化较小,可能与肉中的蛋白酶未失活,对肌原纤维蛋白的降解作用增强,增加的肌肉嫩度弥补了水分损失所引起的剪切力增加,与Palkla、Vaudagna等<sup>[13-14]</sup>的研究结果一致,在60~80℃之间,肉样的剪切力快速增加,可能是由于肌原纤维变性所引起的剪切力增加远大于胶原蛋白对肉样剪切力的影响,因为胶原蛋白明胶化虽然在60~65℃左右,但随着胶原蛋白原胶原分子间交联程度的提高,分解时所需活化能就越高,就需要更加长的加热时间和加热温度,所以当温度超过80℃以后,随着胶原蛋白明胶化程度的增加,肉的剪切力增加的程度减小。

2.3 不同加热温度对猪肉 pH 值的影响

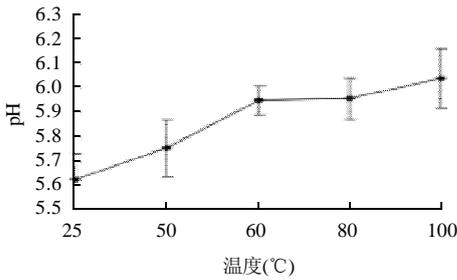


图3 不同加热温度对猪肉 pH 值的影响  
Fig.3 Effect of temperature on pH value of pork

蛋白质是一种高分子的两性化合物,对于肌肉来说,由于没有体液(磷酸盐缓冲液、碳酸氢盐缓冲液)来维持其 pH 值的平衡,所以蛋白质是影响肌肉 pH 值的重要因素。在50℃以前,肉样的 pH 值随着温度的升高而增加;但到了50℃以后,肉样的 pH 值迅速上升,从5.75到5.95,而从25℃到50℃,pH 值只变化了0.13;到60℃以后,随着温度的升高,肉样的 pH 值上升趋势减缓(图3)。这些变化可能都与肉中不同蛋白质的变性从而引起蛋白表面酸碱基团的动态变化有关。

感官分析发现,在25℃时,肉样为红色,50℃开始发白,但仍呈现少许红色;到60℃后,肉样完全发白,在80℃和100℃的时候,肉样变为灰褐色。色差仪分析显示不同加热温度对色度 L、a、b 值的变化有着显著性影响(图4)。L 值在60℃之前随着温度的升高而增加,高于60℃以后, L 值的变化开始平缓并有略微下降趋势; a 值则与 L 值的变化不同,在50℃之前, a 值随着温度的升高基本不变,但过了50℃以后,随着温度的升高, a 值则呈下降趋势,直到80℃以后, a 值停

止变化; b 值的变化则集中在50℃以前,在此温度之前, b 值随着温度的升高而升高,但到了50℃以后, b 值不再变化。这些变化与一些学者的研究结果一致<sup>[15-17]</sup>。

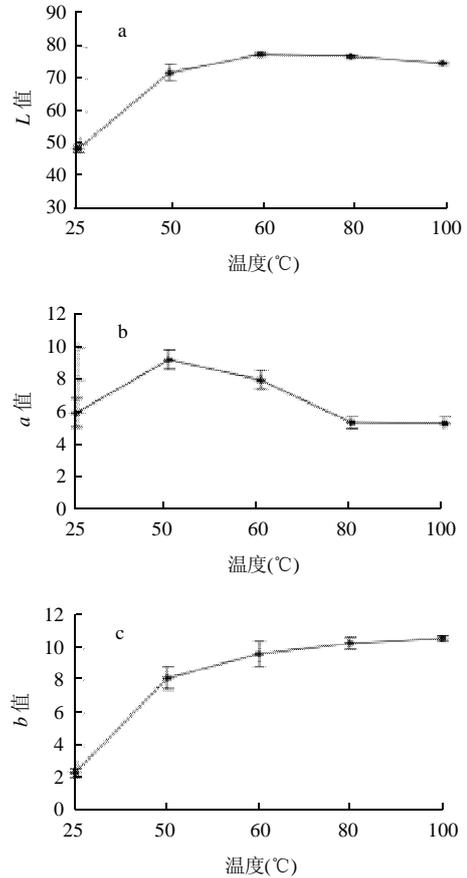


图4 不同加热温度对猪肉色度的影响  
Fig.4 Effect of temperature on color of pork

2.5 不同加热温度对猪肉收缩率的影响

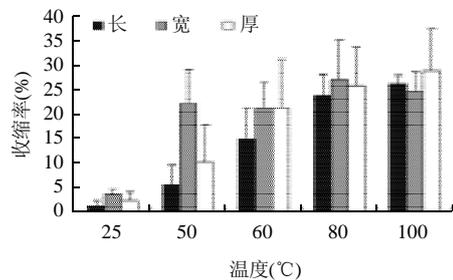


图5 不同加热温度对猪肉收缩率的影响  
Fig.5 Effect of temperature on shrinkage rate of pork

加热使猪肉的体积缩小,随着热处理温度的升高,肉块的长、宽、厚度收缩率呈增加趋势(图5)。从25℃到80℃,温度越高,肉块的长度、厚度收缩的就越快,

这可能是蛋白质变性收缩和水分损失的结果, 而到 80℃ 以后, 猪肉块的长度、宽度和厚度收缩率变化较小, 这可能与肌肉蛋白质已基本变性, 水分的流失率降低有关。

### 3 结 论

热处理对猪肉的保水性、嫩度、颜色、形状、pH 值等指标有显著影响。随着热处理温度的不断升高, 猪肉的蒸煮损失逐步增加, 在 25~50℃ 蒸煮损失相对较小, 50~80℃ 蒸煮损失随温度的增加变化最大, 而 80~100℃ 蒸煮损失的增加速度降低; 在实验温度范围内, 随着温度的升高, 肉的剪切力呈增加趋势; 肉样的 pH 值随着温度的升高而增加, 50~60℃, pH 值迅速上升, 到 60℃ 以后, 随着温度的升高, 肉样的 pH 值上升趋势减缓; 热处理对肉的色度值也有明显影响, 随加热温度的增加, 肉的颜色从红色到浅红色再到灰褐色变化。肉的体积随加热温度的增加呈减小趋势。

#### 参考文献:

- [1] KOOHMARAIE M, GEESINK G H. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system[J]. *Meat Science*, 2006, 74(1): 34-43.
- [2] LAWRIE R A. *Lawrie's meat science*[M]. Cambridge, UK: Woodhead Publishing, 1998.
- [3] PRESTAT C, JENSEN J, MCKEITH F K, et al. Cooking method and endpoint temperature effects on sensory and color characteristics of pumped pork loin chops[J]. *Meat Science*, 2002, 60 (4): 395-240.
- [4] CROSS H R, STANFIELD M S, KOCH E J. Beef palatability as affected by cooking rate and final internal temperature[J]. *Journal of Animal Science*, 1976, 43(1): 114-120.
- [5] COMBES S, LEPETIT J, DARCHE B, et al. Effect of cooking temperature and cooking time on Warner-Bratzler tenderness measurement and collagen content in rabbit meat[J]. *Meat Science*, 2004, 66(1): 91-96.
- [6] BARBERA S, TASSONE S. Meat cooking shrinkage: Measurement of a new meat quality parameter[J]. *Meat Science*, 2006, 73(3): 467-474.
- [7] TORNBERG E, ANDERSSON K, JOSSEL A. The theological properties of whole and minced meat during cooking as related to sensory and structural characteristics[C]//ETH ZÜRICH. Proceeding of the 1<sup>st</sup> international symposium on food rheology and structure. Switzerland: Institute of Food Science and Nutrition, 1997: 16-20.
- [8] LAAKKONEN E, SHERBON J W, WELLINGTON G H. Low temperature, long-time heating of bovine muscle[J]. *J Food Sci*, 1970, 35: 175-181.
- [9] 刘冠勇, 罗欣. 影响肉与肉制品系水力因素之探讨[J]. *肉类研究*, 2000 (3): 16-18.
- [10] BENDALL J R, RESTALL D J. The cooking of single myofibres, small myofibre bundles and muscle strips from beef *M. psoas* and *M. sternomandibularis* muscles at varying heating rates and temperatures [J]. *Meat Science*, 1983(8): 93-117.
- [11] CHENG C S, PA RRISH F C, Jr. Scanning electron microscopy of bovine muscle. Effect of heating on ultrastructure[J]. *Journal of Food Science*, 1976, 41: 1449-1455.
- [12] JONES S B, CARROLL R J, CAVANAUGH J R. Structural changes in heated bovine muscle: A scanning electron microscope study[J]. *Journal of Food Science*, 1977, 42: 125-131.
- [13] PALKA K, DAUN H. Changes in texture, cooking losses, and myofibrillar structure of bovine *M. semitendinosus* during heating[J]. *Meat Science*, 1999, 51: 237-243.
- [14] VAUDAGNA S R, SA 'NCHÉZ G, NEIRA M S, et al. Sous-vide cooked beef muscles: effects of low temperature-long time (LT-LT) treatments on their quality characteristics and storage stability[J]. *International Journal of Food Science and Technology*, 2002, 37: 425-441.
- [15] 贺艳, 郑文杰, 刘炬, 等. 肉类及肉制品加热终点温度检测方法的研究[J]. *中外食品*, 2004(9): 49-51.
- [16] GARCÍA-SEGOVIA P, ANDREÉS-BELLO A, MARTÍNEZ-MONZO J. Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (*M. pectoralis*)[J]. *Journal of Food Engineering*, 2007, 80: 813-821.
- [17] ReSURRECCIÓN A V A. Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products[J]. *Meat Science*, 2003, 66: 11-20.