

宰后成熟过程中冷却牛肉、猪肉色泽和嫩度的变化

吴菊清, 李春保, 周光宏*, 徐幸莲, 鞠秀香, 陈怡晨

(南京农业大学食品科技学院, 教育部肉品加工与质量控制重点实验室, 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: 本实验比较研究了冷却牛肉和猪肉在宰后 120h 内色泽和剪切力的变化。分别从牛屠宰厂和猪屠宰厂选取牛、猪各 4 头, 按规范工艺屠宰后取背最长肌, 分切成 8 个肉块, 经简易包装后在 0~4℃ 下 18、48、96、120h, 之后测定肉色、剪切力值及其他相关指标。结果表明, 牛肉和猪肉的 pH 值、肉色(L*、a*、b*)、水分含量、剪切力值等指标存在显著差异($p < 0.05$)。随着成熟时间延长, 亮度增加、红度下降、剪切力下降; 宰后 120h 内, 猪肉嫩度的变化比牛肉更明显。

关键词: 牛肉; 猪肉; 宰后成熟; 小片化指数

Changes of Meat Color and Tenderness of Chilled Beef and Pork during Postmortem Aging

WU Ju-qing, LI Chun-bao, ZHOU Guang-hong*, XU Xing-lian, JU Xiu-xiang, CHEN Yi-chen

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

Abstract: The study was designed to track the changes of meat color and tenderness of chilled beef and pork within the first postmortem 120 h. The results showed that there are significant differences in pH value, L*, a* and b* values, moisture content and shear force value between the beef and the pork. As the aging time prolonging, the meat lightness rises, but the redness and shear force value decline. Under the same conditions, the pork has a greater change in shear force than the beef within postmortem 120 h.

Key words: beef; pork; postmortem aging; myofibril fragmentation index

中图分类号: TS251.5

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2008)10-0136-04

近年来, 冷却肉以其新鲜、肉嫩、味美、营养、卫生的优点受到越来越多消费者的爱好。冷却肉作为新型肉类品种, 被称为“肉类消费的革命”, 我国肉类消费结构已形成了“热鲜肉广天下, 冷冻肉争天下, 冷却肉甲天下”的三分天下的格局。在我国收入较高的发达城市, 冷却肉已占到人均年消费肉量的 10%~15%^[1]。

冷却肉不同于热鲜肉与冷冻肉, 是指对严格执行检疫制度屠宰后的畜胴体迅速进行冷却处理, 使胴体温度(以后腿内部中心为测量点)在 24h 内降至 0~4℃, 并在后续的加工、流通和零售过程中始终保持在 0~4℃ 范围内的鲜肉。和热鲜肉相比, 冷却肉更安全更卫生。因为它始终处于冷却环境下, 大多数的微生物生长繁殖受

到抑制。此外, 冷却肉经过较为充分的解僵成熟, 质地变得柔软有弹性, 滋味鲜美。但对于不同种类肉来说, 其成熟时间的长短不尽相同, 肉类食用品质的变化情况也不尽相同^[2]。

对于冷却肉来说, 肉色、pH 值、水分含量、小片化指数、剪切力值都是非常重要的指标。肉色直接影响消费者的购买喜好; 水分含量影响肉的多汁性; 剪切力值反映肉的嫩度, 而小片化指数反映成熟过程中嫩度的变化; pH 值的变化对上述各指标均有一定的影响。因此, 本实验比较研究了牛肉和猪肉在宰后成熟过程中肉色、pH 值、水分含量、小片化指数和剪切力值的变化, 以期冷却牛肉和猪肉的加工、运输和

收稿日期: 2007-11-30

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAD30B03-07); 南京农业大学青年科技创新基金项目(KJ07022)

作者简介: 吴菊清(1965-), 博士研究生, 研究方向为畜产品加工与质量控制。E-mail: wujuqing@njau.cn

* 通讯作者: 周光宏(1960-), 男, 教授, 博士, 研究方向为畜产品加工与质量控制。E-mail: ghzhou@njau.edu.cn

消费提供一定的指导。

1 材料与方

1.1 材料与试剂

牛肉：取48月龄、体重约500kg黄牛4头；按企业的工艺要求宰杀后，在0~4℃下冷却18h，在同一部位取2.54cm厚背最长肌8块，分为四组，每组两块，用普通聚氯乙烯简易包装后放置在0~4℃条件下，于宰后18、48、96、120h进行各指标分析。

猪肉：取6月龄、体重约100kg大白猪4头；按企业的工艺要求宰杀后，在0~4℃下冷却18h，在同一部位取2.54cm厚背最长肌8块，分为四组，每组两块，用普通聚氯乙烯简易包装后放置在0~4℃条件下，于宰后18、48、96、120h进行各指标分析。

KCl、K₂HPO₄、EGTA、MgCl₂、NaN₃等所用试剂均为分析纯

1.2 仪器与设备

CR 400 色差仪 日本美能达公司；H29025 型便携式 pH 计 意大利 HANNA 公司；Allegra 64 R 高速冷冻离心机 美国贝克曼库有限公司；Alpha 2-1.2 冷冻干燥机 德国 Christ 公司；Salter 235 沃布氏嫩度仪 G-R 美国 FTC 公司；DM6801A 数显温度计 深圳胜利仪器公司；

1.3 测定指标和方法

1.3.1 肉色的测定

肉色测定采用的是 CIE L*a*b* 法。用色差仪测定肉样的 L*(亮度)、a*(红度)、b*(黄度)，对于同一肉块，平行测定3次，其平均值作为该肉块的颜色值。使用前须对仪器进行校准。

1.3.2 pH 值的测定

用便携式 pH 计进行测定。将探头插入到肉样中，使 pH 计电极与肌肉中的组织液充分接触，待 pH 计读数稳定后记录，每个肉样测定3次，取平均值作为该肉样的 pH 值。使用前须对仪器进行校准。

1.3.3 水分含量的测定

采用冷冻干燥法，取代表性肉样5g，充分切碎后放入-20℃冰柜中至肉样完全冻结，再放入冷冻干燥机真空冷冻干燥约24h，直至样品恒重。干燥前后重量之差即为水分重量。

1.3.4 MFI 值的测定

由于实验过程中部分猪肉样品遗失，使得测定结果缺乏统计意义，因此，本实验仅测定了牛肉的 MFI 值。参考 Culler^[3] 的方法并稍作调整。取4g牛肉，加40ml 预冷(2℃)的 MFI 缓冲液(100mmol/L KCl, 11.2mmol/L K₂HPO₄, 8.8mmol/L KH₂PO₄, 1mmol/L EGTA, 1mmol/L MgCl₂,

1mmol/L NaN₃) 高速匀浆3次，每次20s，间隔1min；匀浆后冷冻离心(1000×g, 15min, 2℃)，弃上清，将沉淀用40ml 预冷后的 MFI 缓冲液悬浮，再离心(1000×g, 15min, 2℃)，弃上清，用10ml 预冷后的 MFI 缓冲液将沉淀充分悬浮，将悬浮液用150目滤布过滤除去结缔组织，再用10ml MFI 缓冲液洗离心管，并进行过滤，将过滤后的悬浮液用双缩脲法测蛋白浓度，然后用 MFI 缓冲液调整悬浮液蛋白浓度为0.5mg/ml，在540nm 测吸光度，将所得结果乘200后便得到 MFI 值。

1.3.5 剪切力值的测定

参考 Li 等的方法^[4]。修整去除肉块表面的皮下脂肪和结缔组织，水浴加热，水浴温度为80℃，用数显温度计记录加热过程中肉块中心温度的变化。当肉块中心温度达到70℃时，立即取出，流水冷却至室温。沿肌纤维方向取五个直径1.27cm 肉柱，用沃布氏嫩度仪沿肌纤维垂直方向剪切肉柱，记录剪切力值(WBSF)，计算平均值。

1.4 统计分析

用 SAS8.12 统计软件中的方差分析和多重比较程序对实验数据进行分析。

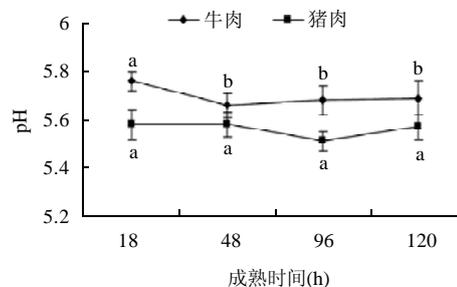
2 结果与分析

2.1 宰后成熟过程中 pH 值的变化

宰后成熟过程中 pH 值的变化如图1所示。宰后18~48h，牛肉 pH 值有明显的下降(p < 0.05)，48~120h 基本保持稳定，说明宰后18h 时牛肉的 pH 值尚未达到极限 pH，在之后一段时间内会继续下降直至极限 pH 值。而猪肉宰后18~120h 无明显变化，说明18h 时已达到其极限 pH 值。此外，牛肉的 pH 值显著高于猪肉 pH 值(p < 0.05)，这主要与肌肉中肌纤维类型有关。

2.2 宰后成熟过程中肉色的变化

宰后成熟过程中，牛肉和猪肉的颜色均有一定的变化。牛肉的 L* 值在18~96h 逐渐上升(p < 0.05)，之后



同一折线上的各点，不同字母表示存在显著差异，p < 0.05，下同。

图1 宰后成熟过程中 pH 值的变化

Fig.1 Changes of pH values of beef and pork during postmortem aging

略有下降, 而猪肉的L*值在18~48h显著增加($p < 0.05$), 48~96h保持稳定, 之后又显著增加($p < 0.05$); 猪肉的L*值显著高于牛肉($p < 0.05$, 图2所示), 主要与肌纤维类型有关。

牛肉的红度(a*值)先下降后上升($p < 0.05$), 而猪肉的红度先增加后降低($p < 0.05$); 且牛肉的红度值显著高于猪肉(图3)。

宰后96~120h, 牛肉的黄度值(b*值)显著增加($p < 0.05$), 96h前无显著变化; 而猪肉b*值在18~96h之间显著增加($p < 0.05$), 之后显著下降($p < 0.05$), 见图4。

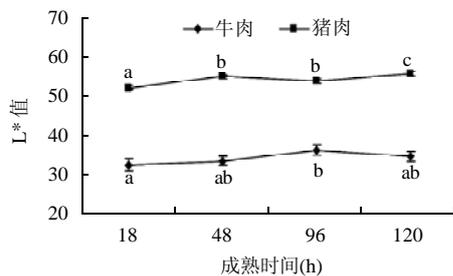


图2 宰后成熟过程中肉色L*值的变化

Fig.2 Changes of meat color L* values of beef and pork during postmortem aging

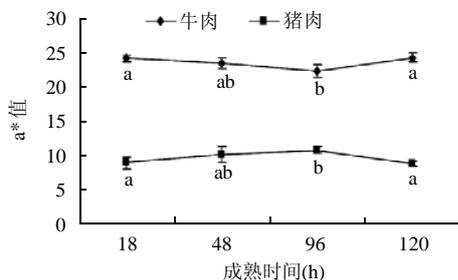


图3 宰后成熟过程中肉色a*值的变化

Fig.3 Changes of meat color a* values of beef and pork during postmortem aging

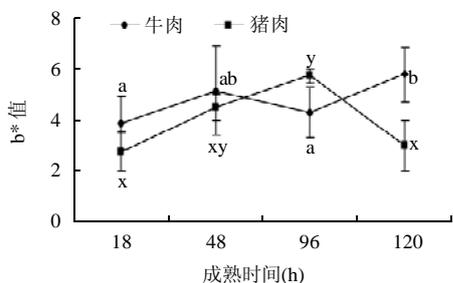


图4 宰后成熟过程中肉色b*值的变化

Fig.4 Changes of meat color b* values of beef and pork during postmortem aging

2.3 水分含量

水分含量的变化如图5所示, 宰后成熟过程中, 18~120h牛肉中水分含量变化很小($p < 0.05$); 而猪肉中

水分含量在96h前逐渐增加($p < 0.05$), 随后有所下降($p < 0.05$)。猪肉中水分含量的变化主要与僵直和解僵状态有关, 宰后早期, 肌肉处于僵直状态, 保水能力差, 部分自由水在样品测定前的处理过程中损失掉, 导致最终水分含量偏低; 随着时间的延长, 僵直逐渐解除, 肌肉保水能力有所增加, 处理过程中的水分损失减少, 测定的水分含量增加。但成熟时间进一步延长时, 肌纤维微观结构发生变化, 保水能力逐渐下降。由于牛肉成熟期相对较长, 在本实验的时间内, 各种变化相对较小, 水分含量没有表现明显的变化。

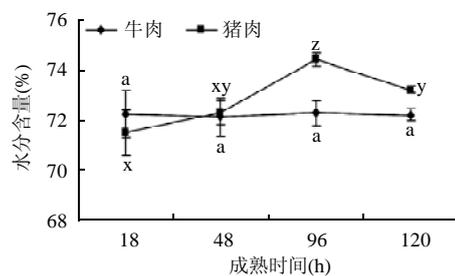


图5 宰后成熟过程中水分含量的变化

Fig.5 Changes of moisture content of beef and pork during postmortem aging

2.4 MFI值

图6表明, 随着宰后成熟时间的延长, 牛肉肌原纤维小片化指数逐渐上升, 表明在宰后成熟过程中, 肌原纤维逐渐降解, 有利于嫩度的改善。

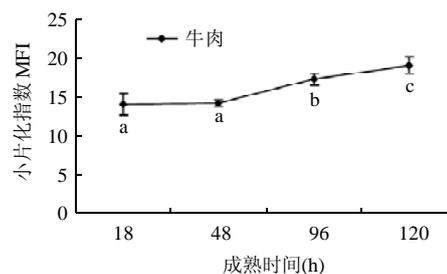


图6 宰后成熟过程中牛肉小片化指数的变化

Fig.6 Change of beef MFI values of beef during postmortem aging

2.5 剪切力值

由图7可见, 在宰后120h内, 牛肉剪切力值呈现下降趋势, 但在统计学上无显著差异($p < 0.05$)。猪肉剪切力值明显下降($p < 0.05$)。宰后18h时, 牛肉剪切力值与猪肉相近, 但随后猪肉剪切力显著低于牛肉($p < 0.05$)。

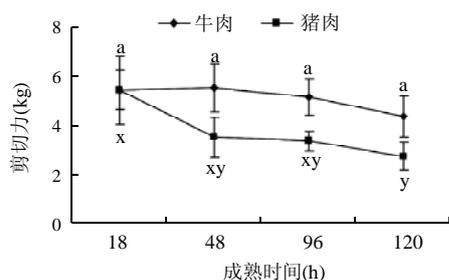


图7 宰后成熟过程中剪切力值的变化

Fig.7 Changes of shear force values of beef and pork during postmortem aging

3 讨论与结论

3.1 宰后成熟和 pH 值的变化

动物肌肉的 pH 值一般均在 7.0 左右, 但宰后由于氧气供应中断, 肌糖原进行无氧酵解, 产生乳酸, 使肉的 pH 下降^[5], 但不同种类动物肌肉宰后 pH 值下降速度有所差异, 一般来说, 0~4℃下, 牛肉 pH 值下降到极限 pH 值需要 24h 甚至更长, 而猪肉达到极限 pH 值所需时间较短^[6-7]。本研究结果也证明了这一点: 宰后第 18h 时, 牛肉 pH 值仍较高, 在随后的贮藏过程中仍有显著下降, 最终达到极限 pH 值; 而猪肉在宰后 18h 时已达到极限 pH 值, 表明猪肉 pH 下降速度比牛肉快。导致牛肉和猪肉 pH 值下降速度差异的原因可能为糖原酵解酶活力不同。此外, 牛肉的极限 pH 值比猪肉高, 主要由于牛肉肌糖原水平比猪肉低所致, 且据报道, 当肌糖原含量低于 100 μmol/g 时, 极限 pH 值高于正常值, 易出现 DFD 肉^[8]。

3.2 宰后成熟与肉色的变化

颜色是肉的重要食用品质之一, 与肌红蛋白含量、肌纤维类型和状态及水分分布有很大关系。本实验结果表明, 牛肉在宰后成熟过程中亮度先增加后降低、红度先降低后增加。亮度增加、红度下降主要与肌肉内部水分渗出, 积于肉块表面, 对光的反射能力增强所致^[9]; 随着成熟时间延长, 肌红蛋白发生氧化生成高铁肌红蛋白, 反而使亮度下降。牛肉红度值高于猪肉, 主要与牛肉中肌红蛋白含量、红肌纤维数量高于猪肉有关。

3.3 宰后成熟与 MFI、嫩度变化

牛肉成熟是肉的质地不断改善的过程, 在成熟过程中由于酶及其他因素的作用, 肌原纤维的结构遭到破坏, 原本完整的肌原纤维断裂成含不同数目肌节的小片, 即肌原纤维小片化指数(MFI)增加。实验证明, 宰后成熟可显著影响肌原纤维小片化程度, 从而显著影响肉的嫩度, 可以作为间接预测肉的嫩度的因子^[10]。宰后 120h 内, 牛肉的 MFI 值显著增加, 但总体上 MFI 值偏小, 导致牛肉剪切力值并没有显著下降。

从本研究结果可以看出, 牛肉和猪肉的食用品质之间存在很大差异, 宰后成熟过程牛肉和猪肉的食用品质均发生一定的变化, 但猪肉的变化更加明显, 可通过较短时间的成熟获得理想的猪肉品质。

参考文献:

- [1] 孔凡真. 冷却肉将成为我国未来生肉消费主流[J]. 肉类工业, 2004 (5): 46.
- [2] 蒲海燕, 李影球, 陈宇前. 我国冷却肉发展现状、存在的问题及对策[J]. 肉类工业, 2006(10): 39-41.
- [3] CULLER R D, PARRISH F C, SMITH G C, et al. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle [J]. Journal of Food Science, 1978, 43: 1177-1180.
- [4] LI C B, CHEN Y J, XU X L, et al. Effects of low-voltage electrical stimulation and rapid chilling on meat quality characteristics of Chinese yellow crossbred bulls [J]. Meat Science, 2006, 72: 9-17.
- [5] 周光宏, 徐幸莲. 肉品学[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999: 195-210.
- [6] PIKE M M, RINGKOB T P, BEEKMAN D D, et al. Quadratic relationship between early postmortem glycolytic rate and beef tenderness [J]. Meat Science, 1993, 34: 13-26.
- [7] REES M P, TROUT G R, WARNER R D. The influence of the rate of pH decline on the rate of ageing for pork. I: interaction with method of suspension [J]. Meat Science, 2003, 65: 791-804.
- [8] WULF D M, EMNETT R S, LEHESKA J M, et al. Relationships among glycolytic potential, dark cutting (dark, firm and dry) beef, and cooked beef palatability [J]. Journal of Animal Science, 2002, 80: 1895-1903.
- [9] WULF D M, WISE J W. Measuring muscle color on beef carcasses using the L*a*b* color space [J]. Journal of Animal Science, 1999, 77: 2418-2427.
- [10] 黄明. 牛肉成熟机制及食用品质研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2003.