

冷却猪肉新鲜度的色差快速分析评价方法

陈晓亮, 王世平*, 刘欢

(中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083)

摘要: 为了得到冷却猪肉新鲜度的变化规律, 本研究以冷却猪肉里脊部分为研究对象, 进行球蛋白沉淀实验、感官评价、pH值、水分含量、肉浸液以及肌肉表面颜色值测定。结果表明: 球蛋白沉淀实验、pH值能够较好地反应肉品新鲜度的变化, 色差分析符合一定的规律: 肌肉表面色差测定中, 20℃条件下, a^* 变化与贮藏时间显著相关($P < 0.05$), L^* 变化显著($P < 0.05$); 4℃条件下, b^* 、 C 变化与贮藏时间极显著相关($P < 0.01$), L^* 值与pH值极显著相关($P < 0.01$); 对于肉浸液, L^* 、 b^* 、 C 、 ΔE^* 均发生显著性变化($P < 0.05$), 20℃条件下 L^* 、 b^* 、 C 、 ΔE^* 与贮藏时间和pH值显著相关($P < 0.05$), 而4℃条件下, L^* 、 C 、 ΔE^* 与贮藏时间显著相关($P < 0.05$), L^* 、 a^* 、 b^* 、 C 、 ΔE^* 值与pH值极显著相关($P < 0.01$); 冷链过程中, 当 L^* 高于48.73、 a^* 高于4.72、 b^* 高于9.18时可认定冷却肉为新鲜肉。

关键词: 冷却猪肉; 新鲜度; 色差; pH值; 球蛋白沉淀

Rapid Analysis and Evaluation of Freshness of Chilled Pork Based on Color Difference

CHEN Xiao-liang, WANG Shi-ping*, LIU Huan

(College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract The variability during storage under 4 °C and 20 °C of chilled pork (*longissimus dorsi* muscle) was studied in globulin precipitation, sensory evaluation, pH, water content and the color and color parameters of pork surface and extract. The results indicated that the variations of globulin precipitation and pH in chilled had a significant difference. The color changes such as L^* of pork surface under 20 °C and L^* , b^* , C and ΔE^* of pork extract differ significantly ($P < 0.05$). The relationship between color changes and pH or storage time of chilled pork during storage was established. The CIE a^* under 20 °C, b^* and C under 4 °C of pork surface as well as the L^* , b^* , C , and ΔE^* of pork extract under 20 °C and L^* under 4 °C were positively correlated with storage time. Moreover, the L^* of pork surface under 4 °C, the L^* , b^* , C and ΔE^* of pork extract under both temperatures and a^* under 4 °C were correlated positively with pH; when $L^* > 48.73$, $a^* > 4.72$ and $b^* > 9.18$, chilled pork could be identified as fresh meat in cold chain.

Key words: chilled pork; freshness; color; pH value; globulin precipitation

中图分类号: TS207.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)04-0204-05

随着生活水平的提高, 动物性食品的需求不断增大, 消费者也开始更多地关注肉类食品的质量。猪肉食品在中国的饮食中占有非常重要的地位^[1], 它的新鲜度检测切实地关系到绝大多数人的健康问题, 对冷却肉的新鲜度进行快速检验具有现实意义。肉品新鲜度检验主要从感官性状、腐败分解产物及细菌污染程度等方面进行, 传统方法主要有感官评定、挥发性盐基氮、pH值和细菌总数测定等, 但存在检测效率低、检测时间长、破坏性大等问题。近些年, 新兴的无痕检测方法不断出现, 如超声波检测技术^[2]、近红外光谱技术^[3]、

可见-近红外反射光谱^[4]、激光拉曼技术^[5]、高光谱成像技术^[6-7]、色彩传感器^[8]、荧光光谱^[9]等, 但检测成本上升, 仪器便携性差。本实验通过球蛋白沉淀反应、pH测定、水分含量测定、肉浸液以及肌肉表面颜色值测定, 对不同贮藏温度下的冷却肉新鲜度进行了跟踪试验, 方法简便可行, 具有一定实效性。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

新鲜猪肉里脊 市购, 4℃冷柜保藏; 硫酸铜(分

收稿日期: 2011-08-05

作者简介: 陈晓亮(1987—), 男, 硕士研究生, 研究方向为营养与食品安全。E-mail: pieroo@126.com

*通信作者: 王世平(1959—), 男, 教授, 硕士, 研究方向为营养与食品安全。E-mail: wang744447@163.com

析纯) 北京化工厂。

TCP2 色差计 北京奥依克光电仪器有限公司; pH 计 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司; BCD-248W 冰箱 合肥美菱股份有限公司; TDL-5-A 型低速离心机 上海安亭科学仪器厂; MA30 水分仪、BS223S 电子分析天平 德国 Sartorius 公司。

1.2 方法

1.2.1 原料处理

将冷却肉样品无菌操作分割成约 25cm² 大小、厚约 2~3cm 的组织块, 用保鲜袋分装后分别置于 4℃ 和 20℃ 条件下贮藏。

1.2.2 肉浸液的制备

称取肉样 5.00g, 无菌剪刀剪碎置于三角瓶中, 加去离子水 25mL, 磁力搅拌 25min, 3000r/min 离心 10min, 上清液置于 100mL 三角瓶中备用。

1.2.3 球蛋白沉淀反应

取上清液 2mL, 滴加 10% CuSO₄ 溶液 5 滴, 充分振荡后观察, 并进行空白对照^[10]。

1.2.4 pH 值测定

用 pH 计测定 1.2.2 节中制备的肉浸液 pH 值。

1.2.5 水分含量

取肉样 3.00g 于水分仪上测定。

1.2.6 颜色及光学特性测定

参照 NY/T 632—2002 《冷却猪肉》评价冷却肉感官指标。

将色差计调至 $L^*a^*b^*$ 系统(采用 CIE1976 表色系统), 每次对肉样及肉浸液测量 4 次, 测定 5 个样品, 取平均值。计算彩度 $C(C = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2})$ 和色调角 $h(h = \arctan(b^*/a^*))$, 并通过标准数据($L^* = 100, a^* = 0, b^* = 0$)计算色差 ΔE^* ($\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$)。

1.2.7 数据处理

测定结果按“平均值±标准偏差”记录。利用 SPSS19.0 软件对所得数据采用 Student-Newman-Keuls (S-N-K) 法进行单因素方差分析($P < 0.05$), 并进行相关分析。

2 结果与分析

2.1 肉品新鲜度测定结果

不同贮藏时间下的冷却肉球蛋白沉淀实验的现象(表 1)差异显著。当肉的新鲜度分别为新鲜、次鲜和变质时现象分别为淡蓝色溶液、完全澄清, 微弱蓝色、轻度浑浊, 极度浑浊、并有白色沉淀。可以简单判断冷却肉的新鲜度, 但受观测者主观因素等影响, 对于判别的界限可能不统一。

表 1 球蛋白沉淀实验结果

Table 1 Results of globulin precipitation test

| 贮藏时间/d | 20℃实验现象 | 贮藏时间/d | 4℃实验现象 |
|--------|------------|--------|------------|
| 0 | 淡蓝色, 完全澄清 | 0 | 淡蓝色, 完全澄清 |
| 1 | 微弱蓝色, 轻度浑浊 | 2 | 淡蓝色, 完全澄清 |
| 2 | 微弱蓝色, 轻度浑浊 | 4 | 淡蓝色, 完全澄清 |
| 3 | 极度浑浊, 白色沉淀 | 6 | 淡蓝色, 完全澄清 |
| 4 | 极度浑浊, 白色沉淀 | 8 | 微弱蓝色, 轻度浑浊 |
| 5 | 极度浑浊, 白色沉淀 | 10 | 微弱蓝色, 轻度浑浊 |
| | | 12 | 极度浑浊, 白色沉淀 |
| | | 14 | 极度浑浊, 白色沉淀 |

2.2 pH 值变化

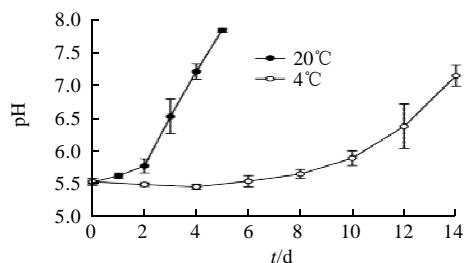


图 1 冷却肉 pH-t 变化趋势图

Fig.1 Changes in pH of chilled pork during storage

新宰的猪肉由于肌肉中的肌糖原酵解产生大量乳酸, 三磷酸腺苷也分解出磷酸, 乳酸和磷酸的聚积使肉呈现弱酸性。腐败过程中, 肉中蛋白质在微生物及酶的作用下, 分解为氨和胺类等碱性物质, 所以使肉趋于碱性, pH 值会显著增高^[11]。有学者研究认为新鲜肉、次鲜肉和变质肉的 pH 值分别在 5.9~6.5、6.6~6.7 和 6.7 以上^[12]。

pH 值随着贮藏时间的延长而不断升高(图 1), 且与贮藏时间极显著相关($P < 0.01$)。4℃贮藏时, pH 值从第 10 天开始显著升高($P < 0.05$), 至第 14 天时, pH 值为 7.14。20℃贮藏时, pH 值在第 2 天时与初始值呈现显著性差异($P < 0.05$), 第 3~5 天, pH 值显著升高($P < 0.05$), 且第 5 天时 pH 值为 7.83。本实验中新鲜肉、次鲜肉、变质肉肉浸液的 pH 值大致范围分别为 5.5~5.8、5.8~6.4 和 6.4 以上, 这与王长远等^[12]的研究略有差异, 说明猪的品种、猪肉部位及取样方式等对于 pH 值的测定有一定影响。

2.3 水分含量变化

水分含量随着贮藏时间的变化趋势并不明显(图 2), 4℃及 20℃条件下水分含量都是先降低后升高然后得到基本平衡, 这与顾赛麒等^[13]的报道结果不一致。水分含量在 70% 上下波动, 但结果标准偏差相对较大, 表明

同一样品不同部位及受外部环境等影响时都可能会导致最终水分含量的不同，单一的水分含量变化难以表征冷却肉新鲜度的变化。

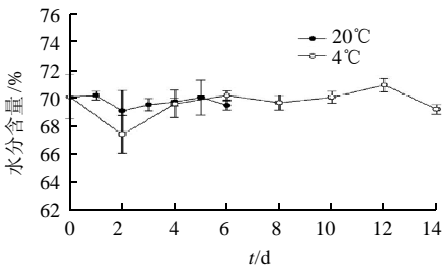


图2 水分变化趋势图

Fig.2 Changes in water content of chilled pork during storage

2.4 感官及光学特性变化

2.4.1 肉浸液光学特性变化

4℃和20℃条件下， L^* 值与 h 均呈现先增大后减小的趋势(表 2、3)，且 L^* 值在 20℃下从第 3 天出现显著性差异($P < 0.05$)，4℃条件从第 12 天出现显著性差异($P < 0.05$)，而色差角 h 在两种贮藏条件下均未出现显著性差异($P < 0.05$)。 b^* 、 C 、 ΔE^* 在两种贮藏条件下呈现先减小后增大的趋势，在 20℃下均从第 3 天出现显著性差异($P < 0.05$)，在 4℃下分别从第 12、14、12 天出现显著性差异($P < 0.05$)。红度值 a^* 在 4℃和 20℃条件下均未观察到明显变化趋势及显著性差异。

20℃条件下， L^* 、 b^* 、 C 、 ΔE^* 与贮藏时间呈显著相关($P < 0.05$)，同时 b^* 与 pH 值极显著相关($P < 0.01$)， L^* 、 C 、 ΔE^* 与 pH 值显著相关($P < 0.05$)；4℃条件下， L^* 、 C 、 ΔE^* 与贮藏时间呈显著相关($P < 0.05$)，同时 L^* 、 a^* 、 b^* 、 C 、 ΔE^* 与 pH 值极显著相关($P < 0.01$)。

表 2 20℃贮藏冷却肉浸液色差

Table 2 Changes in color and color parameters of pork extract during storage at 20 ℃

| 贮藏时间/d | L^* | a^* | b^* | C | h | ΔE^* |
|--------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 0 | 83.89 ^c ± 3.48 | 1.02 ^a ± 0.17 | 17.26 ^a ± 0.65 | 19.04 ^a ± 3.77 | 1.35 ^a ± 0.36 | 25.15 ^a ± 3.67 |
| 1 | 82.63 ^c ± 4.70 | 1.39 ^a ± 0.13 | 15.70 ^a ± 1.24 | 15.76 ^a ± 1.23 | 1.48 ^a ± 0.01 | 23.63 ^a ± 3.63 |
| 2 | 86.62 ^c ± 3.23 | 0.99 ^a ± 0.15 | 17.39 ^a ± 1.60 | 17.42 ^a ± 1.60 | 1.51 ^a ± 0.01 | 22.14 ^a ± 1.88 |
| 3 | 72.27 ^b ± 4.47 | 4.49 ^a ± 2.68 | 28.01 ^b ± 6.19 | 28.41 ^b ± 6.51 | 1.42 ^a ± 0.07 | 39.75 ^b ± 7.60 |
| 4 | 62.49 ^a ± 6.11 | 11.01 ^b ± 2.26 | 47.56 ^d ± 7.73 | 48.82 ^d ± 8.03 | 1.35 ^a ± 0.01 | 61.57 ^d ± 10.06 |
| 5 | 73.58 ^{ab} ± 3.27 | 6.74 ^{ab} ± 1.27 | 39.96 ^c ± 8.41 | 40.53 ^c ± 8.49 | 1.40 ^a ± 0.02 | 51.22 ^c ± 13.51 |

注：同一列数据字母不同表示存在显著性差异($P < 0.05$)。下同。

表 3 4℃贮藏冷却肉浸液色差

Table 3 Changes in color and color parameters of pork extract during storage at 4 ℃

| 贮藏时间/d | L^* | a^* | b^* | C | h | ΔE^* |
|--------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 0 | 92.68 ^c ± 0.92 | 0.19 ^a ± 0.17 | 14.27 ^a ± 1.03 | 14.27 ^a ± 1.03 | 1.56 ^b ± 0.01 | 16.04 ^a ± 1.26 |
| 2 | 92.89 ^c ± 0.95 | -0.19 ^a ± 0.13 | 13.39 ^a ± 0.97 | 13.40 ^a ± 0.97 | -0.93 ^a ± 1.40 | 15.18 ^a ± 1.30 |
| 4 | 92.96 ^c ± 0.58 | 0.83 ^a ± 0.07 | 12.33 ^a ± 0.53 | 12.36 ^a ± 0.53 | 1.50 ^b ± 0.00 | 14.23 ^a ± 0.72 |
| 6 | 93.11 ^c ± 0.56 | 0.77 ^a ± 0.14 | 11.27 ^a ± 0.54 | 11.29 ^a ± 0.54 | 1.50 ^b ± 0.01 | 13.24 ^a ± 0.44 |
| 8 | 92.91 ^c ± 0.78 | 0.12 ^a ± 0.15 | 11.00 ^a ± 0.81 | 11.00 ^a ± 0.82 | 0.93 ^{ab} ± 1.40 | 13.10 ^a ± 0.95 |
| 10 | 92.56 ^c ± 1.48 | 0.09 ^a ± 0.24 | 12.91 ^a ± 1.52 | 12.91 ^a ± 1.52 | 0.31 ^{ab} ± 1.71 | 14.92 ^a ± 2.01 |
| 12 | 74.24 ^b ± 2.09 | 3.41 ^b ± 3.28 | 22.88 ^b ± 8.64 | 23.22 ^a ± 8.95 | 0.83 ^{ab} ± 1.33 | 31.48 ^b ± 14.12 |
| 14 | 52.38 ^a ± 5.79 | 13.95 ^c ± 1.85 | 56.36 ^c ± 8.83 | 57.95 ^b ± 8.98 | 1.07 ^{ab} ± 0.60 | 70.76 ^c ± 9.49 |

表 4 20℃贮藏冷却肉表面色差

Table 4 Changes in color and color parameters of pork surface during storage at 20 ℃

| 贮藏时间/d | L^* | a^* | b^* | C | h | ΔE^* | 感官指标 |
|--------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|
| 0 | 46.49 ^c ± 1.03 | 5.53 ^a ± 1.13 | 8.75 ^a ± 0.71 | 10.38 ^a ± 1.01 | 1.01 ^a ± 0.08 | 54.51 ^a ± 1.07 | 肌肉红色，有光泽，纤维致密，外表微湿润不沾手 |
| 1 | 43.72 ^b ± 2.16 | 5.48 ^a ± 1.44 | 6.54 ^a ± 1.05 | 8.57 ^a ± 1.56 | 0.88 ^a ± 0.10 | 56.95 ^a ± 2.00 | 肌肉缺乏光泽，红色均匀，外表干燥，稍有氨味 |
| 2 | 47.03 ^c ± 1.87 | 6.43 ^a ± 1.11 | 8.83 ^a ± 1.17 | 10.96 ^a ± 1.21 | 0.94 ^a ± 0.10 | 54.11 ^a ± 1.65 | |
| 3 | 45.80 ^{bc} ± 2.06 | 5.80 ^a ± 0.88 | 9.14 ^a ± 1.15 | 10.84 ^a ± 1.25 | 1.01 ^a ± 0.07 | 55.29 ^a ± 1.89 | 肌肉无光泽，有恶臭 |
| 4 | 43.39 ^b ± 2.34 | 6.39 ^a ± 0.49 | 34.74 ^b ± 5.23 | 35.33 ^b ± 5.20 | 1.39 ^b ± 0.02 | 66.79 ^c ± 4.76 | |
| 5 | 39.97 ^a ± 1.49 | 7.36 ^a ± 1.12 | 9.99 ^a ± 1.24 | 12.43 ^a ± 1.41 | 0.94 ^a ± 0.07 | 61.32 ^b ± 1.54 | |

表5 4℃贮藏冷却肉表面色差
Table 5 Changes in color and color parameters of pork surface during storage at 4℃

| 贮藏时间/d | L^* | a^* | b^* | C | h | ΔE^* | 感官指标 |
|--------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------|
| 0 | 48.73 ^b ± 1.61 | 5.76 ^{ab} ± 1.95 | 11.33 ^b ± 2.68 | 12.72 ^b ± 3.26 | 1.11 ^a ± 0.05 | 52.91 ^b ± 1.14 | |
| 2 | 51.15 ^b ± 2.04 | 6.75 ^b ± 0.66 | 10.50 ^b ± 1.70 | 12.51 ^b ± 1.54 | 0.99 ^a ± 0.08 | 50.45 ^{ab} ± 1.65 | 肌肉红色, 有光泽, 纤维 |
| 4 | 51.27 ^b ± 2.65 | 5.92 ^{ab} ± 1.51 | 10.20 ^{ab} ± 1.20 | 11.82 ^{ab} ± 1.68 | 1.05 ^a ± 0.08 | 50.18 ^{ab} ± 2.34 | 致密, 外表微湿润不沾手 |
| 6 | 51.63 ^b ± 1.27 | 4.72 ^{ab} ± 1.46 | 9.18 ^{ab} ± 1.18 | 10.39 ^{ab} ± 1.32 | 1.10 ^a ± 0.13 | 49.49 ^{ab} ± 1.34 | |
| 8 | 51.91 ^b ± 2.10 | 4.54 ^{ab} ± 0.97 | 8.79 ^{ab} ± 1.28 | 9.91 ^{ab} ± 1.48 | 1.10 ^a ± 0.06 | 49.12 ^a ± 2.02 | 肌肉缺乏光泽, 红色均匀, |
| 10 | 50.36 ^b ± 1.10 | 3.97 ^a ± 0.98 | 7.55 ^a ± 1.02 | 8.55 ^a ± 1.26 | 1.09 ^a ± 0.07 | 50.38 ^{ab} ± 1.18 | 外表干燥, 稍有氨味 |
| 12 | 49.01 ^b ± 2.15 | 3.98 ^a ± 1.67 | 8.47 ^{ab} ± 0.85 | 9.42 ^{ab} ± 1.43 | 1.15 ^a ± 0.13 | 51.87 ^{ab} ± 2.12 | |
| 14 | 45.06 ^a ± 2.11 | 3.96 ^a ± 0.95 | 8.62 ^{ab} ± 0.55 | 9.51 ^{ab} ± 0.83 | 1.14 ^a ± 0.07 | 55.76 ^c ± 2.12 | 肌肉无光泽, 有恶臭 |

表明贮藏时间及pH对于肉浸液颜色的改变具有重要作用。

2.4.2 肌肉表面光学特性

20℃条件下, 未观察到 a^* 、 b^* 、 C 、 h 、 ΔE^* 的明显变化趋势(表4), 但 a^* 变化与贮藏时间显著相关($P < 0.05$)。 L^* 值初始值为46.49, 随贮藏时间先增大后减小, 第4天时与初始值发生显著性差异($P < 0.05$)。

4℃条件下, b^* 、 C 变化与贮藏时间极显著相关($P < 0.01$), 但未观察到 h 、 ΔE^* 的显著变化趋势(表5)。 L^* 值从48.73逐渐增大, 至第8天时增至最大(51.91), 随后逐渐减小, 并在第14天时显著下降($P < 0.05$)。同时 L^* 值与pH值极显著相关($P < 0.01$), 与国外学者的研究^[14-16]报道的pH值、电导率、 L^* 、肉品质量间的关系结果相近; L^* 与贮藏时间无显著相关($P > 0.05$), 与Estévez等^[17]关于亮度与贮藏时间显著有关($P < 0.05$)的结果并不相符。相比20℃条件下 L^* 从初始的46.49显著下降为39.97(第5天), 4℃条件下只从48.73下降为45.06(第14天), 这可能由于水分流失引起的, 因为水分与亮度有一定关系, 以及由此引起的血色素含量升高可以提高 L^* 值^[18]。

在4℃条件下, a^* 值初始值为5.76, 48h后升高至6.75, 随后逐渐下降, 第14天时降为3.96, 变化与贮藏时间极显著相关($P < 0.01$), 这与丁武等^[19]的研究结果相近。 a^* 变化趋势与Estévez等^[17]、Kannan等^[20]研究结果类似, 但变化不显著。

综合感官指标、球蛋白沉淀实验、pH值以及色差值, 处于冷链过程中的冷却肉, 当 L^* 高于48.73、 a^* 高于4.72、 b^* 高于9.18时可认定为新鲜肉, 当 L^* 在50.36~51.91之间、 a^* 在3.97~4.54之间、 b^* 在7.55~8.79之间时可认定为次鲜肉, 当 L^* 低于49.01、 a^* 低于3.97时, 可认定为变质肉。

肉色的改变主要与肌红蛋白在肉表面的积聚有关^[19], 屠宰后随着肉氧化能力的下降, 氧气进入肉的深层, 能够使肉色在短时间内保持稳定^[21]。在贮藏过程中肌红蛋白被氧化生成氧化肌红蛋白, 使肉的颜色变暗、品质下降, 因此, 肉色测定与屠宰时间有关, 与所测

切面切开的时间也有一定关系。同时, 肌肉放置时水分丧失及色素物质的浓缩, 会使得肌肉表明迅速发生红色变化并失去光泽。有研究认为相比 a^* 值, L^* 值与视觉上感觉的红色之间有更相关系数, 因此也更能反映颜色的变化^[22]。

本实验中, 肉色的评价主要有两个影响因素, 即光源和样品。同一种颜色在不同的光照条件下, 观测和评定结果会不同, 因此, 用色差计进行测定时, 由于色差计自带光源, 须将镜口紧贴肉面(不能漏光), 从而保证了在相同的光照强度下进行测定。因此, 色差计只能在自带光源特定光照条件下测定, 这也成为了色差计的局限。整体而言, 颜色变化比较难准确判断肉品的变质期限, 还需进一步进行研究。

3 结 论

4、20℃条件下贮藏的冷却肉新鲜度的测定结果表面, 球蛋白沉淀实验、pH值能够较好地反映肉品新鲜度的变化, 水分含量与新鲜度之间的关系难以确定, 色差测定得出了一定的规律: 肌肉表面色差测定中, 20℃条件下, a^* 变化与贮藏时间显著相关($P < 0.05$), L^* 变化显著性($P < 0.05$); 4℃条件下, b^* 、 C 变化与贮藏时间极显著相关($P < 0.01$), L^* 值与pH极显著相关($P < 0.01$); 对于肉浸液, L^* 、 b^* 、 C 、 ΔE^* 均发生显著性变化($P < 0.05$), 20℃条件下 L^* 、 b^* 、 C 、 ΔE^* 与贮藏时间和pH值显著相关($P < 0.05$), 而4℃条件下, L^* 与贮藏时间显著相关($P < 0.05$), L^* 、 a^* 、 b^* 、 C 、 ΔE^* 值与pH值极显著相关($P < 0.01$)。处于冷链过程中的冷却肉, 当 L^* 高于48.73、 a^* 高于4.72、 b^* 高于9.18时可认定为新鲜肉, 当 L^* 在50.36~51.91之间、 a^* 在3.97~4.54之间、 b^* 在7.55~8.79之间时可认定为次鲜肉, 当 L^* 低于49.01、 a^* 低于3.97时, 可认定为变质肉。

参考文献:

- [1] 刘红林, 吕艳丽. 现代养猪大全[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.

- [2] 麻建国, 周建军. 超声波技术在食品检测中的应用[J]. 食品与发酵工业, 1998, 24(5): 52-57.
- [3] 屠康. 肉类品质无损检测技术的研究进展[J]. 西北农林科技大学学报, 2005, 33(1): 25-28.
- [4] SAVENIJE B, GEESINK G H, VAN DER PALEN J G P, et al. Prediction of pork quality using visible/near-infrared spectroscopy[J]. Meat Science, 2006, 73(1): 181-184.
- [5] 孟耀勇, 廖昱博. 激光喇曼光谱技术在食品科学中的应用[J]. 激光生物学报, 2006, 15(4): 429-435.
- [6] 刘木华, 赵杰文, 郑建鸿, 等. 农畜产品品质无损检测中高光谱图像技术的应用进展[J]. 农业机械学报, 2005, 36(9): 139-143.
- [7] 滕安国, 高峰, 夏新成, 等. 高光谱技术在农业中的应用研究进展[J]. 江苏农业科学, 2009(3): 8-10.
- [8] HUANG Xingyi, XIN Junwei, ZHAO Jiewen, et al. A novel technique for rapid evaluation of fish freshness using colorimetric sensor array[J]. Journal of Food Engineering, 2011, 105(4): 632-637.
- [9] SCHNEIDER J, WULF J, SUROWSKY B, et al. Fluorimetric detection of protoporphyrins as an indicator for quality monitoring of fresh intact pork meat[J]. Meat Science, 2008, 80(4): 1320-1325.
- [10] 张彦明. 无公害动物源食品检验技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [11] 袁芳, 郭培源, 吴浩, 等. 猪肉新鲜度检测方法发展的文献综述[J]. 中国农业科技导报, 2009, 11(增刊 1): 72-74.
- [12] 王长远, 马万龙, 姜昱男. 猪肉新鲜度的检测及肉质综合评定[J]. 农产品加工: 学刊, 2007(10): 75-77.
- [13] 顾赛麒, 赵勇, 谢晶, 等. 冷却肉新鲜度变化研究[J]. 食品工业科技, 2010(1): 102-104.
- [14] FAUCITANO L, SAUCIER L, CORREA J A, et al. Effect of feed texture, meal frequency and pre-slaughter fasting on carcass and meat quality, and urinary cortisol in pigs[J]. Meat Science, 2006, 74(4): 697-703.
- [15] MOELLER S J, MILLER R K, EDWARDS K K, et al. Consumer perceptions of pork eating quality as affected by pork quality attributes and end-point cooked temperature[J]. Meat Science, 2010, 84(1): 14-22.
- [16] CHMIEL M, SŁOWIŃSKI M, DASIWEICZ K, et al. Lightness of the color measured by computer image analysis as a factor for assessing the quality of pork meat[J]. Meat Science, 2011, 88(3): 566-570.
- [17] ESTÉVEZ M, MORCUENDE D, CAVA R. Oxidative and colour changes in meat from three lines of free-range reared Iberian pigs slaughtered at 90 kg live weight and from industrial pig during refrigerated storage[J]. Meat Science, 2003, 65(3): 1139-1146.
- [18] LAWRIE R A. The eating quality of meat. In Meat science [M]. 6th ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 1998.
- [19] 丁武, 魏益民. 色彩色差计在肉品新鲜度检验中的应用[J]. 肉类研究, 2002, 17(4): 47-48.
- [20] KANNAN G, KOUAKOU B, GALAYE S. Colour changes reflecting myoglobin and lipid oxidation in chevon cuts during refrigerated display [J]. Small Ruminant Research, 2001, 42(1): 67-75.
- [21] O'SULLIVAN M G, BYRNE D V, STAGSTED J, et al. Sensory colour assessment of fresh meat from pigs supplemented with iron and vitamin E[J]. Meat Science, 2002, 60(3): 253-265.
- [22] ZHU L G, BREWER M S. Discoloration of fresh pork as related to muscle and display conditions[J]. Journal of Food Science, 1998, 63(5): 763-767.