

# 猪肉冷链物流感官质量控制图设计与应用\*

刘寿春<sup>1,2</sup> 赵春江<sup>1,2</sup> 杨信廷<sup>2</sup> 钱建平<sup>2</sup> 王国利<sup>1</sup> 钟赛意<sup>3</sup>

(1. 国家农产品现代物流工程技术研究中心, 济南 250103; 2. 北京农业信息技术研究中心, 北京 100097;

3. 广东海洋大学食品科技学院, 湛江 524005)

**摘要:** 为观测猪肉冷链物流过程中产品的感官质量变化, 分析了物流过程猪肉的感官特征, 采用敏感性和回归分析获得感官评价的关键指标, 进而设计质量控制图展示感官特征的波动性。结果表明: 配送中心、近距离超市和远距离超市的感官品质总体上差异显著; 颜色是评价总体可接受性的敏感指标, 设计其均值-标准差控制图; 配送中心的感官质量波动较大, 过程能力指数偏低, 需对配送中心的质量管理加以完善。均值-标准差控制图可直观展现物流过程产品质量的波动性和合格率, 为监控猪肉冷链物流过程的外观品质变化提供了科学的管理方法。

**关键词:** 冷却猪肉 冷链物流 感官特征 控制图

**中图分类号:** TS207.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2014)07-0177-06

## 引言

冷却猪肉极易遭受外部污染而发生腐败, 肌肉内在的质量变化最终会表现在外在的感官特征上, 如气味、颜色、弹性、口感等<sup>[1]</sup>。感官评价是一种复合的评价技术<sup>[2]</sup>。肉的品质或货架寿命可通过感官评价来量化消费者的可接受程度, 因此, 监控肉从加工到分销过程的感官质量是提升其市场价值的关键因素。质量控制图可以通过产品特征值在控制线范围的波动状况以图形方式展现, 通过分析特征值的受控状态计算其过程能力指数, 寻找质量波动产生的原因及其整改方案<sup>[3]</sup>。质量控制图常用于机械制造过程的质量控制<sup>[4]</sup>, 也用于医疗卫生方面的质控<sup>[5]</sup>, 目前在食品领域<sup>[6-9]</sup>的加工过程也有探索性的应用研究。随着农产品冷链物流的快速发展和质控需求, 控制图也开始应用于监控肉类物流过程的微生物污染<sup>[10]</sup>。感官品质属于外在特征, 在物流过程品质评价时更为直观和快速, 但目前没有发现关于猪肉感官特征质量控制图的设计与应用方面文献。本文通过对采集配送中心、近距离超市、远距离超市等关键物流环节的冷却猪肉进行感官评定, 量化其物流过程的质量变化, 寻求感官评价关键指标, 设计其质量控制图, 展现其质量的异常波动, 提升质控管理能力, 为今后监控猪肉冷链物流过程的外观品质变化提供科学的管理方法。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

配送中心产品(I组): 样品来自山东省某冷却猪肉加工厂。经过屠宰、冷却排酸、分割剔骨、包装、冷藏、仓储后, 待出货的冷却猪肉暂存于配送中心(实测温度 $1.23 \sim 4.97^{\circ}\text{C}$ , 平均 $(2.63 \pm 0.91)^{\circ}\text{C}$ ), 在配送中心取8个批次产品(1~8号)。从配送中心运输猪肉至2个超市, 运输过程车厢内实测温度为 $7.5 \sim 12^{\circ}\text{C}$ , 平均 $(9.16 \pm 1.06)^{\circ}\text{C}$ 。超市销售产品(II组): 采集该配送中心供应的近距离超市(A, 运输距离约30 min, 货架实测温度 $3.17 \sim 5.76^{\circ}\text{C}$ , 平均 $(4.05 \pm 0.53)^{\circ}\text{C}$ )和远距离超市(B, 运输距离约3 h, 货架实测温度 $3.22 \sim 6.08^{\circ}\text{C}$ , 平均 $(4.11 \pm 0.71)^{\circ}\text{C}$ )的冷却猪肉, 各取8个批次, 每个批次14个样品, 其中A为9~16号, B为17~24号。肉样统一取猪后腿肌肉(4号肉)进行托盘加盖薄膜包装, 于 $0 \sim 4^{\circ}\text{C}$ 冰温6 h内运往实验室分析。

### 1.2 感官分析

实验前对感官评价人员进行味觉初筛和感官培训, 筛选6~8名感官灵敏准确的评价人员进行实验<sup>[2]</sup>。参照文献[11~12]方法制定10分制感官评价标准, 分别对气味、颜色、弹性、蒸煮后气味进行单项和总体可接受性评价。分值越高新鲜度越好, 10分最好, 0分为非常腐败, 6.5分为感官可接受限

收稿日期: 2013-09-24 修回日期: 2013-10-12

\*“十二五”国家科技支撑计划资助项目(2013BAD19B04)和泰山学者建设工程专项经费资助项目

作者简介: 刘寿春, 博士后, 助理研究员, 主要从事食品质量安全全程管理与溯源研究, E-mail: liusc@nercita.org.cn

通讯作者: 赵春江, 研究员, 博士生导师, 主要从事农业信息化关键技术研究, E-mail: zhaojc@nercita.org.cn

值。当超过半数评价人员感官拒绝时为肉的货架期终点。

1.3 质量控制图的选择与设计

运用控制图的目的在于分析过程是否处于统计控制状态,即评价指标处于受控或失控状态,控制图的选择和制定要求参考文献[3]。哈修特均值控制图是目前应用最广泛的控制图之一,当样本数  $k$  为 20 ~ 25,子组样本大小  $n > 10$  时,均值-标准差联合控制图比较适用,它能同时观测平均值和标准差的变化趋势;与单值相比,有较高的灵敏度<sup>[13]</sup>。其中平均值图的上控制线(Upper control limit,UCL)表示为  $\bar{\bar{x}} + A_3\bar{S}$ ,下控制线(Lower control limit,LCL)表示为  $\bar{\bar{x}} - A_3\bar{S}$ ,中心线(Central line,CL)表示为  $\bar{\bar{x}}$ ;标准差图的上控制线(UCL)表示为  $B_4\bar{S}$ ,LCL 表示为  $B_3\bar{S}$ ,CL 表示为  $\bar{S}$ 。根据控制图中样本数  $k = 24$ ,子组样本大小  $n = 14$ ,查表获得  $A_3 = 0.817, B_4 = 1.594, B_3 = 0.406$ 。

1.4 过程能力指数

过程能力指数(Process capability index,CP)用于反映过程处于正常状态时所表现出的保证产品质量的能力。CP 越高,产品质量控制能力越强<sup>[5]</sup>。CP 的研究前提是过程处于统计控制状态,且数据服从一定的分布特征。当有设定标准值时,实际的过程能力指数计算公式为

Cpk = (min(USL - μ, μ - LSL)) / (3σ)

式中 μ——所有样本的平均值  
σ——样本标准差  
USL——规格上限  
LSL——规格下限

根据  $C_{pk}$  评估过程能力水平: $C_{pk} > 1.67$ ,特级,能力过高; $1.67 \geq C_{pk} > 1.33$ ,一级,能力充足; $1.33 \geq C_{pk} > 1.0$ ,二级,能力正常; $1.0 \geq C_{pk} > 0.67$ ,三级,能力不足; $C_{pk} \leq 0.67$ ,四级,能力严重不足。

2 结果与分析

2.1 感官特征的变化

如图 1 所示为冷链物流过程冷却猪肉感官评价结果。配送中心(I组:1~8号)的冷却猪肉评价结果如下:气味 2.0~9.1分,蒸煮后气味 3.0~9.5分,颜色 1.5~10.0分,弹性 1.5~10.0分,总体可接受性 2.5~9.5分。Duncan 多重比较显示:总体上批次间差异显著( $P < 0.05$ )。超市销售的冷却猪肉(统称II组,为9~24号,其中A超市为9~16号,B超市为17~24号)的总体感官评价结果:气味 5.0~9.0分,蒸煮后气味 5.0~10.0分,颜色 5.0~10.0分,弹性 6.0~9.5分,总体可接受性 6.0~9.5分。经过  $F$  检验和  $t$  检验表明:在弹性、蒸煮后气味、总体可接受性方面,A、B超市差异显著( $P < 0.05$ );在颜色和气味方面,两超市差异不显著( $P > 0.05$ );总体上A超市感官品质优于B超市,这可能与物流距离、物流时间以及销售时间有关,也与超市销售人员分割肉时的操作规范有关。同样,经过  $F$  检验和  $t$  检验表明:在弹性方面,I、II两组差异不显著( $P > 0.05$ ),其他指标差异显著( $P < 0.05$ ),总体上II组感官品质优于I组,主要原因可能是配送中心的肉样是屠宰场刚冷却排酸后暂存待出货的产品,其酸味比较浓郁、颜色比较灰白,使总体可接受性分值稍微偏低。

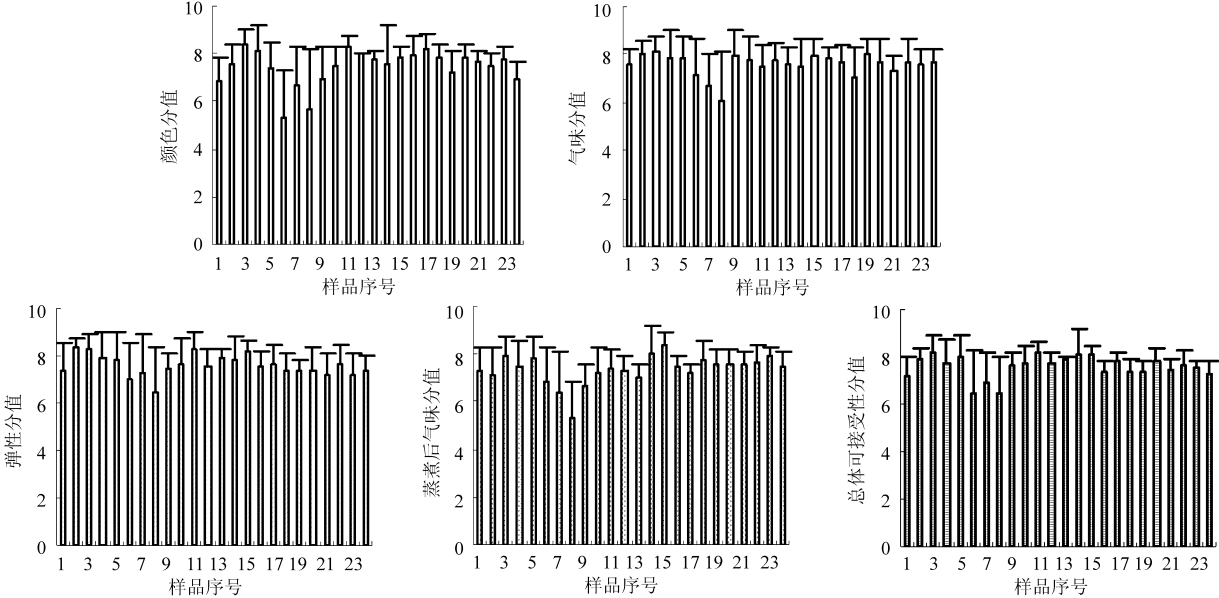


图 1 冷链物流过程冷却猪肉感官评价结果

Fig.1 Sensory evaluation of chilled pork in cold chain logistics

2.2 物流过程感官分值的分布特征

将配送中心、近距离超市、远距离超市的猪肉统一作为整个物流的产品(视为单样本),分析各感官指标的分值是否符合正态分布,进而评估猪肉总体可接受性分值出现的频率或概率。如图 2 所示,以单样本计(样本总数  $N = 24 \times 14 = 336$ ),气味平均  $7.53 \pm 1.15$  分,蒸煮后气味平均  $7.29 \pm 1.20$  分,颜

色平均  $7.21 \pm 1.51$  分,弹性平均  $7.54 \pm 1.16$  分,总体可接受性平均  $7.49 \pm 1.10$  分。经过 K-S 检验表明:所有感官指标双尾检验  $P < 0.05$ ,与蒙特卡洛模拟抽样 10 000 次(95% 置信区间)双尾检验结果一致,即数据不符合正态分布<sup>[13]</sup>。但对数据出现的频率进行计算,感官分值大部分集中在 8.0 ~ 8.3 分。

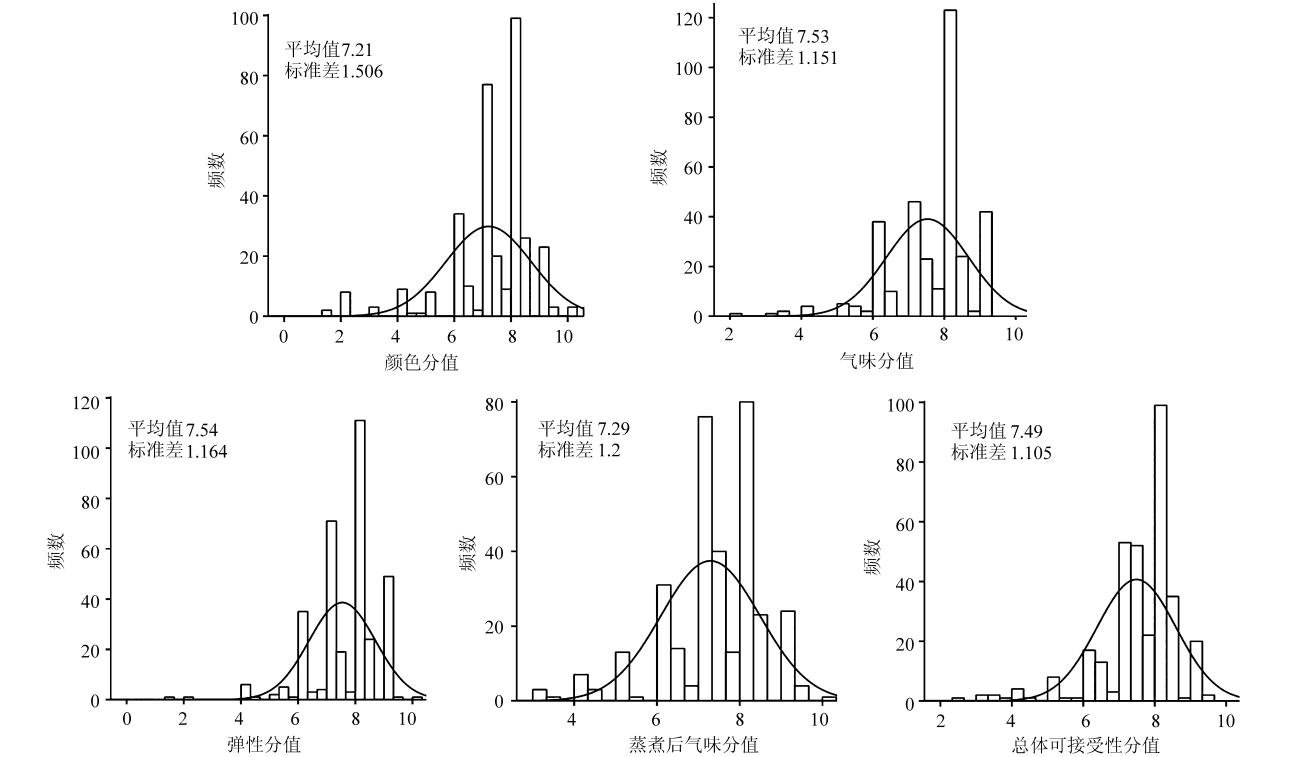


图 2 冷链物流过程冷却猪肉感官分值的分布特征  
Fig. 2 Sensory scores distribution of chilled pork in cold chain logistics

2.3 物流过程感官品质等级的变化

随着物流链的延长,感官指标获得 8 分及以上(新鲜)的样品占总样品的比例如表 1。在颜色方面,比例从大到小依次为:A 超市、B 超市、配送中心,可能是猪肉冷却排酸后分割包装好进入配送中心,与氧气接触较少,颜色较为灰白或不够鲜亮,随着物流环节与氧气的接触时间延长,肉的红色增加,颜色变得鲜亮,增加了颜色的可接受性。在生肉的气味和弹性方面,比例从大到小依次为:A 超市、配送中心、B 超市,肉宰后的成熟时间会影响猪肉的质地和弹性,当 ATP 分解达到最大值,肌肉的硬度最大,随着蛋白质的进一步分解,肌纤维束的断裂,肌肉逐渐软化,弹性或指压回复性逐渐变差<sup>[1]</sup>。而在蒸煮后气味(鲜香味)方面,配送中心和 B 超市相同,均优于 A 超市。但就总体可接受性而言,获得 8 分及以上的比例从大到小依次为:配送中心、A 超市、B 超市。可见单个指标能反映猪肉的某个特征,但总体可接受性综合考虑了产品的整体性。为了快

速精简地监测猪肉的总体可接受性,对感官指标进行敏感性和回归分析,筛选较为灵敏的指标来反映总体可接受性,进而设计其质量控制图。

表 1 物流过程感官品质良好等级  
(8 分及以上)的冷却猪肉比例

| Tab.1 Ratio of good sensory grade (no less than score 8) of chilled pork in cold chain logistics |    |    |    |       | %      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|-------|--------|
|                                                                                                  | 颜色 | 气味 | 弹性 | 蒸煮后气味 | 总体可接受性 |
| 配送中心                                                                                             | 36 | 58 | 57 | 41    | 52     |
| A 超市                                                                                             | 65 | 60 | 62 | 33    | 49     |
| B 超市                                                                                             | 48 | 49 | 44 | 41    | 32     |

2.4 感官评价指标的筛选

ROC (Receiver operator characteristic) 曲线将灵敏度与特异性以图示方法结合在一起,可准确反映分析方法特异性和敏感性的关系,是实验准确性的综合代表。ROC 曲线越凸越近左上角表明其诊断价值越大,利于不同指标间的比较。曲线下的面积值 (Area under the curve, AUC) 可评价诊断准确

性<sup>[14]</sup>。当 AUC 大于 0.5 且越接近于 1, 诊断效果越好; AUC 在 0.5~0.7 时有较低准确性, 在 0.7~0.9 时有一定准确性, 大于 0.9 有较高准确性。根据图 3 的 ROC 曲线及各指标所占 AUC 从大到小依次为: 颜色(0.927)、弹性(0.892)、气味(0.882)、蒸煮气味(0.881), 只有颜色的 AUC 大于 0.9, 且排序第一, 表明颜色是评价冷却猪肉的最敏感指标, 次之为弹性, 蒸煮气味的敏感性最低。

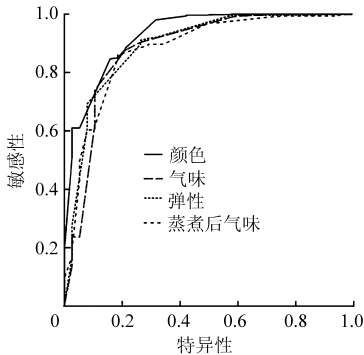


图 3 感官指标的 ROC 曲线  
Fig. 3 ROC curve of sensory indicators

为进一步确定评价总体可接受性的敏感指标, 对 4 个指标进行了逐步回归分析。如表 2 ( $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$  分别表示颜色、弹性、气味分值) 结果表明: 颜色是影响猪肉总体可接受性的首要指标, 综合弹性和气味对评价结果更可靠。蒸煮后气味在模型中被剔除, 表明评价效果不理想, 与 ROC 曲线分析结果一致。用颜色评价总体可接受性的线性回归方程,  $R=0.796$ ,  $P<0.01$ , 方程有效。与综合其他 2 个指标相比, 其一元线性方程的权重系数为 0.584。可见, 颜色可以较好地评价总体可接受性, 可能因为颜色是人眼睛目测最直观和最初的感官印象, 直接影响后续的整体评价。

| 表 2 感官指标对总体可接受性的回归分析                                                                       |       |       |            |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|------------|-------|
| Tab. 2 Regression analysis between overall acceptability and sensory evaluation indicators |       |       |            |       |
| 总体可接受性<br>回归方程                                                                             | $R$   | $R^2$ | 估计标准<br>偏差 | $P$   |
| $y = 0.584x_1 + 3.278$                                                                     | 0.796 | 0.634 | 0.669      | 0.000 |
| $y = 0.395x_1 + 0.393x_2 + 1.677$                                                          | 0.860 | 0.739 | 0.566      | 0.000 |
| $y = 0.336x_1 + 0.308x_2 + 0.210x_3 + 1.678$                                               | 0.874 | 0.763 | 0.540      | 0.000 |

## 2.5 感官指标质量控制图的设计与分析

### 2.5.1 控制图的制作及过程稳态性分析

本研究中感官评价指标较多, 经过上述敏感性和回归分析表明, 颜色是影响猪肉总体可接受性的最关键指标。由于均值-标准差图不要求数据分布特征, 且有较高的灵敏性, 可用于非正态分布数据的

分析。因此, 本研究设计基于颜色和总体可接受性的均值-标准差控制图。制作控制图需先确定控制线范围。根据文献[3]方法, 控制线计算按照 1.3 节进行, 获得颜色平均值图的 UCL、CL、LCL 控制线分别为: 8.18、7.44、0.16; 而总体可接受性平均值图的 UCL、CL、LCL 控制线分别为: 8.14、7.58、0.13; 颜色标准差图的 UCL、CL、LCL 控制线分别为: 1.43、0.89、0.36; 而总体可接受性标准差的 UCL、CL、LCL 控制线分别为: 1.10、0.69、0.28。具体控制图见图 4。由标准差图可知, 颜色和总体可接受性分别有 5 个点和 4 个点超出控制线, 在均值图中, 颜色和总体可接受性各有一异常点, 其他点均在 UCL 和 LCL 控制线内, 没有异常趋势, 表明处于良好的控制状态。根据冷却猪肉的感官评价特征及其分值

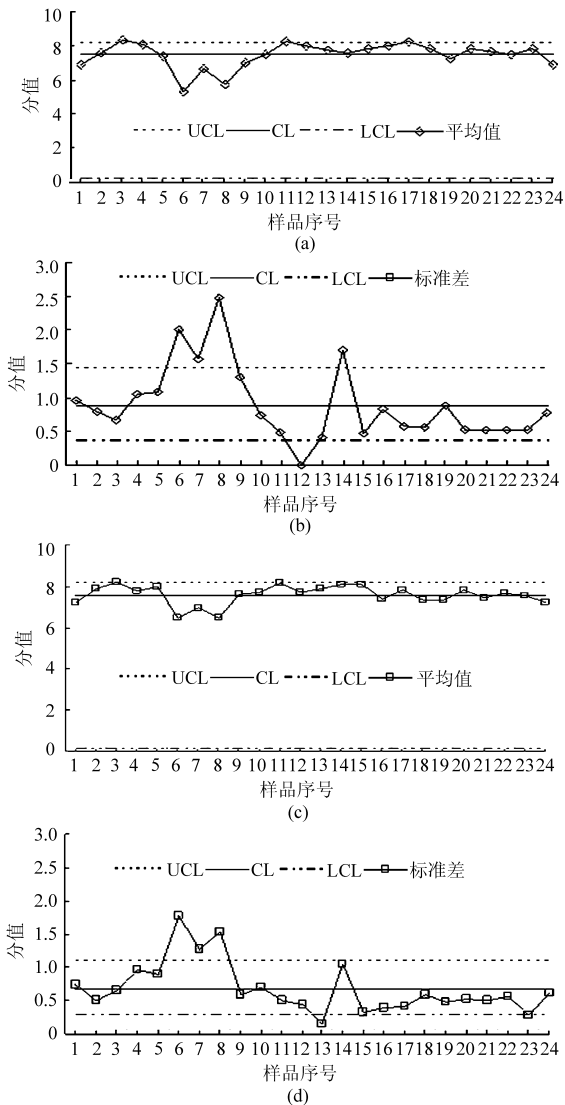


图 4 冷却猪肉物流过程颜色和总体可接受性的  
均值-标准差控制图  
Fig. 4 Mean - SD control chart of pork color and overall  
acceptability of chilled pork in cold chain logistics  
(a) 颜色平均值图 (b) 颜色标准差图  
(c) 总体可接受性平均值图 (d) 总体可接受性标准差图

标准,冷却肉的最低分值不低于 6.5 分,否则为不可接受,因此将 6.5 设为规格下限 (Lower specification limit, LSL),而 10 分为规格上限 (Upper specification limit, USL),按照 LSL – USL 的控制线,颜色和总体可接受性的标准差图各有 2 个点超过 LSL,即为感官不合格产品,其他点都在控制线以内,且趋势没有明显偏颇。通过分析数据点的分布趋势和排列,标准差和均值的异常点主要集中在配送中心的第 6、8 批产品,销售过程中,A 超市和 B 超市的颜色和总体可接受性均处于良好的受控状态。表明配送中心产品的感官评价分值差异较大,可能与该批次暂存条件有关,也可能极个别人员评分的差异较大,导致整体的标准差波动较大,有需要对某些评价人员的分值进行剔除,或再次培训提升感官人员的评价准确度。具体原因有待进一步分析。

2.5.2 过程能力指数

当过程满足统计稳态后,分析过程能力指数 ( $C_{p_k}$ ) 并检验其是否满足终产品的质量要求。如表 3 所示,根据 USL 和 LSL 控制线计算  $C_{p_k}$  和产品合格率。颜色和总体可接受性  $C_{p_k}$  从高到低依次为:A 超市、B 超市、配送中心;同样产品合格率也有类似结果,即配送中心产品感官质量波动最大,合格率最低,A、B 超市均有 100% 的合格率,表明超市在保持肉的外观质量上有较好的操作。从表 3 可看出,A、B 超市的颜色以及 B 超市的总体可接受性  $C_{p_k}$  在 1.0 ~ 1.33 之间 (二级),能力尚可;A 超市的总体可接受性  $C_{p_k} > 1.67$  (特优),能力过高;而配送中心的颜色和总体可接受性的  $C_{p_k} < 0.67$  (四级),过程能力严重不足,表明产品在暂存期的贮藏条件及质量控制能力有待重整提升。从整个物流过程而言,包括配送中心和 A、B 超市,由于配送中心产品评价的波动性,影响了整个物流过程的质量控制能力和产

品合格率,虽然颜色和总体可接受性的合格率均为 92%,但颜色的  $C_{p_k} < 0.67$  (四级),能力严重不足,而总体可接受性的  $C_{p_k}$  在 0.67 ~ 1.0 (三级),能力不足;因此,必须针对配送中心的质量管理制定措施加以改进,需对贮藏温度、暂存时间、贮藏环境以及感官评价人员进行全面分析,严格把关,确保实际产品品质与感官评分具有较好的一致性,尽量避免感官人员的主观性和感官疲劳所产生的感官迟钝等问题。另外,对感官评价标准及其分值等级的制定还有待进一步完善,使控制图的控制线更为合理,提高过程能力指数。

表 3 颜色和总体可接受性控制图的过程能力指数和产品合格率

| Tab.3 Process capability index and qualified product ratio in control chart based on color and overall sensory acceptability |           |           |           |           |           |           |           |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 参数                                                                                                                           | 配送中心      |           | A 超市      |           | B 超市      |           | 物流过程      |           |
|                                                                                                                              | $C_{p_k}$ | 合格<br>率/% | $C_{p_k}$ | 合格<br>率/% | $C_{p_k}$ | 合格<br>率/% | $C_{p_k}$ | 合格<br>率/% |
| 颜色                                                                                                                           | 0.21      | 75        | 1.26      | 100       | 1.10      | 100       | 0.63      | 92        |
| 总体可<br>接受性                                                                                                                   | 0.44      | 75        | 1.70      | 100       | 1.10      | 100       | 0.89      | 92        |

3 结论

- (1) 冷却猪肉冷链物流过程中感官总体可接受性随着物流链的延长而显著下降 ( $P < 0.05$ ),感官评分不服从正态分布。
- (2) 颜色是评价总体可接受性的敏感指标 (AUC 为 0.927,  $R = 0.796$ ),其控制图的变化趋势和判断结果与总体可接受性基本一致。
- (3) 与超市样品相比,配送中心猪肉的感官质量波动较大,过程能力指数偏低 ( $C_{p_k} < 0.67$ ),需对其质量管理加以完善。

参 考 文 献

1 Viana E S, Gomide L A M, Vanetti M C D. Effect of modified atmospheres on microbiological, color and sensory properties of refrigerated pork[J]. Meat Science, 2005, 71(4): 696 – 705.

2 Stone H, Sidel J L. Sensory evaluation practices [M]. 3rd ed. San Diego: Elsevier Academic Press, 2004: 201 – 244.

3 GB/T 4091—2001 常规控制图[S]. 2001.

4 Motorcu A R, Güllü A. Statistical process control in machining, a case study for machine tool capability and process capability [J]. Materials & Design, 2006, 27(5): 364 – 372.

5 Benneyan J C, Lloyd R C, Plsek P E. Statistical process control as a tool for research and healthcare improvement [J]. Quality and Safety in Health Care, 2003, 12(6): 458 – 464.

6 Grigg N P, Daly J, Stewart M. Case study: the use of statistical process control in fish product packaging [J]. Food Control, 1998, 9(5): 289 – 297.

7 Srikaeo K, Furst J E, Ashton J. Characterization of wheat-based biscuit cooking process by statistical process control techniques [J]. Food Control, 2005, 16(4): 309 – 317.

8 Ittész A. Statistical process control with several variance components in the dairy industry [J]. Food Control, 2001, 12(2): 119 – 125.

9 Montague G A, Glassey J, Willis M J. French fry quality improvement using advanced control techniques [J]. Journal of Food Engineering, 2003, 57(4): 357 – 365.

10 刘寿春,赵春江,杨信廷,等. 冷链物流过程猪肉微生物污染与控制图设计[J]. 农业工程学报, 2013, 29(7): 254 – 260.  
Liu Shouchun, Zhao Chunjiang, Yang Xinting, et al. Microbial contamination of chilled pork in cold chain logistics and its control chart design[J]. Transactions of the CSAE, 2013, 29(7): 254 – 260. (in Chinese)

11 GB 9959.1—2001 鲜、冻片猪肉 [S]. 2001.

12 NY/T 632—2002 冷却猪肉[S]. 2002.

13 Gérard K, Grandhayé J P, Marchesi V, et al. A comprehensive analysis of the IMRT dose delivery process using statistical process control (SPC) [J]. Medical Physics, 2009, 36(4): 1275 – 1285.

14 黄君,陈铃. 超声心动图对冠心病诊断的特异性,敏感性和 ROC 曲线分析[J]. 中国病理生理杂志, 2011, 27(4): 829 – 832.  
Huang Jun, Chen Ling. Sensitivity, specificity and ROC curve analysis of echocardiography for diagnosis of coronary artery disease [J]. Chinese Journal of Pathophysiology, 2011, 27(4): 829 – 832. (in Chinese)

# Design and Application of Control Charts in Pork Sensory Quality during Cold Chain Logistics

Liu Shouchun<sup>1,2</sup> Zhao Chunjiang<sup>1,2</sup> Yang Xinting<sup>2</sup> Qian Jianping<sup>2</sup> Wang Guoli<sup>1</sup> Zhong Saiyi<sup>3</sup>  
(1. National Engineering Research Center for Agricultural Product in Modern Logistics, Ji'nan 250103, China  
2. Beijing Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100097, China  
3. College of Food Science and Technology, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524005, China)

**Abstract:** In order to scientifically monitor sensory quality changes of chilled pork during cold chain logistics, the sensory characteristics of pork samples from distribution center, short-distance supermarket and long-distance supermarket during the progress of cold chain logistics were investigated, including odor, color, springiness, cooking odor and overall acceptability of pork samples. The distribution and the probability of different sensory indicators scores were studied by normality test. The key evaluation indicators was obtained by using sensitivity analysis and regression analysis, then according to its data distribution characteristics and its diagnostic value to overall acceptability, the control charts were designed to visualize the fluctuation of sensory characteristics distinctly. The results showed that: overall, there were significant difference in the sensory quality of pork samples from distribution centers, short-distance supermarket and long-distance supermarket; color is the sensitive indicator to evaluate overall acceptability, and its mean-standard deviation control chart were designed; there were more sensory quality fluctuations in distribution center, and its process capability index was lower, thus it was need to improve quality management. The product quality fluctuation and its qualified ratio were distinctly visualized by mean-standard deviation control chart, and it would provide scientific management method for monitoring pork appearance changes in cold chain logistics.

**Key words:** Chilled pork Cold chain logistics Sensory characteristics Control chart