

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2013.03.015

# 猪肉包装用新鲜度指示卡研究

孙媛媛

(天津科技大学 包装与印刷工程学院, 天津 300222)

**摘要:** 选用溴甲酚紫为指示剂, 制备了一种应用于冷鲜猪肉包装的新鲜度指示卡。将制备的新鲜度指示卡置于 50, 100, 150 g 3 种不同质量的猪肉包装中, 由挥发性盐基氮表示猪肉的新鲜程度, 色差与感官评定分数标示指示卡的颜色变化, 观察猪肉的新鲜程度与指示卡颜色变化的相关性, 从而判断指示卡的有效性。试验结果表明, 所制备的新鲜度指示卡色差变化与猪肉挥发性盐基氮变化呈线性关系, 并且不受包装猪肉质量的影响; 当猪肉新鲜度降低到一定程度时, 指示卡由黄色变为绿色。因此, 所制备的新鲜度指示卡可以用于指示包装猪肉的新鲜程度。

**关键词:** 智能包装; 新鲜度指示卡; 猪肉包装; 溴甲酚紫

**中图分类号:** TB34; TB381

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1674-7100(2013)03-0069-05

## Study on Freshness Indicator Used in Pork Packaging

Sun Yuanyuan

(School of Packaging and Printing Engineering, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300222, China)

**Abstract:** a type of freshness indicator was prepared by using bromocresol purple as a chemical dye to evaluate the freshness of packaged pork. The freshness indicators were placed respectively in 50, 100 and 150g pork packages. Pork freshness was assessed with total volatile basic nitrogen(TVB-N). Color changes of the indicators were expressed as total color difference(TCD) and sensory evaluation. In order to determine the validity of the freshness indicator, a kinetic approach was used to correlate the response of the indicators to the changes in freshness of pork. The results show that color changes of indicator correlated linearly with TVB-N values of pork and pork weights had no influence on indicator color changes. The color of indicator turning from yellow to green meant the pork deterioration. The indicator could be used to evaluate the freshness of pork.

**Key words** intelligent packaging; freshness indicator; pork packaging; bromocresol purple

## 0 引言

猪肉是我国居民主要的肉食品之一, 随着人们生活方式的改变, 超市中分切包装的冷鲜肉以其方便、卫生而受到消费者的青睐。新鲜猪肉新陈代谢旺盛, 易受到微生物的侵袭而使其新鲜度降低, 并

发生腐败变质现象。因此, 猪肉的质量与卫生安全受到了较多的关注, 与之息息相关的包装要求也相应提高, 包装的功能已经从最初的保护性、方便性延伸到智能性。

所谓智能包装, 是指对周围环境具有控制、识别、判断功能的一类包装。它不仅可以有效保证所

收稿日期: 2013-01-12

作者简介: 孙媛媛(1988-), 女, 河北邢台人, 天津科技大学硕士生, 主要研究方向为包装材料与包装技术,

E-mail: sunyuanyuanhao@126.com

包装食品的质量,延长食品的货架寿命,还能够判断食品的新鲜程度,并且指示出来<sup>[1]</sup>。新鲜度指示卡类包装属于智能包装中的一种,它通过指示卡与食品储存过程中微生物的代谢产物发生反应而出现相应的颜色变化,从而达到对食品新鲜度的判断与指示。目前,新鲜度指示卡在国外已得到了广泛的研究,学者们针对鸡肉<sup>[2-3]</sup>、鱼肉<sup>[4-6]</sup>、点心<sup>[7]</sup>等不同食品的变质过程,研制出了不同原理的新鲜度指示卡,而国内在这方面的研究相对较少。

猪肉中自身的酶以及微生物对其营养物质的分解会造成猪肉的腐败变质,而蛋白质的分解则意味着猪肉腐败的开始。蛋白质分解会产生大量挥发性有机胺类,造成包装空间内的酸碱度发生变化,碱性持续增强。因此,选择合适的酸碱指示剂用于猪肉包装,可以通过指示剂的颜色变化来判断包装内酸碱度的改变,进而指示猪肉的新鲜程度。本研究拟选用溴甲酚紫为判断冷鲜猪肉的新鲜度指示剂,以之制备新鲜度指示卡,并通过指示卡的颜色变化与感官判断,确定指示卡的有效性,以期为猪肉智能包装设计提供一定的理论参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与仪器

#### 1) 主要试剂与材料

溴甲酚紫,由天津市赢达稀贵化学试剂厂生产;

羟丙基甲基纤维素,由山东一滕新材料股份有限公司生产;

猪后臀尖肉,购自天津市大润发超市;

优能 PE (polyethylene) 保鲜膜,其氧气透过率为  $15\ 000\ \text{cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\ \text{h} \cdot \text{atm}$ ,由无锡市优能塑业有限公司生产。

#### 2) 主要仪器

S361 型电动搅拌器,由本溪市微电机厂生产;

半微量凯氏定氮仪,ProfileMaker 5 Publish Pro Eye-one, Gretag Macbeth 生产;

索尼 cyber-shot DSC-W200 相机。

### 1.2 试验方法

#### 1) 新鲜度指示卡的制作

将适量羟丙基甲基纤维素溶于蒸馏水中,机械搅拌均匀,然后将一定浓度溴甲酚紫乙醇溶液在搅拌条件下加入上述溶液中,并调节混合溶液的 pH 值为 5。物质充分混合后脱泡,然后将混合溶液流延至洁净玻璃板上,室温干燥后揭下薄膜。再将所制得薄膜裁剪成  $1\ \text{cm} \times 4\ \text{cm}$  大小的长条,黏附于白色防

水纸上,作为猪肉新鲜度指示卡。

#### 2) 样品的制备

将当天购买的新鲜猪肉用无菌刀具裁切成质量分别为 50, 100, 150 g 的肉块,并且尽可能地保证相同质量猪肉的体积也相同。然后将切块猪肉与上述指示卡密封于保鲜膜托盘包装中,指示卡距离猪肉约 1 cm (如图 1 所示)。最后,将猪肉包装放置于  $7\ ^\circ\text{C}$  保鲜柜中,每隔 1 d 从 3 种猪肉包装中各取出 1 份,测定猪肉包装中挥发性盐基氮的含量,并观察指示卡的颜色变化。

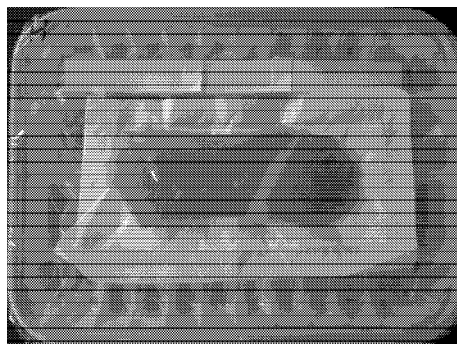


图 1 猪肉包装效果图

Fig. 1 Illustration of packaged pork

#### 3) 挥发性盐基氮的测定

对于样品猪肉包装中挥发性盐基氮的测定,按照 GB/T 5009·44—2003《肉与肉制品卫生标准的分析方法》中规定的半微量定氮法测定要求进行。

#### 4) 指示卡颜色的感官评定

请 5 位视力良好的学生,每隔 1 d 对指示卡外观颜色进行打分,最后取平均值。指示卡外观颜色评价等级分为:1 级,颜色没有变化,仍为黄色 (5 分);2 级,颜色有较大变化,显示绿色 (3 分);3 级,颜色显示蓝色 (1 分)。

#### 5) 指示卡颜色的测定

采用 Eye-one 测定指示卡颜色的  $L, a, b$  值,色差  $\Delta E$  通过如下公式计算:

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$$

当  $\Delta E > 5$  时,人类肉眼可以明显地观察到指示卡的颜色差异;

当  $\Delta E > 12$  时,指示卡的颜色发生了色域变化。

## 2 结果与讨论

### 2.1 储存过程中冷鲜猪肉挥发性盐基氮的变化

挥发性盐基氮 (total volatile basic nitrogen, TVB-N) 是指动物性食品由于酶和细菌的作用,在腐败过程中使蛋白质分解而产生的氨以及胺类等碱性含氮

物质<sup>[8]</sup>。目前,挥发性盐基氮是国际上用于评价肉质新鲜度最经典的理化指标,GB 2707—2005《鲜(冻)畜肉卫生标准》中规定,每100 g新鲜猪肉中挥发性盐基氮值应小于15 mg。本研究中,试验测得100 g的猪肉包装中在储存期间的挥发性盐基氮变化情况如图2所示。

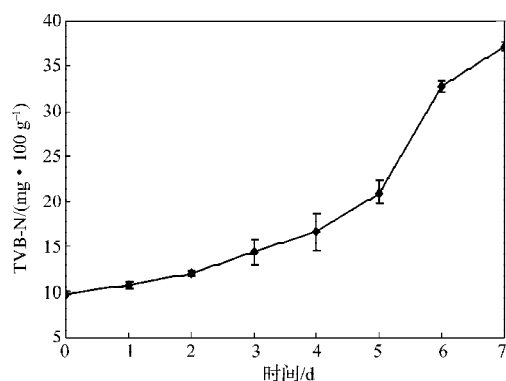


图2 储藏期间100 g猪肉包装的TVB-N变化

Fig. 2 Changes in TVB-N of 100 g fresh pork during storage

由图2可以看出,随着储存时间的延长,100 g猪肉包装中的挥发性盐基氮的值不断增大,并且储存后期的挥发性盐基氮的增长速率远大于储存前期。这是由于在储存前期,肉质新鲜,其蛋白质分解缓慢;而到了储存后期,猪肉的腐败速度加快,生成了大量的挥发性盐基氮。到储存第4 d,包装内的挥发性盐基氮达到16.66 mg/100 g,超过了国家标准中规定的最大值。

试验过程中发现,50 g和150 g包装肉块的挥发性盐基氮值变化情况与100 g包装的大致相同,储存至第4 d,各包装内的挥发性盐基氮值均超过了国家标准中规定的最大值。故后续试验中均以100 g的猪肉包装为例。

## 2.2 储存过程中新鲜度指示卡的颜色变化

在猪肉储存过程中,蛋白质腐败分解形成的氨基酸,在微生物脱氨基、脱羧基作用下会形成大量的氨及挥发性有机碱,生成的量越多,说明猪肉的新鲜度越低。肖虹等<sup>[9]</sup>应用固相微萃取技术对冷却肉的挥发性成分进行了提取,然后结合色谱-质谱(gas chromatograph-mass spectrometer-computer, GC-MS)连用技术鉴定了冷鲜肉的挥发性成分。结果表明,在283 K条件下,醇类物质与三甲胺会随着储存时间的延长而增加。其中,三甲胺的相对含量在猪肉腐败期间有大幅度的增加。

本研究中,指示卡的酸碱指示剂选用溴甲酚紫,其变色范围是5.2~6.8。当猪肉腐败时,会释放出挥发性有机碱,造成包装内气体成分的碱性逐渐增强,

从而影响溴甲酚紫的颜色变化。

图3所示为100 g猪肉包装的指示卡在储存过程中的感官变化。

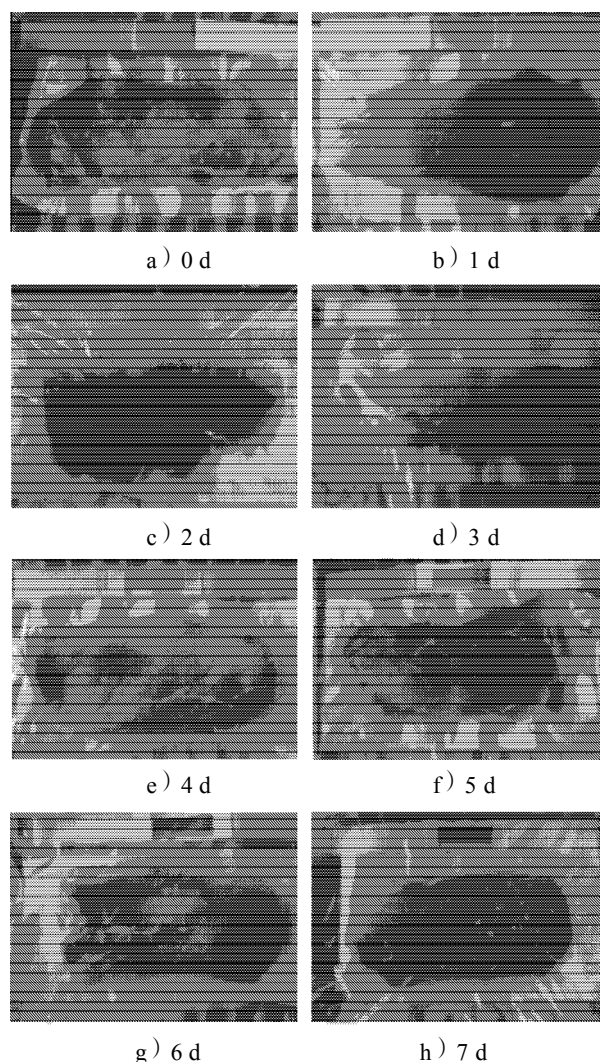


图3 储存期间100 g猪肉包装中指示卡的感官变化

Fig. 3 Sensory changes of the freshness indicator in the package of 100 g fresh pork during storage

由图3可以看出,在储存前期,指示卡颜色没有明显变化。直至储存第4 d,猪肉挥发性盐基氮达到规定新鲜度的最大值时,指示卡颜色由黄色变为绿色。并且,随着储存时间的进一步延长,指示卡颜色逐渐变为蓝色,这与猪肉挥发性盐基氮变化相一致,从而说明确实是猪肉的腐败气体使得指示卡发生了颜色变化。

表1所示为100 g猪肉包装的指示卡颜色感官评价结果。

表1 指示卡颜色感官评价结果

Table 1 Evaluation of freshness indicator color appearance

放置时间/d	0	1	2	3	4	5	6	7
评价分数	5	5	5	5	3	3	1	1

如表1所示,在前3 d,各评价者认为指示卡颜

色未发生明显变化,均呈现黄色,对指示卡颜色的感官评价分数为5分;到储存第4 d,指示卡颜色发生了明显变化,转变为绿色,各评价者对指示卡颜色的感官评价平均分数减小为3分;直到储存第6 d,指示卡已经完全变化为蓝色,感官评价分数为1分。

图4所示为100 g猪肉包装的指示卡在储存过程中的色差变化,色差 $\Delta E$ 越大,说明猪肉的颜色变化越明显。

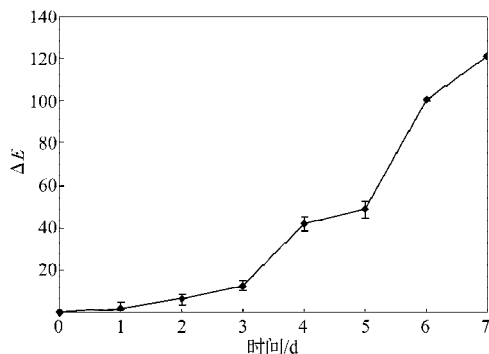


图4 储藏期间100 g猪肉包装中新鲜度指示卡的色差( $\Delta E$ )变化

Fig. 4 Changes in total color difference values of the freshness indicators in the package of 100 g fresh pork during storage

由图4可以看出,随着储存时间的延长,指示卡的色差也在逐渐增大,并且到了储存后期,色差的增加速率远大于前期,尤其是到了第4 d,色差由第3 d的12.38突跃到41.86,说明指示卡发生了较明显的颜色变化,这与指示卡颜色感官变化结果一致。

图5所示为100 g猪肉包装在储存期间指示卡 $L$ ,  $a$ ,  $b$ 值的变化。

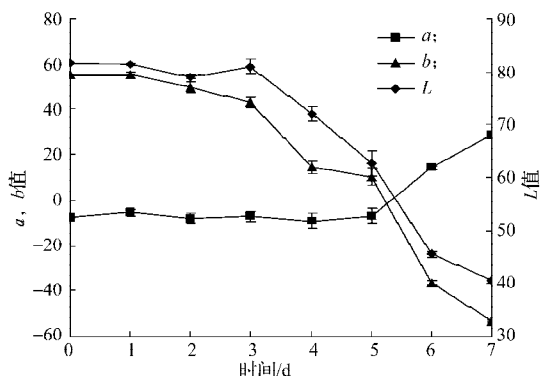


图5 储藏期间100 g猪肉包装中新鲜度指示卡 $L, a, b$ 值的变化

Fig. 5 Changes in Hunter color values of the indicator in the package of 100 g fresh pork during storage

图5进一步描述了影响色差变化的各变量 $L$ ,  $a$ ,  $b$ 值的变化规律。由图5可以看出,表示亮度通道的 $L$ 值与表示从亮黄色到亮蓝色的 $b$ 值,随着储存时间

的延长而逐渐减小;而表示从深绿色到亮粉红色的 $a$ 值,在经历了前期的平稳波动后,到第6 d时也以较快速度增加。这是因为:随着包装空间内的碱性增强,溴甲酚紫由黄色逐渐变化到绿色、蓝色,最后为紫色。所以,亮度 $L$ 逐渐减小, $b$ 值由代表黄色的正值逐渐减小为代表蓝色的负值, $a$ 值在颜色由蓝色变为紫色时逐渐增大。

### 2.3 猪肉挥发性盐基氮与新鲜度指示卡变化的相关性

新鲜度指示卡的使用目的即通过指示卡的颜色变化指示冷鲜猪肉的新鲜程度,这要求二者之间具有很好的关联性。图6将3种不同质量猪肉包装中的挥发性盐基氮与指示卡色差变化关系呈现出来,并且根据数据趋势可拟合其回归方程,见表2。

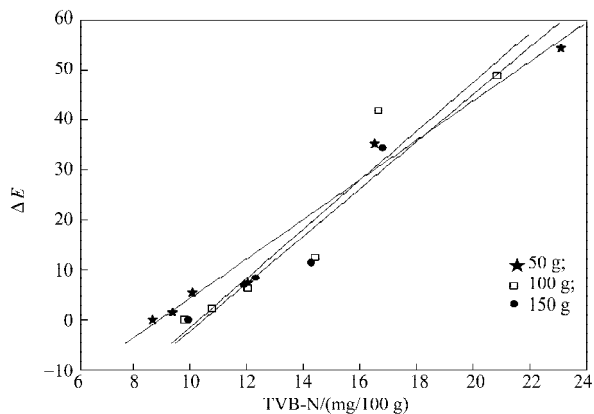


图6 不同质量包装中猪肉TVB-N与指示卡 $\Delta E$ (色差)的关系

Fig. 6 Correlation between total color difference values of the indicators and TVB-N of fresh pork at various weights

由图6中可以看出,虽然不同质量猪肉包装中的指示卡颜色变化与猪肉挥发性盐基氮变化稍有不同,但还是呈现出了较明显的线性关系。3种不同质量包装中,猪肉挥发性盐基氮与指示卡色差的相关性如表2所示。

表2 不同质量包装中猪肉TVB-N与指示卡 $\Delta E$ 线性回归方程

Table 2 Linear regression equation of indicator  $\Delta E$  and TVB-N of pork

猪肉质量/g	回归方程	相关系数 $R$	显著水平 $P$	临界值 $\Delta E$ 值
50	$y=3.953\ 48x-35.265\ 82$	0.988 54	$1.970\ 3 \times 10^{-4}$	24.0
100	$y=4.903\ 93x-50.511\ 04$	0.956 08	0.002 85	23.0
150	$y=4.732\ 60x-49.533\ 88$	0.988 52	$1.963\ 6 \times 10^{-4}$	21.5

由表2中可以看出,3种质量猪肉包装中,猪肉的挥发性盐基氮与指示卡色差相关性显著,并且在猪肉挥发性盐基氮达到临界值15 mg/100 g时,指示

卡色差值相差小于5,其颜色差异不足以使人眼明显辨别出来。

### 3 结论

1) 随着储存时间的延长,猪肉包装中的挥发性盐基氮的值不断增大,并且储存后期的挥发性盐基氮的增长速率远大于储存前期,可利用这一特性选用合适的指示剂制备猪肉包装用新鲜度指示卡;

2) 猪肉包装储存过程中,新鲜度指示卡的颜色变化、感官评价、色差变化及指示卡 $L,a,b$ 值的变化结果均表明:以溴甲酚紫为指示剂制备的新鲜度指示卡,可以通过其颜色变化指示冷鲜猪肉的新鲜度,当指示卡由黄色变为绿色时,说明猪肉已经开始腐败变质。

3) 猪肉挥发性盐基氮与新鲜度指示卡变化的相关性结果表明,二者具有较好的相关性。因此,该指示卡应用于猪肉包装中可以帮助普通消费者简单、方便地判断商品是否新鲜。

#### 参考文献:

- [1] 孙媛媛. 食品新鲜度指示型智能包装的研究与应用[J]. 包装学报, 2012, 4(3): 16-20.  
Sun Yuanyuan. Research and Application of Freshness Indicative Smart Packaging for Food[J]. Packaging Journal, 2012, 4(3): 16-20.
- [2] Maria Smolander, Eero Hurme, Kyösti Latva-Kala, et al. Myoglobin-Based Indicators for the Evaluation of Freshness of Unmarinated Broiler Cuts[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2002, 3(3): 279-288.
- [3] Chompoonoot Rukchon, Sudsai Trevanich, Tunyarut Jinkarn, et al. Volatile Compounds as Quality Indicators of

Fresh Chicken and Possible Application in Intelligent Packaging[C] //The 12th ASEAN Food Conference. Thailand: BITEC Bangna, 2011: 287-294.

- [4] Alexis Pacquita, June Frisbya, Danny Diamond, et al. Development of a Smart Packaging for the Monitoring of Fish Spoilage[J]. Food Chemistry, 2007, 102(2): 466-470.
- [5] Kuswandi B, Jayus, Restyana A, et al. A Novel Colorimetric Food Package Label for Fish Spoilage Based on Polyaniline Film[J]. Food Control, 2012, 25: 184-189.
- [6] Alexis Pacquit, King Tong Lau, Henry McLaughlin, et al. Development of a Volatile Amine Sensor for the Monitoring of Fish Spoilage[J]. Talanta, 2006, 69: 515-520.
- [7] Atchareeya Nopwinyuwong, Sudsai Trevanich, Panuwat Suppakul. Development of a Novel Colorimetric Indicator Label for Monitoring Freshness of Intermediate-Moisture Dessert Spoilage[J]. Talanta, 2010, 81: 1126-1132.
- [8] 中华人民共和国卫生部, 国家标准化管理委员会. GB/T 5009·44—2003肉与肉制品卫生标准的分析方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003: 354.  
Ministry of Health of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. GB/T 5009·44—2003 Method for Analysis of Hygienic Standard of Meat and Meat Product[S]. Beijing: China Standards Press, 2003: 354.
- [9] 肖虹, 谢晶. SPME-GC-MS法测定冷却肉的挥发性成分[J]. 食品科学, 2010, 31(20): 406-409.  
Xiao Hong, Xie Jing. Determination of Volatile Components of Chilled Pork Based on SPME-GC-MS[J]. Food Science, 2010, 31(20): 406-409.

(责任编辑: 廖友媛)