

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2016.03.009

# 不同含量脱氢乙酸钠改性PVA薄膜 延长蛋糕保质期的研究

杨福馨, 邱艳娜, 蔡程笑子, 丁晓彤, 张炯炯, 范飞

(上海海洋大学 食品学院, 上海 201306)

**摘要:** 研究了不同脱氢乙酸钠含量的PVA薄膜对蛋糕保质期的影响, 以得出最适于蛋糕保鲜用改性包装薄膜。首先, 用流延法制备出以不同质量分数脱氢乙酸钠改性的PVA改性薄膜, 然后将待测蛋糕切成一定规格并分别装入不同的PVA薄膜包装袋中进行贮藏试验。且每隔3 d, 对样品蛋糕进行感官评价, 并检测其失重率、菌落总数、酸价、过氧化值等, 以评价改性包装的抑菌及抗油脂氧化效果。结果表明, 添加脱氢乙酸钠改性后的PVA薄膜的保鲜效果均优于未改性PVA薄膜的; 综合各因素的影响结果, 确定添加质量分数为2%脱氢乙酸钠的改性PVA薄膜对蛋糕的保鲜效果较好, 其不仅能有效阻止蛋糕中水分的流失, 且蛋糕的抗氧化性能最强。

**关键词:** PVA; 脱氢乙酸钠; 蛋糕保鲜; 抑菌抗氧; 油脂氧化

**中图分类号:** TB485.6; TS206.4

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1674-7100(2016)03-0049-06

## Extending Shelf Life of Cakes with PVA Films Containing Different Sodium Dehydroacetate

YANG Fuxin, QIU Yanna, CAI-CHENG Xiaozi, DING Xiaotong, ZHANG Jiongjiong, FAN Fei  
(College of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** The effects of PVA films containing different amount of sodium dehydroacetate on cake shelf life were studied to identify the most suitable modified packaging films for preserving cakes. The PVA active films modified with different mass fraction of sodium dehydroacetate were prepared by casting method. The cake was cut into certain sizes and put into different PVA film packaging bags for storage test. The sensory evaluation of the cake was made every three days on the weight loss rate, the total bacterial count, acid value, peroxide value to evaluate the antibacterial and antioxidant effect of the modified packaging. The results showed that the preservation effects of modified PVA films with sodium dehydroacetate were better than that of unmodified PVA film; a favorable fresh-keeping effect was achieved by modified PVA film with mass fraction of 2% sodium dehydroacetate after summarizing all influencing factors as the loss of moisture in the cake could be effectively prevented with the strongest antioxidant performance.

**Key words:** PVA; sodium dehydroacetate; cake preservation; antibacterial and antioxidant; lipid oxidation

**收稿日期:** 2015-11-13

**基金项目:** 国家863计划基金资助项目(2012AA0992301), 上海市科委工程中心建设基金资助项目(11DZ2280300), 上海市助推计划基金资助项目(2013CL1312HY), 上海市产学研基金资助项目(15cxy69), 上海高校一流学科基金资助项目(A2-2019-14-0003)

**作者简介:** 杨福馨(1958-), 男(侗族), 贵州天柱人, 上海海洋大学教授, 主要从事包装工程理论与技术方面的研究,  
E-mail: [fxyang@shou.edu.cn](mailto:fxyang@shou.edu.cn)

**通信作者:** 邱艳娜(1990-), 女, 河南驻马店人, 上海海洋大学硕士生, 主要研究方向为食品包装工程技术,  
E-mail: [1258942604@qq.com](mailto:1258942604@qq.com)

## 0 引言

蛋糕是目前较受人们欢迎的甜品之一,但是其保质期较短,常温下一般只能存放4~5 d,因此,许多厂家使用食品添加剂以延长蛋糕的货架期。近年来,食品安全问题越来越受到消费者的重视,部分消费者对食品添加剂持否定态度,因而使用添加剂并不是延长蛋糕货架期最好的解决方法。随着包装产业的蓬勃发展,包装优势得以充分体现,为了减少食品添加剂的用量,实现食品安全,科研工作者们致力于开发新型包装材料以延长食品的保质期。当前,科研工作者们大多将薄膜与助剂结合,以改变薄膜的强度、阻隔性能及光学性能等,这类改性新型材料已经得到了广泛的应用<sup>[1]</sup>。

聚乙烯醇(polyvinyl alcohol, PVA)的成膜性能较好,易成膜,且具有优良的力学性能和较高的阻隔性能,现已被广泛地应用于食品包装等行业中<sup>[2]</sup>。但是已有研究中,对PVA的改性大多停留在优化材料的机械性能、渗透性能、阻隔性能以及吸水性能等方面,而对于其抗菌性能方面的研究较少报导<sup>[3]</sup>。脱氢乙酸钠是科研工作者们继苯甲酸钠、尼泊金、山梨酸钾之后发现的一种食品防腐保鲜剂。已有研究表明,无色无味的脱氢乙酸钠对霉菌、酵母菌和细菌均具有很好的抑制作用,且其稳定性、溶解性能较好<sup>[4]</sup>,可以与PVA很好地结合。因此,本文拟利用这两种材料,研发一种新型的抑菌抗氧化包装用薄膜,即将脱氢乙酸钠与PVA薄膜结合制得改性包装用薄膜,并用所制备的不同含量脱氢乙酸钠改性PVA薄膜对蛋糕进行保鲜包装试验与测试,主要从蛋糕的失重率、感官评定、酸价、过氧化值等方面进行测试与分析,最终确定适宜于蛋糕保鲜用改性包装薄膜中的脱氢乙酸钠添加量,以期对蛋糕保鲜包装材料和食品包装材料的研发提供一定的参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 原料与试剂

#### 1) 原料

聚乙醇粒料,中国石化上海石油化工股份有限公司生产;

芝士蛋糕,购于卡罗琳娜;

PVA保鲜膜(厚度约0.1 mm,定量约15 g/m<sup>2</sup>),实验室自制;

改性PVA保鲜膜(厚度约为0.1 mm,定量约为15 g/m<sup>2</sup>),实验室自制。

#### 2) 试剂

甘油、氢氧化钾KOH(浓度为0.05 mol/L)、酚酞、乙醇(分析纯)、石油醚(沸程为30~60 ℃)、辛己烷-冰乙酸溶液、饱和碘化钾,均为国药集团化学试剂有限公司生产;

去离子水、现配淀粉试剂,实验室自制;

脱氢乙酸钠,由上海崇明生化制品厂有限公司生产。

### 1.2 仪器与设备

电子天平, JY5002型,上海舜宇恒平科技仪器有限公司生产;

集热式磁力搅拌器/DF-101S/Z恒温水浴锅,河南省予华仪器有限公司生产;

流延机, LY-300型,上海科创橡塑机械设备有限公司生产;

脚踏封口机, FR-A400型,四川长江造纸仪器有限公司生产;

生化培养箱, LRH-150型,上海一恒科学仪器有限公司生产;

分光光度计,北京普析通用仪器有限公司生产;

旋转蒸发器,由巩义市英峪高科仪器厂生产;

真空抽滤器,由巩义市予华仪器有限公司生产。

### 1.3 薄膜的制备

取6个500 mL的烧杯,分别编号A, B, C, D, E, F;分别称取一定量的PVA, 3 g甘油,以及0, 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5 g脱氢乙酸钠,并依次加入编号后的各烧杯中,然后加入300 mL水;将各烧杯置于磁力搅拌水浴锅中,于45 ℃下溶胀,3 h后完成无限溶胀过程;再将水浴温度设定为95 ℃,约3 h后全部溶解,即可制备含脱氢乙酸钠质量分数为0, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%的PVA溶液。

将上述制备好的A, B, C, D, E, F溶液冷却放置0.5 h,以使溶液中的气泡全部消失,且温度冷却至室温,然后准备流延成膜。

将已准备好的PVA以及改性PVA水性溶液涂布于速度为2 m/min、温度为60 ℃的流延滚筒上,待干燥成膜后,将其从滚筒上收卷,得到A~F 6种薄膜,其中A为纯PVA薄膜, B~F为添加了不同量脱氢乙酸钠的改性PVA薄膜。据测试,所制备的各薄膜厚度均约为0.1 mm,定量为15 g/m<sup>2</sup>。

### 1.4 保鲜试验

#### 1.4.1 试验方法

首先,将新鲜的芝士蛋糕用已消毒的刀具、砧板

切成3 cm厚的块状,分别称取50 g,装入已准备好的PVA及改性PVA包装袋中,并采用封口机封口。由于编号为F的改性薄膜的机械性能不佳,故不再将其作为蛋糕包装进行后续研究,仅研究其余5种样品薄膜对蛋糕的保鲜效果。分别对样品进行编号,且每隔3 d抽样检测一次,即在当天计为第0 d(A<sub>0</sub>)、第3 d(A<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>、C<sub>1</sub>、D<sub>1</sub>、E<sub>1</sub>)、第6 d(A<sub>2</sub>、B<sub>2</sub>、C<sub>2</sub>、D<sub>2</sub>、E<sub>2</sub>)、第9 d(A<sub>3</sub>、B<sub>3</sub>、C<sub>3</sub>、D<sub>3</sub>、E<sub>3</sub>)、第12 d(A<sub>4</sub>、B<sub>4</sub>、C<sub>4</sub>、D<sub>4</sub>、E<sub>4</sub>),分别对蛋糕的各项指标进行测试,且试验过程中的贮藏环境保持一致。最后,通过分析蛋糕在第0~12 d的各项指标变化情况,以判断5种薄膜的保鲜性能。

#### 1.4.2 指标测定

##### 1) 失重率

蛋糕中水分含量的高低,一方面会影响蛋糕的口感与新鲜度,另一方面也会影响蛋糕的储藏期。水分含量越高,蛋糕越容易发霉变质。因此,在蛋糕储藏过程中,水分含量可以作为衡量其新鲜度的重要指标之一<sup>[5]</sup>。

新鲜蛋糕受环境湿度及PVA本身吸湿性能的影响,蛋糕内的水分含量下降,进而质量也会发生变化。本试验采用失重率来衡量样品蛋糕在贮存一段时间后的质量变化。试验方法如下:在第0 d称取样品的质量,记为 $m_1$ ;贮藏一段时间后,称取蛋糕质量,记为 $m_2$ ;蛋糕的失重率由下式计算:

$$\text{失重率} = (m_2 - m_1) / m_1 \times 100\%$$

##### 2) 感官评定

本试验中的感官评定,参照GB/T 21172—2007《感官分析食品颜色评价的总则和检验方法》<sup>[6]</sup>中的要求进行。

感官评定是一种较测试分析更直观的评价方式,它主要由研究人员对其气味、口感、状态、质地及颜色等方面进行全面观察与分析。评定规则如下:将各种处理组的样品蛋糕分别置于同样的环境条件下贮藏,于第0, 3, 6, 9, 12 d时取样,并进行感官评价,由试验小组人员参照表1所示评分标准进行评分,取平均分作为该组样品的最终得分,感官指标综合评分满分为15分,小于8分为不合格。

表1 蛋糕感官评价评分标准

Table 1 Standard of sensory evaluation of cakes

气味和口感(5分)	色泽和卫生(5分)	形态和组织(5分)	得分
蛋糕香味纯正,松软可口,口感良好	表面油润,呈蛋黄色,无霉点	松软而有弹性,无硬块	5.0
有蛋糕香味,松软,较硬	呈蛋黄色,但光泽较差,有轻微霉点	松软,弹性较好	4.0
蛋糕香味较淡,较硬,轻度掉渣	呈蛋黄色,表面暗无光泽,有轻微霉点	弹性较差	3.0
略有蛋糕香味,极易掉渣	颜色稍泛白,有少量霉斑	弹性较差,发黏	2.0
无蛋糕香味,有明显异味	颜色泛白,有大量霉斑	有硬块,弹性差	1.0

##### 3) 酸价

酸价的测定是根据酸碱中和原理进行的,即以酚酞作为指示剂,用氢氧化钾标准溶液进行滴定,以中和蛋糕中油脂氧化产生的游离脂肪酸<sup>[7]</sup>。测得的酸价越大,表明蛋糕越不新鲜。根据GB 7099—2003《蛋糕、面包卫生标准》中的要求,食品的酸价小于等于5 mg/g为合格<sup>[8]</sup>。

本试验中选用热乙醇法,按照GB/T 5530—2005《动植物油脂酸值和酸度测定》<sup>[9]</sup>操作方法中的要求进行测试。具体操作如下:取样品蛋糕50 g,将其在玻璃坩埚中研碎后放入500 mL的具塞锥形瓶中,加入沸程为30~60℃的石油醚120 mL(约为蛋糕体积的1.2倍)<sup>[10]</sup>,浸泡14 h;然后将蛋糕和石油醚的混合液全部倒入抽滤瓶中抽滤,抽滤时间为10~15 min,然后用旋转蒸发器将其蒸发至无溶剂滴下为止。将所得滤液和蒸发液合并后,加入酚酞指示液2~3滴,然后以氢氧化钾标准液进行滴定,至溶液初显微红色且0.5 min内不褪色时终止,记录KOH的用量。以

下式计算样品蛋糕的酸价:

$$X_1 = \frac{c \times V \times 56.11}{m}$$

式中: $X_1$ 为样品的酸价,mg/g;

$V$ 为滴定用KOH的体积,mL;

$c$ 为KOH的实际浓度,mol/L;

$m$ 为样品的质量,g;

##### 4) 过氧化值

过氧化值是油脂在氧化过程中产生的过氧化物,其与碘化钾作用可生成游离碘,通过计算碘含量可评价油脂氧化酸败的程度<sup>[11]</sup>。碘含量越高,过氧化值越大,表明蛋糕中油脂酸败现象越严重。

本试验采用分光光度计法测定蛋糕的过氧化值,具体操作如下:准确称取0.04 g样品中提取的油脂,并加入50 mL的容量瓶中,然后加入辛己烷-冰乙酸混合溶液5 mL、饱和碘化钾溶液0.5 mL,轻轻摇匀后置于暗处反应3 min;取出容量瓶后立即加水稀释到刻度,摇匀后静置,待分层后取上层清液,在580 nm

处测其吸光度值,空白试验除了不加油脂,其余操作同上<sup>[12]</sup>。然后以下式计算样品的过氧化值:

$$x = \frac{6A}{1000m} \times 100 \times 78.8。$$

式中:  $x$  为样品的过氧化值, meq/kg;

$A$  为测得样品的吸光度值;

78.8 为换算因子。

### 5) 菌落总数

以菌落总数为微生物指标,按照 GB/T 4789.2—2008《食品卫生微生物学检验菌落总数测定》中的要求操作<sup>[13]</sup>。依据 GB 7099—2003《蛋糕、面包卫生标准》,对于热加工蛋糕,其菌落总数应小于  $1.5 \times 10^3$  CFU/g。

## 2 结果与分析

### 2.1 助剂含量对蛋糕失重率的影响

新鲜的芝士蛋糕受外部环境温湿度及 PVA 本身具有的吸湿性影响。图 1 显示了试验所得不同助剂含量改性 PVA 薄膜包装蛋糕的失重率。

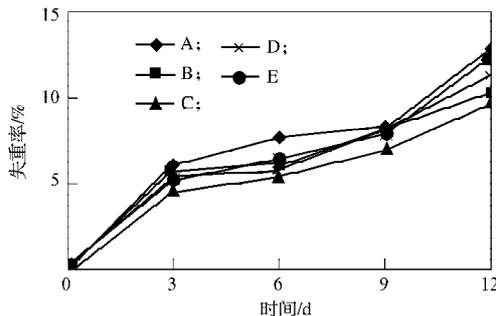


图 1 不同含量助剂改性 PVA 薄膜对蛋糕失重率的影响  
Fig. 1 Effect of PVA film with different chemical contents on weight loss

由图 1 可以看出,蛋糕贮藏过程中,各组样品的失重率都呈现出上升的变化趋势,但是上升的速率及幅度各不相同。第 12 d 时,空白组 A 和试验组 E 的质量损失最大,失重速率也相对较快,但是试验组 E 前 9 d 的失重率比 A 小;所有样品中, C 组的失重率最小,曲线也相对平滑, B、D 组之间没有太大差别,但其失重率数值都比 C 组略大。

通过以上分析可以得知,添加不同含量脱氢乙酸钠改性后的活性 PVA 包装对于减少蛋糕的失重率有着不同的效果,相较而言, C 组的效果最好,即添加质量分数 2% 脱氢乙酸钠改性的 PVA 薄膜包装蛋糕的失重率最低。

### 2.2 助剂含量对蛋糕感官品质的影响

图 2 所示为试验所得不同助剂含量改性 PVA 膜包装蛋糕的感官评价结果。

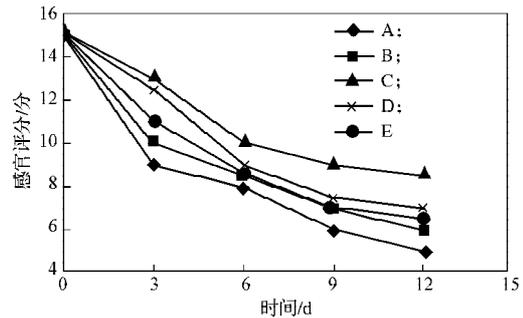


图 2 不同含量助剂改性 PVA 薄膜对蛋糕感官品质的影响  
Fig. 2 Effect of PVA film with different chemical contents on sensory evaluation

由图 2 所示感官评定的得分情况可以得知,贮存过程中,各组样品的感官品质均呈现出下降的变化趋势。相较而言,以添加质量分数为 2% 脱氢乙酸钠改性的 PVA 薄膜包装时,蛋糕的感官品质评价得分下降得最慢,而空白组的感官评分下降得最快,且在第 3 d 后已经有霉斑产生。

第 9 d 时, A、B、D、E 组的感官品质评价得分均在 8 分以下,表明其质量已不合格,即不可食用,仅 C 组的得分在 8 分以上。评分时观察到此时 A、B 两组蛋糕发霉现象严重,不仅无蛋糕香味,颜色发暗,且出现掉渣现象; D、E 两组的发霉现象较 A、B 组轻,但香味较淡,色泽、弹性较差; C 组蛋糕有发霉现象,但仍有蛋糕香味,呈现蛋黄色泽,有一定的弹性。

第 12 d 时,只有 C 组蛋糕得分在 8 分以上,霉点没有增加,但感官评分较第 9 d 低。

以上感官评价结果说明,添加质量分数 2% 脱氢乙酸钠改性的薄膜对蛋糕的保鲜效果较好。

### 2.3 助剂含量对蛋糕酸价的影响

根据 GB 7099—2003 的要求,蛋糕酸价小于等于 5 mg/g 才为合格。贮藏时间越长,蛋糕中油脂的酸败现象越严重,其酸价值越大,因此可通过测定蛋糕酸价来判定蛋糕质量。图 3 所示为试验过程中不同助剂含量改性 PVA 薄膜包装蛋糕的酸价变化情况。

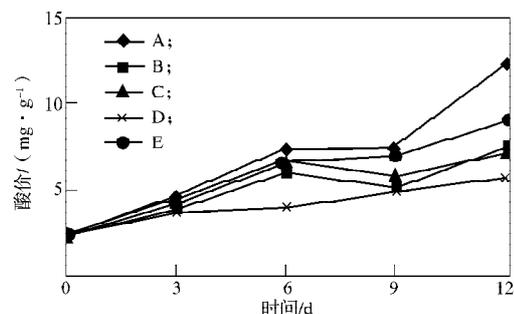


图 3 不同含量助剂改性 PVA 薄膜对蛋糕酸价的影响  
Fig. 3 Effect of PVA film with different chemical contents on acid value

由图3可得,储藏过程中,空白组的酸价变化最大,即其酸败速度最快,在第4 d时其酸价已经大于5 mg/g,未达标准要求,失去商品价值。

由图3中的各曲线变化情况可发现,A、B、C 3组样品在第6 d到第9 d过程中酸价有所下降,其原因可能是脱氢乙酸钠改变了PVA的分子结构,使聚乙烯醇上的羟基更活泼,更易与氢离子相结合,使蛋糕中的酸含量减少。当脱氢乙酸钠的添加质量分数小于3%时,其添加质量分数越大,对油脂酸败的抑制效果越好,D组样品第9 d时酸价才达到5 mg/g;但当脱氢乙酸钠的添加质量分数大于4%时,油脂的酸败反而更快,这可能是由于脱氢乙酸钠浓度的增加影响了薄膜的内部结构,使薄膜的阻隔性能变差,从而导致其保鲜效果变差。

#### 2.4 助剂含量对蛋糕过氧化值的影响

图4所示为试验所得不同助剂含量改性PVA薄膜包装的蛋糕在储藏期间的过氧化值变化情况。

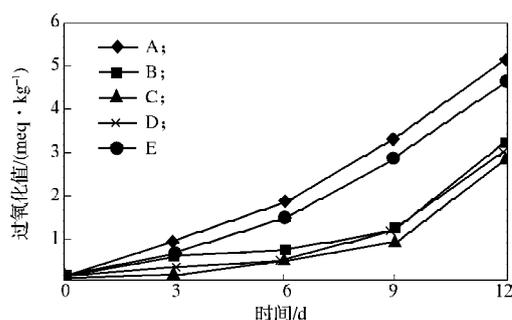


图4 不同含量助剂改性PVA薄膜对蛋糕过氧化值的影响

Fig. 4 Effect of PVA film with different chemical contents on peroxide value

由图4可以得知,贮藏时间越长,各不同含量助剂改性PVA薄膜包装的样品蛋糕的过氧化值均越大。相较而言,空白样A组的过氧化值增长得最快,在贮藏3 d后,其过氧化值超过了1 meq/kg; E组比B、C、D组的氧化程度要大,其原因可能是脱氢乙酸钠添加质量分数太大,影响了PVA薄膜的阻隔性能,导致薄膜的抗氧化效果变差; C组样品的抗氧化效果最好,在前6 d有效地抑制了油脂的氧化,保存6 d后,油脂氧化速率加快,最终导致蛋糕失去商品价值。这一结果说明,脱氢乙酸钠发生了迁移,并且在一定程度上抑制了油脂的氧化。

综上所述,添加质量分数为2%脱氢乙酸钠改性的PVA包装薄膜保存的蛋糕过氧化值最低,说明其抗氧化效果最佳。

#### 2.5 助剂含量对蛋糕菌落总数的影响

储藏过程中适宜的温度、湿度以及蛋糕中的营养物质使得微生物不断生长繁殖,从而影响蛋糕的

质量,所以菌落总数为评价蛋糕质量重要的微生物指标,依据GB 7099—2003,对于热加工蛋糕,其菌落总数应小于 $1.5 \times 10^3$  CFU/g。图5所示为试验所得不同助剂含量改性PVA薄膜包装的蛋糕在储藏期间的菌落总数测量结果。

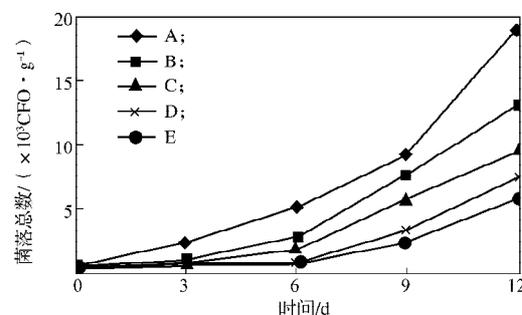


图5 不同含量助剂改性PVA薄膜对蛋糕菌落总数的影响  
Fig. 5 Effect of PVA film with different chemical contents on total bacterial count

由图5可知,空白组在第3 d就出现了菌落超标现象,C、D、E组样品在第6 d时,各样品菌落总数还在指标要求范围以内,说明改性包装膜对菌落的抑制效果较明显。改性薄膜在不同程度上抑制了菌落的生长,可能是PVA薄膜中的脱氢乙酸钠发生了迁移或者析出,有效地抑制了微生物的生长,且脱氢乙酸钠的浓度越高,抑制效果越明显。

### 3 结论

1) 含脱氢乙酸钠的PVA薄膜能抑制细菌的生长和减缓油脂的氧化,对延长蛋糕的保质期有着很好的作用。

2) 虽然脱氢乙酸钠的添加质量分数越大抑菌效果越好,但是当脱氢乙酸钠的添加质量分数大于3%时,蛋糕的抗氧化性变差,失重率上升,因而脱氢乙酸钠的添加质量分数宜小于3%。

3) 综合各影响因素,以添加质量分数为2%的脱氢乙酸钠改性PVA薄膜包装蛋糕的保鲜效果较好。在此条件下,改性PVA薄膜不仅能有效阻止蛋糕中水分的流失,且抗氧化性能最强。

#### 参考文献:

- [1] 梁花兰,雷艳雄,常辰曦,等.聚乙烯醇基涂膜包装对咸鸭蛋保鲜效果的影响[J].食品与机械,2010,26(4):87-90.  
LIANG Hualan, LEI Yanxiong, CHANG Chenxi, et al. Effect of Wrapper with PVA-Based Coating Material on Fresh-Keeping Performance of Salted Duck Egg[J]. Food

- and Machinery, 2010, 26(4): 87-90.
- [2] 梁花兰, 章建浩. 聚乙烯醇基涂膜保鲜包装材料制备及对成膜效能特性的影响[J]. 食品科学, 2010, 31(8): 77-83.  
LIANG Hualan, ZHANG Jianhao. Preparation and Film-Forming Properties of a Polyvinyl Alcohol-Based Coating Material for Food Fresh-Keeping[J]. Food Science, 2010, 31(8): 77-83.
- [3] 李 丹. 醋酸酯淀粉抗菌薄膜的制备及其性质研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2010.  
LI Dan. Study on Preparation and Properties of Starch Acetate Antibacterial Films[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2010.
- [4] 祝团结, 何 松, 段慧琴. 微胶囊脱氢乙酸钠在面包生产中的应用[J]. 现代食品科技, 2011, 27(6): 687-690.  
ZHU Tuanjie, HE Song, DUAN Huiqin. Application of Microcapsule Sodium Dehydroacetate in Bread Products [J]. Modern Food Science and Technology, 2011, 27(6): 687-690.
- [5] 李 娟, 张丽萍. 不同包装方式对蛋糕品质的影响研究 [J]. 包装与食品机械, 2010, 28(2): 17-20.  
LI Juan, ZHANG Liping. The Quality Impact Studies of Different Packaging Methods on Cake[J]. Packaging and Food Machinery, 2010, 28(2): 17-20.
- [6] 中华人民共和国卫生部. 感官分析食品颜色评价的总则和检验方法: GB/T 21172—2007[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007: 1-6.  
The Ministry of Health of People's Republic of China. The Sensory Analysis of Food Color Evaluation of General and Test Methods: GB/T 21172—2007[S]. Beijing: China Standard Press, 2007: 1-6.
- [7] 于夕娟. 分光光度法测定食品油脂中过氧化值的研究[J]. 预防医学论坛, 2009, 15(9): 860-862.  
YU Xijuan. Research on the Determination of Peroxide Value in Food Fat[J]. Preventive Medicine Tribune, 2009, 15(9): 860-862.
- [8] 中华人民共和国卫生部. 糕点 面包卫生标准: GB 7099—2003[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003: 2.  
The Ministry of Health of People's Republic of China. Bakery Health Standards: GB 7099—2003[S]. Beijing: China Standard Press, 2003: 2.
- [9] 中华人民共和国卫生部. 动植物油 酸值和酸度: GB/T 5530—2005[S]. 北京: 中国标准出版社, 2005: 5.  
The Ministry of Health of People's Republic of China. The Animal and Plant Health Oleic Acid Value and Acidity: GB/T 5530—2005[S]. Beijing: China Standard Press, 2005: 5.
- [10] 张 森, 李 博, 钱 平. 食品中油脂提取及过氧化值检测方法的优化[J]. 食品工业科技, 2011, 32(12): 497-500, 508.  
ZHANG Miao, LI Bo, QIAN Ping. Optimization for Extraction of Oil and the Determination of Peroxide Value [J]. Science and Technology of Food Industry, 2011, 32(12): 497-500, 508.
- [11] 卢 叶, 杨福馨, 张恒光. 载银抗菌剂/LDPE抗菌薄膜的制备与性能研究[J]. 包装工程, 2013, 34(11): 27-30.  
LU Ye, YANG Fuxin, ZHANG Hengguang. Preparation and Properties of Silver-Loaded LDPE Antibacterial Films [J]. Packaging Engineering, 2013, 34(11): 27-30.
- [12] 梅盛华, 张伟忠, 刘马英, 等. 碘量比色法测定食品油脂中过氧化值的研究[J]. 海峡预防医学杂志, 2000, 6(2): 48.  
MEI Shenghua, ZHANG Weizhong, LIU Maying, et al. Study on Food Grease Peroxide Value with Iodine Colorimetric Method[J]. Strait Journal of Preventive Medicine, 2000, 6(2): 48.
- [13] 中华人民共和国卫生部. 食品卫生微生物学检验菌落总数测定: GB/T 4789.2—2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008: 2-4.  
The Ministry of Health of People's Republic of China. Microbiological Examination of Food Hygiene Colony Determination: GB/T 4789.2—2008[S]. Beijing: China Standard Press, 2008: 2-4.

(责任编辑: 廖友媛)