

# 打孔包装对西兰花品质的影响

杨静, 张蕾

(天津科技大学, 天津 300222)

**摘要:** 分别在2种厚度的PP薄膜(40, 50  $\mu\text{m}$ )上以一定间距打不同数量的孔( $\phi 280 \mu\text{m}$ ), 制得了PP微孔薄膜。将PP微孔薄膜(40  $\mu\text{m}$ )制成了自立袋来包装西兰花。通过改变自立袋上微孔的位置, 观测袋内气体和西兰花叶绿素含量的变化。结果表明: 开孔位置影响袋内  $\text{O}_2$  和  $\text{CO}_2$  气体含量; 打孔数量为2个, 孔间隔2 cm, 开孔在西兰花花蕾处时, 袋内花蕾处呈低  $\text{O}_2$  和高  $\text{CO}_2$  状态, 所包西兰花的叶绿素含量最高, 西兰花最新鲜; 在环境温度一定的条件下, PP微孔自立袋的厚度、开孔位置、孔径和孔数是影响袋内气体含量的重要因素。

**关键词:** 西兰花; PP微孔膜; 微孔自立袋; 透气率

**中图分类号:** TB487; TS206 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)03-0031-04

## Influence of Perforated Packaging on Broccoli Quality

YANG Jing, ZHANG Lei

(Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

**Abstract:** The PP micro-perforated films of 40  $\mu\text{m}$  and 50  $\mu\text{m}$  thickness with different number of holes (diameter of 280  $\mu\text{m}$ ) in certain distance were prepared. Self-supporting bag was made using the micro-perforated PP film (40  $\mu\text{m}$ ) for packing broccoli. Change of gas content and chlorophyll content of broccoli was observed by altering micro-perforation's position. The experiment results showed that micro-perforation's position affect the content of  $\text{O}_2$  and  $\text{CO}_2$ ; when 2 holes separating by 2cm are punched in the broccoli bud, high  $\text{O}_2$  concentration and  $\text{CO}_2$  low concentration is produced, content of broccoli's chlorophyll is highest and broccoli is the freshest. The thickness of micro-perforated self-supporting bag, micro-perforation's position, perforation diameter and perforation number are important factors influencing gas content in the package when the environmental temperature is certain.

**Key words:** broccoli; micro-perforated PP film; micro-perforated self-supporting bag; permeability

自20世纪60年代以来,打孔膜的研究在日本、美国、英国等多国开始后,研究不断地深入,应用也日趋广泛。近些年我国在打孔膜蔬菜包装方面的研究也已经开始,起步相对较晚<sup>[1]</sup>。新鲜蔬菜用打孔膜来包装,通过打孔包装袋内外的气体交换,对保鲜和延长其货架寿命发挥着重要作用<sup>[2]</sup>。RAI D R<sup>[3]</sup>(2008)等人使用孔径为0.3 mm的2孔PP薄膜包装西兰花,和其它低氧高二氧化碳气氛环境的包装进行比较,结果表明打孔包装下的西兰花的质量较好,可以使其完好保存4 d。而后D. R. Rai<sup>[4]</sup>(2009)等人又使用打孔气调包装对西兰花进行了包装,通过对存储期内与西兰花颜色有关的属性变化的分析研究,发

现打有4个微孔的包装内的西兰花的颜色相比之下最好,仅比新鲜的西兰花颜色浅一点,其余都是黄色,这表明4个微孔的包装膜内的气调环境对于西兰花的颜色保存最为合适。于江<sup>[5]</sup>(2009)等人使用打孔膜对青椒进行包装,分别改变孔径和开孔数量,对青椒相关的质量指标进行检测,对打孔膜使用在果蔬保鲜包装上提供了有力的依据。目前研究结果表明,打孔膜对蔬菜的保鲜有着重要的作用。

打孔包装袋内的蔬菜进行呼吸作用的部位与孔的相对距离,直接影响孔外气体的交换速度,因此对于自立袋而言,应该考虑孔的位置也是一个控制包装袋内气体浓度的重要因素,但截至目前为止,关于这

收稿日期: 2011-12-03

作者简介: 杨静(1985—),女,黑龙江鹤岗人,天津科技大学硕士生,主攻包装材料与包装工艺。

方面的研究还未见报道。微孔是指能够调节包装内气体浓度的孔,目前没有非常严格的界定值。因孔径 0.28 mm 时,可以调节气体,所以称为微孔。研究自立袋上微孔的位置对内装西兰花品质的影响,重点是通过不同的打孔位置对所包装西兰花呼吸的影响,测量袋内消耗的  $O_2$  和产生的  $CO_2$  含量变化,研究自立袋上的最佳开孔位置,以达到保鲜西兰花的目的。

## 1 实验

### 1.1 材料与仪器

原材料:津博疆农贸市场选购新鲜、无病虫害和机械损伤、花球大小和成熟度一致的西兰花作为包装对象。

微孔薄膜:选用 2 种厚度的 PP 薄膜(40  $\mu\text{m}$ , 50  $\mu\text{m}$ ),用钢针( $\phi 280 \mu\text{m}$ )在面积为 88  $\text{cm}^2$  的圆形薄膜上,以一定的间距分别打出 0, 1, 2, 4, 6, 10 个孔,制得微孔薄膜。

微孔自立袋:PP 薄膜(40  $\mu\text{m}$ )制成自立袋(长 $\times$ 宽 $\times$ 高:110 mm $\times$ 70 mm $\times$ 140 mm)。袋内底部放置两翼翘起的矩形瓦楞纸托盘(长 $\times$ 宽 $\times$ 高:110 mm $\times$ 70 mm $\times$ 40 mm)。用钢针( $\phi 280 \mu\text{m}$ )在自立袋前、后面上各打对称的 2 个孔,开孔位置视研究目的而定。样品编号见表 1。

表 1 微孔自立袋编号(40  $\mu\text{m}$ )

Tab. 1 Samples of micro-perforated self-supporting bag(40  $\mu\text{m}$ )

样品编号	开孔位置
C	花蕾下方 2.5 cm 处,间距 2 cm
C1	花蕾部分,间距 2 cm
C2	花茎部分,间距 2 cm
C3	花蕾和花茎处分别开 1 孔,间距 2 cm
C4	花蕾上方 3 cm 处开 2 孔,间距 2 cm
C5	花蕾和花茎的上方 3 cm 处各 1 孔,间距 2 cm

表 2 孔数、薄膜厚度与打孔膜  $O_2$  和  $CO_2$  透过率的关系

Tab. 2 Relations between perforation number-film thickness and  $Q_{O_2}$  and  $Q_{CO_2}$

PP 薄膜厚度/ $\mu\text{m}$	$Q_{O_2}/(\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{kPa}^{-1})$	$Q_{CO_2}/(\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{kPa}^{-1})$
40	$y=1\ 672.5x+4\ 025, R^2=0.979$	$y=3\ 115x+8\ 009, R^2=0.997$
50	$y=1\ 149x+4\ 164, R^2=0.864$	$y=3\ 697.5x+12\ 455, R^2=0.867$

目与打孔膜的透  $O_2$  率的相关性在 0.99 水平上显著;与透  $CO_2$  率的相关性在 0.95 水平上显著。

检测仪器:Bruggar CDP-C 透气仪(精度:0.001  $\text{mL}/(\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot 10^5 \text{Pa})$ ),德国 Bruuger 公司;保鲜膜透气性测定仪,由国家农产品保鲜工程技术研究中心提供; $O_2/CO_2$  气体分析仪,CheckMate9900 型(精度: $O_2$  为读数的 $\pm 1\%$ , $CO_2$  为满量程的 2%),丹麦 PBI-Dansensor 公司;分光光度计 SP-752,上海第三分析仪器厂。

## 1.2 方法

### 1.2.1 微孔薄膜透气率的测定

在室温条件下,使用保鲜膜透气性测定仪,测定微孔薄膜两侧气体( $O_2$ ,  $CO_2$  的压力差达到 9%(平衡气压)时)的透氧率( $Q_{O_2}$ )和二氧化碳率( $Q_{CO_2}$ )<sup>[6]</sup>。比较 2 种厚度 PP 膜上打相同孔数时的透气性。

### 1.2.2 微孔自立袋内 $O_2$ 和 $CO_2$ 含量测定

将约 50 g 的西兰花横卧在装有纸托盘的微孔 PP 自立袋中。每隔一定时间测定微孔自立袋( $C, C_1$ )花蕾处  $O_2$  和  $CO_2$  的含量,比较微孔在自立袋上的位置对袋内气体含量的调控能力。

### 1.2.3 微孔包装西兰花叶绿素的测定

使用分光光度法<sup>[7]</sup>对贮存 6 d 后西兰花的叶绿素含量进行测定,取西兰花花蕾居中部位进行测定,比较不同开孔位置对西兰花品质的影响。

## 2 结果与讨论

### 2.1 气体分子直径与透气途径的关系

40 和 50  $\mu\text{m}$  的无孔 PP 薄膜的  $Q_{O_2}$  分别为 2 546  $\text{cm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{kPa})$ , 1 661  $\text{cm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{kPa})$ ;  $Q_{CO_2}$  分别为 7 621  $\text{cm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{kPa})$ , 4 969  $\text{cm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{kPa})$ 。将以一定的距离间隔打 0, 1, 2, 4, 6, 10 孔的 PP 微孔薄膜(40  $\mu\text{m}$ , 50  $\mu\text{m}$ )的透  $O_2$  和  $CO_2$  率数据,建立打孔数目( $x$ )与微孔膜的透氧率( $y$ )的数学关系,结果见表 2。从相关系数( $R^2$ )可知:打孔数

将孔数带入表 2 中的方程,绘制图 1。可以看出薄的微孔膜比厚的膜透  $O_2$  率要大;但是对于透  $CO_2$

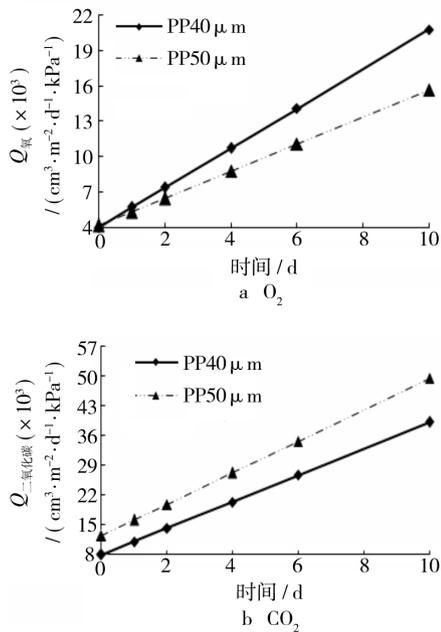
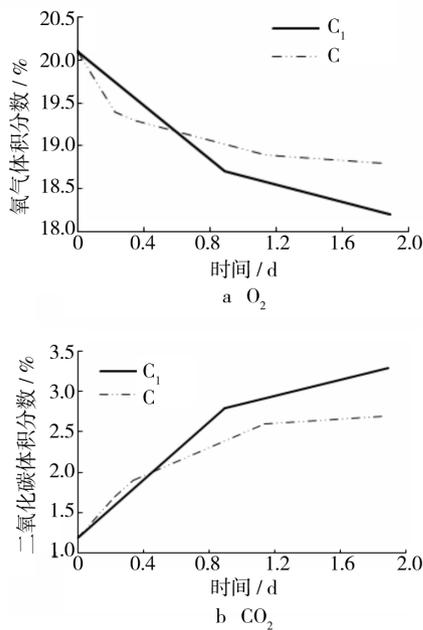
图1 孔数对微孔薄膜透 O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> 透过率的影响

Fig. 1 Effect of perforation number on

O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> permeability of micro-perforated film图2 微孔自立袋内 O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> 体积分数随时间的变化Fig. 2 Change of O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> concentration

in the micro-perforated self-supporting bag over time

率,则是薄的微孔膜比厚的要小,与非打孔膜呈现的结论相反。CO<sub>2</sub> 和 O<sub>2</sub> 分子都是直线型,但分子直径不同,分别为 0.33 nm 和 0.346 nm,CO<sub>2</sub> 分子比 O<sub>2</sub> 分子更加容易穿越孔洞和薄膜。

对于不同厚度的打孔膜,在孔径和孔数相同的情况下,当薄膜厚度达到一定值时,相对于薄的微孔膜来说,厚的微孔薄膜会成为一道阻隔性相对好的“墙”,迫使 CO<sub>2</sub> 分子走捷径(即孔洞),表现为厚的比薄的(微孔薄膜)透 CO<sub>2</sub> 率高。说明气体分子的直径是影响气体选择“主要透过途径”的因素。所以,对于具有呼吸特性的蔬菜,薄膜的厚度和孔数是影响微孔膜包装袋内 O<sub>2</sub> 和 CO<sub>2</sub> 含量的主要因素。

## 2.2 开孔位置对立体包装袋内气体含量的影响

微孔膜在使用过程中多以枕形、自立袋等包装形式出现。微孔自立袋用于西兰花的包装可使其更具展示性。在销售过程中,袋中西兰花仍在呼吸,微孔起到调节袋内氧气和二氧化碳含量的作用,从而控制西兰花的呼吸速度,达到保鲜的目的。开孔数相同,但微孔在自立袋上所处位置不同时,袋内 O<sub>2</sub> 和 CO<sub>2</sub> 的含量(体积分数)随时间的变化趋势见图 2。

由图 2a 可知,由于西兰花花蕾的呼吸作用和蒸腾作用相比花茎要旺盛,微孔开在花蕾处(C<sub>1</sub>)时,袋内 O<sub>2</sub> 消耗快,2 个孔来不及补充新鲜氧气,致使袋内

氧气含量下降的速度,比微孔开在离开花蕾处的 C 处的袋内的下降速度要快。由图 2b 可知,与 C 相比较,C<sub>1</sub> 开孔位置因西兰花呼吸增强,2 个孔来不及排出生成的 CO<sub>2</sub>,导致袋内的 CO<sub>2</sub> 含量要大。高 CO<sub>2</sub> 低 O<sub>2</sub> 有助于减慢西兰花呼吸速度,提高保鲜期。

## 2.3 开孔位置对立体包装袋内西兰花叶绿素的影响

微孔自立袋包装西兰花 6 d 后的叶绿素含量见图 3,叶绿素含量是衡量西兰花品质的重要质量指

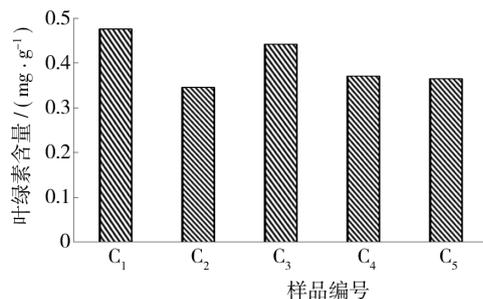


图3 微孔自立袋包装西兰花 6 d 后的叶绿素含量

Fig. 3 Content of chlorophyll of broccoli in the micro-perforated self-supporting bag after 6 days

标。实验表明,随着贮存时间的变化,西兰花试样的叶绿素含量明显下降。薄膜包装内的低氧、高二氧化碳含量能抑制叶绿素分解,有效抑制西兰花黄衰。由图 3 看出,C<sub>1</sub> 包装的西兰花叶绿素含量最高。

### 3 结论

研究表明,微孔 PP 薄膜的透气( $O_2$ ,  $CO_2$ )率与孔数呈一元线性关系,开孔位置不影响其透气率。以孔数和孔径相同的微孔薄膜制成自立袋包装西兰花,通过改变微孔与被包西兰花上起主要呼吸作用部位(花蕾)的相对位置,测定袋内  $O_2$  和  $CO_2$  气体含量随时间的变化,发现开孔位置会明显影响袋内  $O_2$  和  $CO_2$  气体含量,从而影响被包西兰花的呼吸速度及品质。

$O_2$  和  $CO_2$  透过微孔薄膜的途径有“微孔”和“薄膜”2 个。在气体压差一定时,微孔“直径”和薄膜“厚度”将影响气体选择“通过”途径。当孔径为  $280\ \mu\text{m}$  时,厚度为  $50\ \mu\text{m}$  的 PP 微孔薄膜比  $40\ \mu\text{m}$  的透  $CO_2$  率高,这与  $CO_2$  分子的直径比  $O_2$  小,且  $CO_2$  气体容易避开薄膜这道“墙”而轻易地从微孔中通过有关。

在环境温度一定的情况下,能够调节微孔自立袋内气氛的因素有孔的数量、孔与被包西兰花呼吸部位的相对位置和薄膜的厚度,它们直接影响被包西兰花的呼吸速率和品质。

#### 参考文献:

[1] 张蕾,曹菲,卢静. 孔径和开孔数目对打孔膜包装效果的影响[J]. 包装工程,2004,25(2):12-14.  
ZHANG Lei, CAO Fei, LU Jing. Study on the Effects of Apertures Diameter and Number on Package[J]. Packaging Engineering, 2004, 25(2):12-14.

[2] 杨思广,梁兴泉,唐忠锋,等. 微孔保鲜膜研究的进展[J]. 化工技术与开发,2004,33(3):29-31.  
YANG Si-guang, LIANG Xing-quan, TANG Zhong-feng, et al. Research Progress of Microporous Membranes for Keeping Fresh[J]. Technology & Development of Chemical Industry, 2004, 33(3):29-31.

[3] RAI D R, TYAGI S K, JHA S N, et al. Qualitative Changes in the Broccoli (*Brassica Oleracea Italica*) under Modified Atmosphere Packaging in Perforated Polymeric Film[J]. Journal of Food Science and Technology, 2008, 45(3):247-250.

[4] RAI D R, JHA S N, WANJARI O D, et al. Chromatic Changes in Broccoli (*Brassica Oleracea Italica*) under Modified Atmospheres in Perforated Film Packages[J]. Food Science and Technology International, 2009, 15(4):387-395.

[5] 于江,袁艳,夏业鲍. 青椒打孔膜包装的研究[J]. 包装工程,2008,29(12):98-100.  
YU Jiang, YUAN Yan, XIA Ye-bao. Study on Perforated Packaging of Green Pepper[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(12):98-100.

[6] 李家政,纪淑娟,关莹,等. 一种微孔保鲜膜透气性测定装置及测定方法[J]. 食品工业,2008(3):55-56.  
LI Jia-zheng, JI Shu-juan, GUAN Ying, et al. A Device for Measurement of Gas Permeation Rate of Micro-porous Wrapping[J]. Food Industry, 2008(3):55-56.

[7] 赵振军,刘宗岸. 茶多酚及儿茶素对人体健康的影响[J]. 福建茶叶,2006(1):38-40.  
ZHAO Zhen-jun, LIU Zong-an. Effects of Tea Polyphenols and Catechins on Human Health[J]. Tea in Fujian, 2006(1):38-40.