

## 透气性测试在果蔬保鲜领域中的应用

**摘要:** 本文简要介绍了果蔬保鲜、常用贮藏方法、及其机理, 并详细介绍了如何在低温贮藏环境中准确获得保鲜膜的阻隔性数据。

**关键词:** 果蔬保鲜, 低温, 阻隔性, 数据拟合

在购买食品时, 我们往往习惯于注重食品的保质期, 保质就是保证食品的安全性, 未超出保质期的食品可以安全食用。但是, 随着生活水平的提高, 我们开始关注自己所吃的食品是否新鲜, 于是“保鲜”的概念应运而生。所谓“保鲜”是指食品在保证安全的基础上, 还能在营养、色泽、质地和风味等方面都能得到保证, 比保质更上一个档次。

### 1 果蔬保鲜

果蔬是目前时令性最强、需求较大的农作物。很多文献都指出, 果蔬采摘后保存不当是果蔬损耗的主要原因, 然而现在果蔬季节性明显淡化是与果蔬保鲜技术的普遍运用息息相关的。

果蔬贮藏方法很多, 目前常用的保鲜或保质方法主要有: 化学保鲜, 冷冻保鲜, 抽真空高温灭菌保质, 抽真空充氮保鲜, 复合气调保鲜, 天然生物保鲜。

### 2 保鲜理论

果蔬贮藏过程中有两个主要影响因素, 即需氧菌和氧化反应, 两者均需要  $O_2$ 。因此, 要延长货架期或保持果蔬的品质, 就需要降低环境的  $O_2$  含量。然而当包装新鲜果蔬时,  $O_2$  又是必不可少的, 因为果蔬采收后必须进行呼吸作用 (如消耗  $O_2$  和产生  $CO_2$ ), 并且如果缺少  $O_2$  将进行厌氧呼吸, 这样将加速果蔬的变质。通过对贮藏环境中温湿度、氧气、二氧化碳和乙烯浓度等条件的控制, 实现抑制果蔬的呼吸作用, 减缓新陈代谢, 减少腐烂及病虫害, 减少水份丧失, 最大限度地保持果蔬产品的新鲜度和商品性, 延长贮藏期和销售货架期。

### 3 低温保鲜膜的透气性测试

目前市场上销售的保鲜膜主要有三种: PVDC、PE 和 PVC, PE 主要用于水果蔬菜等果蔬包装, PVC

和 PVDC 主要用来包装冷的熟食。依靠保鲜膜的透气性, 最大限度地利用果蔬呼吸消耗降低  $O_2$  (氧气浓度不能过低以至于果蔬进行厌氧呼吸), 提高  $CO_2$ , 抑制果蔬自身呼吸消耗, 延缓衰老, 达到保鲜的目的。

保鲜膜的应用领域与它的阻隔性参数密切相关, 选择合适的保鲜膜并结合冷藏存储是常用的果蔬保鲜方式。保鲜膜阻隔性是否合适对于控制保鲜成本以及确保保鲜质量都是至关重要的。果蔬有抗冷的, 也有怕冷的, 但是能够在常温下保存的还是少数,  $0^{\circ}C \sim 5^{\circ}C$  是常用的存储温度。除非特别指明测试条件, 我们通常获得的薄膜透气性都是在标准状态下 ( $23^{\circ}C$ ) 测得的。由于温度变化会显著影响材料的阻隔性测试 (详细介绍可参阅 2005 年 2 月 21 日兰光实验室论坛文章《温度变化对材料阻隔性的影响》), 因此常温下检测的保鲜膜阻隔性数据并不能代表它在储藏环境中的阻隔性。

尽管有些阻隔性检测设备的使用温度下限可以达到  $0^{\circ}C$  左右, 但试样和设备的状态都多少会受到低温的影响, 而且试验人员也无法在低温环境中进行试验。这样, 如何准确获知保鲜膜在低温存储环境中的阻隔性数据对于果蔬保鲜研究领域而言是一个急需解决的难点。

现在, 要获得低温下阻隔性数据可以通过 Labthink VAC-V1 的数据拟合功能轻松实现。数据拟合不是一种简单的数学估算, 而是对已有常温试验条件下的试验数据通过拟合算法求得特殊温度下的阻隔性参数值的数学计算过程。这种方法的优点是它无须在低温下进行试验, 用于拟合的数据全部可以在一般的试验条件下得到, 而且拟合功能对材料没有选择性。例如, 在通常试验环境下:  $30^{\circ}C$ 、 $35^{\circ}C$ 、 $40^{\circ}C$  (VAC-V1 的自控温功能可实现这些温度的稳定保持), 使用设备 Labthink VAC-V1 气体渗透仪检测  $125 \mu m$  厚的 PC 膜的氧气渗透性测试, 试验数据见表 1:

表 1. PC 膜测试数据

测试温度 ( $^{\circ}C$ )	$O_2$ 渗透量 ( $cm^3/m^2 \cdot 24h \cdot 0.1MPa$ )	$O_2$ 渗透系数 ( $10^{-11} cm^3 \cdot cm/cm^2 \cdot s \cdot cmHg$ )
30	608.748	11.59
35	700.118	13.33
40	753.23	14.34

由以上数据拟合得到  $0^{\circ}C$  的  $O_2$  渗透系数是  $5.62 \times 10^{-11} cm^3 \cdot cm/cm^2 \cdot s \cdot cmHg$ ,  $O_2$  渗透量是  $295.441 cm^3/m^2 \cdot 24h \cdot 0.1MPa$ 。与  $30^{\circ}C$  时 PC 膜的氧气阻隔性相比,  $0^{\circ}C$  时的阻隔性大约提高了 2 倍。将拟合得到的  $-20^{\circ}C \sim 50^{\circ}C$  ( $253K \sim 323K$ ) PC 薄膜氧气渗透量数据导入 Excel 并作图, 可得图 1。从图 1 的曲线走势可以看出随着温度的降低 PC 膜的阻隔性提高的速度逐渐减慢。

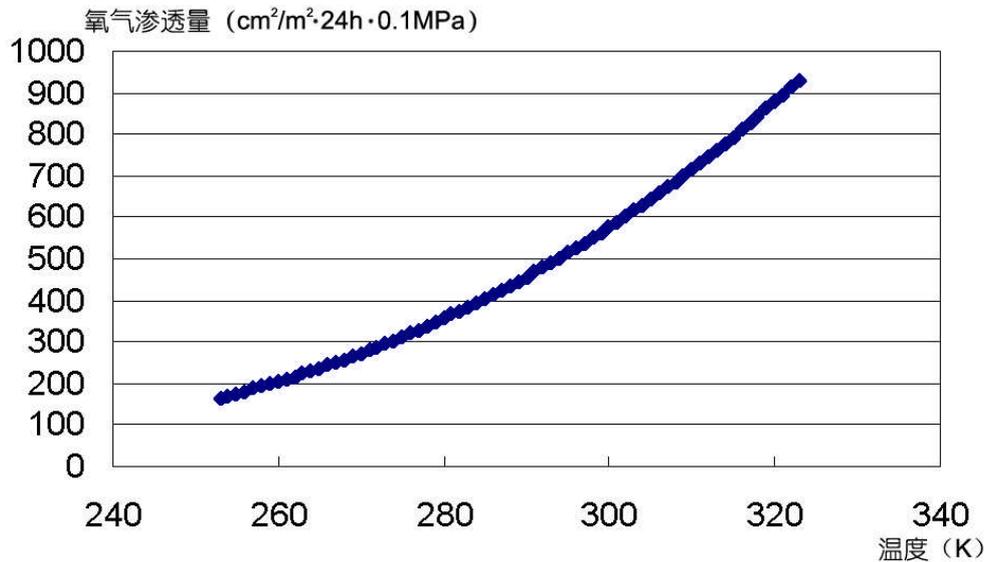


图 1. PC 膜氧气渗透量与温度的曲线

但是并非所有的薄膜在 0℃ 时的阻隔性都是 30℃ 时阻隔性的 2 倍。例如使用 VAC-V1 在 23℃、30℃、35℃、40℃、45℃ 的条件下检测薄膜 A (材质未知) 的氧气渗透性, 数据详见《温度变化对材料阻隔性的影响》, 以这些数据为基础拟合得到薄膜 A 在 0℃ 的 O<sub>2</sub> 渗透系数是  $0.0697 \times 10^{-11} \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}/\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{cmHg}$ , O<sub>2</sub> 渗透量是  $5.717 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0.1\text{MPa}$ 。可薄膜 A 在 30℃ 时的 O<sub>2</sub> 渗透系数是  $0.3150 \times 10^{-11} \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}/\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{cmHg}$ , O<sub>2</sub> 渗透量是  $25.862 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0.1\text{MPa}$ , 随着温度降低到 0℃, 薄膜 A 的阻隔性比在 30℃ 时提高了 4 倍多。

随着温度的降低, 薄膜的阻隔性一般都是呈增长趋势的, 但是增长的速度不尽相同, 有的增长的快, 也有的很平稳, 因此仅仅获得常温下的保鲜膜的阻隔性数据对整体评价果蔬保鲜的指导意义十分有限。

#### 4 总结

保鲜膜是常用的果蔬保鲜方法之一, 而且其多结合低温冷藏一起使用, 因此准确获得低温下的保鲜膜阻隔性数据对于研究保鲜机理以及保鲜效果都是十分重要的。