

CO₂ 高透性“富士”苹果保鲜膜的研制与应用

魏雯雯, 吕平, 冯建华, 徐新明, 杨相政, 贾连文

(中华全国供销合作总社 济南果品研究院, 山东 济南 250014)

摘要:以低密度聚乙烯为主料,添加轻质碳酸钙、重质碳酸钙、大豆油等功能性辅料,自制 CO₂ 高透性保鲜膜,利用该保鲜膜对“富士”苹果进行自发气调贮藏,通过测定保鲜袋内气体成分变化、果实硬度、褐变指数、乙醇含量等指标,观察该保鲜膜对“富士”苹果的贮藏效果。结果表明:3 种功能性辅料的添加总量为 10% 时,生产的保鲜膜性能达到“富士”苹果贮藏要求,可显著降低微环境中 CO₂ 浓度,保持果实的硬度、降低褐变指数和减少乙醇的积累,维持较好的果实品质。

关键词:“富士”苹果;功能性辅料;CO₂ 高透性;保鲜膜

中图分类号:S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)20-0141-03

自发气调贮藏(MA)是一种方便、无公害的果蔬贮藏保鲜技术,利用果蔬自身的呼吸代谢来降低环境中 O₂ 的浓度,提高 CO₂ 浓度,维持贮藏中果蔬的呼吸和薄膜袋的透气性之间动态平衡,因此,自发气调贮藏成败的关键在于包装材料的选择。“富士”苹果采用气调贮藏可获得最佳的保鲜效果,但“富士”苹果对环境中 CO₂ 比较敏感,要严格控制贮藏环境中 CO₂ 的浓度。当贮藏环境中 CO₂ 浓度超过 3% 时,“富士”苹果就会发生 CO₂ 伤害,失去食用价值^[1-2]。王春生等^[3]研究也认为,CO₂ 升高是“富士”苹果气调贮藏中发生气体中毒的直接原因。当 CO₂ 浓度升高到 4% 时,无论 O₂ 浓度多少,果肉均会发生褐变,当 CO₂ 浓度下降到 2% 时,褐变基本上得到控制,因此,自发气调包装材料的选择是“富士”苹果气调贮藏成败的关键。目前,可供果蔬包装的高透性薄膜并不多,一般薄膜的 CO₂ 与 O₂ 透气率之比范围为 3~6^[4],难以满足“富士”苹果等 CO₂ 敏感性果蔬的包装要求。该研究通过配方调整,改变保鲜膜对 CO₂ 的透过性,以期解决“富士”苹果贮藏过程中 CO₂ 伤害的问题。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试“富士”苹果采收于山东烟台,均为套袋果实,

采收后及时运至济南果品研究院试验冷库,0℃预冷 24 h 后备用。

1.2 试验方法

1.2.1 CO₂ 高透性保鲜膜的制备 以低密度聚乙烯为主料添加轻质碳酸钙、重质碳酸钙、大豆油等功能性辅料,采用单螺杆挤出机造粒后,再采用 Φ90 单螺杆吹塑机吹塑成 0.015 mm 厚的膜。

1.2.2 功能性辅料对保鲜膜性能的影响 将吹塑成型的保鲜膜剪成宽度为 10~25 mm、长度不小于 150 mm 的长条形试样进行拉伸强度测试,每批保鲜膜重复测试 3 次;将保鲜膜剪成圆形试样进行透气性测试,每个试样测定 5 个点,每批保鲜膜进行 3 次重复试验。

1.2.3 2 种保鲜袋对“富士”苹果贮藏效果的影响 挑选成熟度、大小、色泽一致,无病虫害、机械伤的果实,分别装入普通 PE 袋(CK)和自主研发的“富士”苹果专用 CO₂ 高透性保鲜袋(国家专利:ZL 201010502309.2)中,每袋装量为 10 kg,扎口,每处理 3 次重复,(0±0.5)℃贮藏,60 d 取样 1 次。记录 2 种保鲜袋对“富士”苹果贮藏袋内微环境气体成分、硬度、褐变指数、乙醇含量的影响。

1.3 项目测定

拉伸强度参照 GB/T 1040.3-2006 测定;透气性能参照 GB/T 1038-2000 测定;保鲜袋内气体含量采用 CheckPoint O₂ 和 CO₂ 浓度测定仪测定;硬度在果实削皮后,以 FT327 硬度计测定,测量直径为 8 mm。褐变指数:将果实切开,根据切面上的褐变面积划分褐变级别。无褐变者为 0 级,<25% 为 1 级,25%≤X<50% 为 2 级,50%≤X<75% 为 3 级,≥75% 为 4 级,褐变指数=Σ(褐变级别×果实个数)/(最高褐变级别×果实总个数)。

2 结果与分析

2.1 功能性辅料对保鲜膜性能的影响

2.1.1 功能性辅料对保鲜膜拉伸性能的影响 由图 1

第一作者简介:魏雯雯(1985-),女,硕士研究生,助理研究员,现主要从事果蔬贮藏保鲜技术等研发工作。E-mail: flying200807@163.com.

责任作者:冯建华(1960-),女,本科,研究员,现主要从事果蔬贮藏保鲜及冷链流通技术等研究工作。E-mail: jhfeng123456@163.com.

基金项目:国家公益性行业科研专项资助项目(201310243-03);国家“十二五”科技支撑计划资助项目(2012BAD38B02)。

收稿日期:2014-07-14

可以看出,功能性辅料对高透膜的纵向、横向拉伸强度影响显著,纵横向拉伸强度随填料的变化趋势基本相似,即膜的拉伸强度均随功能性辅料含量的增加而降低。当功能性辅料含量 $\leq 10\%$ 时,保鲜膜的横、纵向拉伸强度均 ≥ 10 MPa,达到 GB/T 4456-1996 要求的 LDPE 保鲜膜拉伸强度标准,当功能性辅料含量 $> 10\%$ 时,不符合国标要求。

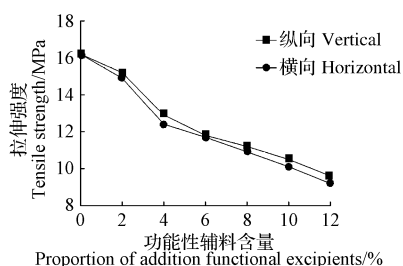


图1 功能性辅料的添加量对保鲜膜拉伸强度的影响

Fig.1 The effect of the addition functional excipients on the tensile strength

2.1.2 功能性辅料对保鲜膜透气性能的影响 课题组经过前期大量的试验证明,当保鲜膜的 CO_2 透过量 $\geq 6.5 \times 10^5 \text{ cm}^3 / (\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0.1\text{MPa})$ 时,制成的保鲜袋用于“富士”苹果贮藏,袋内微环境气体达到平衡状态时, CO_2 浓度稳定在 1% 以下。由图 2 可以看出,随着功能性辅料添加量的增加,保鲜膜的 CO_2 透过量逐渐增加,当功能性辅料的添加量为 10% 时, CO_2 透过量 $> 6.5 \times 10^5 \text{ cm}^3 / (\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0.1\text{MPa})$,符合“富士”苹果安全贮藏要求。综合考虑保鲜膜的机械性能和透气性能,3 种功能性辅料的添加总量为 10%,为 CO_2 高透性保鲜膜的最佳添加比例。

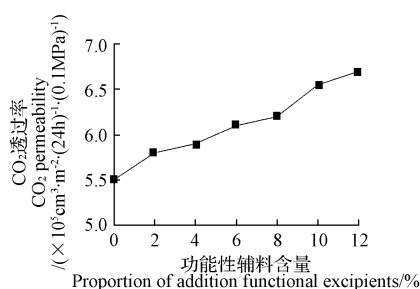


图2 功能性辅料的添加量对保鲜膜 CO_2 透过量的影响

Fig.2 The effect of the addition functional excipients on the CO_2 permeability

2.2 CO_2 高透性保鲜袋用于“富士”苹果贮藏袋内微环境气体成分的变化

以功能性辅料添加比例为 10% 时生产的 CO_2 高透性保鲜袋用于“富士”苹果贮藏,由图 3 可知,袋内 O_2 和 CO_2 8 d 左右达到动态平衡,袋内微环境 O_2 浓度维持在 17.5% 左右, CO_2 浓度为 0.1%~0.3%,符合“富士”苹果安全贮藏的气体要求。

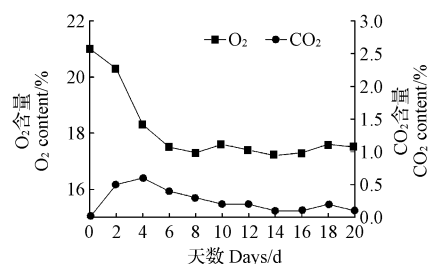


图3 CO_2 高透性保鲜袋用于“富士”苹果贮藏袋内微环境气体成分的变化

Fig.3 Changes of gas composition in microenvironment during ‘Fuji’ apple preserved with CO_2 high-permeability film

2.3 2种保鲜袋对“富士”苹果贮藏效果的影响

2.3.1 2种保鲜袋对“富士”苹果贮藏微环境气体成分的影响 由图 4 可以看出,贮藏前期包装袋内 CO_2 浓度迅速升高,6 d 左右时达到最高值,然后浓度略有下降,可能是因为包装内的气体环境抑制了果实的呼吸作用。“富士”苹果贮藏 8 d 后 CK 和高透膜 2 种包装内 CO_2 浓度达到动态平衡,分别为 3.1%~3.3% 和 0.1%~0.3%。

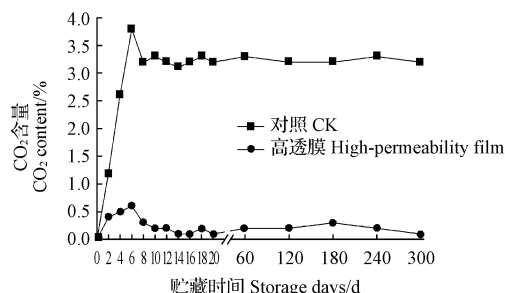


图4 2种保鲜袋对“富士”苹果贮藏 CO_2 含量的影响

Fig.4 Effect of two kinds of film on the CO_2 content of microenvironment during ‘Fuji’ apple storage

2.3.2 2种保鲜袋对“富士”苹果贮藏硬度的影响 由图 5 可以看出,随着贮藏时间的延长,“富士”苹果的硬度呈现下降趋势,贮藏前期高透膜包装可抑制果实硬度的下降,贮藏 180 d,CK 处理“富士”苹果开始出现 CO_2 伤

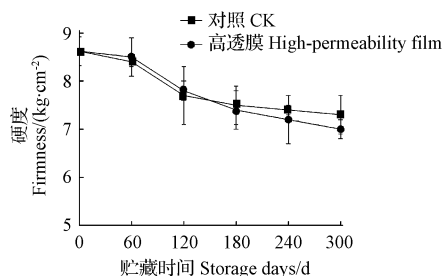


图5 2种保鲜袋对“富士”苹果硬度的影响

Fig.5 Effect of two kinds of film on the firmness during ‘Fuji’ apple storage

害现象,果实硬度下降缓慢并趋于稳定,与张培培^[5]研究结果一致,认为“富士”苹果贮藏过程中产生 CO_2 伤害,果肉不失水、不变形,即使组织坏死也保持弹性,硬度不减。而高透膜处理减轻 CO_2 伤害,贮藏 300 d,CK 和高透膜处理“富士”苹果的硬度分别为 7.3 kg/cm^2 和 7.0 kg/cm^2 ,二者差异显著($P<0.01$),能保持果实较好的感官品质。

2.3.3 2 种保鲜袋对“富士”苹果褐变指数的影响 “富士”苹果贮藏期间 CO_2 伤害症状,主要表现为果皮呈现黄褐色,下陷起皱;随着贮藏时间的延长 CO_2 伤害症状加重,进一步表现为果肉、果心局部组织出现褐变,最后病变部分的果肉失水成干褐色空腔,食之味苦,整果风味变淡,并伴有轻微发酵味。由图 6 可以看出,CK 处理“富士”苹果贮藏 180 d 开始出现褐变,随着贮藏时间延长,果实褐变指数增加,贮藏 300 d,CK 和高透膜处理果实褐变指数分别为 0.29 和 0.05,高透膜处理能显著降低“富士”苹果果实褐变指数($P<0.01$)。

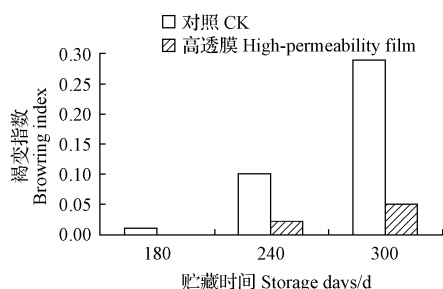


图 6 2 种保鲜袋对“富士”苹果褐变指数的影响
Fig. 6 Effect of two kinds of film on the browning index during 'Fuji' apple storage

2.3.4 2 种保鲜袋对“富士”苹果乙醇量的影响 乙醇是无氧呼吸的产物,也是判断气体伤害的主要参考指标^[6]。由图 7 可知,随着贮藏时间的延长,“富士”苹果果实中乙醇的含量逐渐增加,贮藏 300 d,CK 和高透膜处理果实中乙醇的含量分别为 2.40 mg/g 和 1.24 mg/g ,

增加了 485% 和 202%,高透膜处理可显著抑制果实中乙醇的积累,CK 处理袋中高浓度 CO_2 和低浓度 O_2 加速了果实无氧呼吸的进程,导致了无氧呼吸产物乙醇的积累。

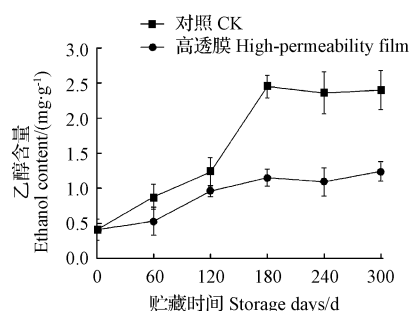


图 7 2 种保鲜袋对“富士”苹果乙醇含量的影响
Fig. 7 Effect of two kinds of film on the ethanol content during 'Fuji' apple storage

3 结论

以低密度聚乙烯为主料,添加轻质碳酸钙、重质碳酸钙、大豆油等功能性辅料,当 3 种功能性辅料的添加总量为 10% 时,生产的保鲜膜性能达到“富士”苹果贮藏要求,可显著降低微环境中 CO_2 浓度,保持果实的硬度、降低褐变指数和减少乙醇的积累,维持较好的果实品质。

参考文献

- [1] Kupferman E M. Maturing and storing Gala, Fuji and Braeburn[J]. Good Fruit Grower, 1994, 45(14): 48-50.
- [2] Curry E A. Effect of harvest date and oxygen level on storability of late season apple cultivars[C]. Proceedings of the Fifth International Controlled Atmosphere Research Conference, 1989.
- [3] 王春生,石建新,赵猛,等.红富士苹果气调贮藏参数的研究[J].华北农学报,2002,7(4):100-103.
- [4] 何松元,崔志华,黄俊彦.新鲜果蔬的气调包装技术[J].包装世界,2008(9):42-43.
- [5] 张培培.富士苹果高 CO_2 伤害敏感性与贮藏安全性研究[D].天津:天津科技大学,2010.
- [6] 关文强,陈丽,李喜宏,等.红富士苹果自发性气调保鲜技术研究[J].农业工程学报,2004,20(5):218-221.

Development and Application of CO_2 High-Permeability Preservation Film for 'Fuji' Apple

WEI Wen-wen, LYU Ping, FENG Jian-hua, XU Xin-ming, YANG Xiang-zheng, JIA Lian-wen

(Ji'nan Fruit Research Institute, China Federation of Supply and Marketing Cooperatives, Jinan, Shandong 250014)

Abstract: Taking LDPE as material that adding light calcium carbonate, heavy calcium carbonate, soybean oil and other functional additives, high CO_2 permeability preservation film was made. Using modified atmosphere package for 'Fuji' apple, fruit firmness, browning index, ethanol content were determined, the preservation effect was investigated by determination the gas composition change in package. The results showed that when the proportion of three functional additives was 10%, the performance of film was better. The film that was used for 'Fuji' apple preservation, significantly reduced the concentration of CO_2 , kept the fruit firmness, reduced the browning index and the accumulation of ethanol, maintained good fruit quality.

Keywords: 'Fuji' apple; functional additives; high CO_2 permeability; preservation film