

果蔬保鲜膜的研究进展

周 斌

(天津科技大学 包装与印刷工程学院, 天津 300222)

摘 要: 果蔬保鲜应控制包装储存环境中 O_2 和 CO_2 的体积比, 控制储存环境的相对湿度, 及时排除果蔬在包装储存中释放的乙烯、乙醇等气体。果蔬保鲜膜主要有普通保鲜膜、微孔保鲜膜、防雾功能保鲜膜、可食性保鲜膜、硅窗调气保鲜膜和抗菌保鲜膜等。在果蔬保鲜的实际应用中, 一般采用复合式保鲜法。多功能保鲜膜及可降解的无公害保鲜膜将是今后果蔬保鲜膜的发展趋势。

关键词: 果蔬保鲜膜; 微孔保鲜膜; 防雾功能保鲜膜; 可食性保鲜膜; 硅窗调气保鲜膜; 抗菌保鲜膜
中图分类号: TB484.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-7100(2012)04-0016-05

Review of Preservative Film for Fruits and Vegetables

Zhou Bin

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

Abstract: The volume ratio of O_2 and CO_2 and the relative humidity in the storage environment for fruit and vegetable packaging should be controlled in fruit and vegetable preservation process. Gases released in vegetable packaging storing such as ethylene, ethanol should be removed in time. The main types for preservation films for fruits and vegetables include ordinary plastic film, micro porous plastic film, anti-fog function plastic film, edible plastic film, silicon window plastic film, transfer gas and antibacterial film. In the practical application for fresh fruits and vegetables, composite preservation method is commonly used. Multifunction plastic film and biodegradable pollution-free plastic film will be the future trend in the development of the fruit and vegetable plastic film.

Key words: preservation film for fruits and vegetables; micro porous plastic film; anti-fog function plastic film; edible plastic film; silicon window plastic film; antibacterial film

0 引言

近年来, 随着农业结构的调整, 我国果蔬生产发展较快, 市场货源充足, 许多果蔬产品已由供应不足发展到相对过剩^[1]。目前, 我国果蔬的产后损失率达 20%~30%, 每年约有 8 000 万 t 的果蔬腐烂, 造成近 800 亿元经济损失。我国果蔬腐烂最主要的原因是保鲜不当。因此, 依靠先进的科学技术, 延长果蔬

的保鲜期, 并保证其营养质量, 是我国果蔬工业化生产的关键^[2-3]。

目前, 常用的果蔬保鲜方法主要有冷藏保鲜法、气调保鲜法、辐射保鲜法和普通保鲜膜保鲜法等。低温冷藏保鲜法依靠低温减缓果蔬的呼吸作用, 减少能量消耗, 抑制微生物繁殖, 延缓果蔬的腐败速度, 达到保鲜效果。但因受地理位置的限制, 如果储存

收稿日期: 2012-06-25

作者简介: 周 斌 (1986-), 男, 湖南株洲人, 天津科技大学硕士生, 主要研究方向为包装材料与技术,

E-mail: zhoubin_614@163.com

时间较长,果蔬会出现冻结烧伤现象,从而使果蔬色泽变化,品质降低,因此限制了其应用。气调保鲜法通过控制贮藏环境中 O_2 和 CO_2 的体积比、乙烯浓度以及温湿度等条件,抑制果蔬的呼吸作用,延缓其新陈代谢的速度,从而延长果蔬的保鲜期,但需使用高纯度惰性气体,成本较高。辐射保鲜法是一种利用射线辐照果蔬,抑制微生物的生长和繁殖,延缓果蔬的新陈代谢,从而延长其贮存期的一项保鲜技术,但该保鲜法对辐射的计量要求非常严格,设备仪器昂贵,且操作难度较大,因此,其应用受到较大限制。

上述3种保鲜技术一般都需要一定的保鲜设备,成本较高,普及性较差。研发一种简易方便、价格便宜且具有较好普及性的果蔬保鲜方法已然迫在眉睫。保鲜膜保鲜法是一种成本较低、操作简单、适用性广、性能稳定的果蔬储存保鲜方法,具有较好的市场发展前景。

1 果蔬的保鲜机理

采摘后,果蔬仍然是一个活的有机体,在储存过程中,其呼吸作用产生的大量热量若不及时去除,会使储存环境温度升高,致使果蔬新陈代谢加快,而新陈代谢的加快会加速其内部营养物质的消耗,从而导致果蔬的快速衰老及品质降低。同时,刚采摘的新鲜果蔬水分含量较高,但在储存过程中由于自身的呼吸作用及储存环境的影响,果蔬中的水分会逐渐散失,导致果蔬萎蔫,如果不能及时阻止果蔬水分的散失,将导致其品质的降低。另外,果蔬在储存过程中,释放出来的乙烯等气体将加快果蔬的成熟及衰老。

基于以上果蔬采摘后的生理及储存特点,果蔬的保鲜机理为:

1) 必须控制好果蔬包装储存环境中 O_2 和 CO_2 的体积比,大部分果蔬最适宜储存的 O_2 体积分数为2%~4%。

2) 及时排除果蔬在包装存储过程中释放的乙烯、乙醇等气体。

3) 控制果蔬包装储存环境的相对湿度。储存环境的相对湿度不宜过大,否则会导致果蔬遭病菌感染并发霉腐烂变质。大部分果蔬最适宜储存的相对湿度为70%~90%,储存在此相对湿度环境下,可减少果蔬水分的散失,保证果蔬的新鲜度。

2 果蔬保鲜膜的保鲜方法

果蔬保鲜膜主要有普通保鲜膜、微孔保鲜膜、防

雾功能保鲜膜、可食性保鲜膜、硅窗调气保鲜膜和抗菌保鲜膜等。普通保鲜膜具有透气、透湿性能较差和杀菌不理想等缺点,正逐渐被性能更优异的新型保鲜膜所取代。

2.1 微孔保鲜膜

在包装果蔬时,保鲜膜材料的透气性能必须与果蔬的呼吸强度相适应。微孔保鲜膜就是一种根据果蔬生理特性制作的薄膜,薄膜上设有一定大小和数量的微孔,孔径大约为0.01~10 μm ,这些微孔在一定条件下能改善薄膜的透气性能。微孔保鲜膜可促进包装内外的气体交换,调节 O_2 和 CO_2 的体积比,使被包装的果蔬具有良好的储存环境,从而保证其品质免受或少受影响。

美国使用无机填料高聚物拉伸技术,研发出一种新型果蔬保鲜袋^[4],该保鲜袋将天然活性陶土加入聚乙烯塑料中,这种陶土可在薄膜中形成微孔,使果蔬在储存过程中产生的气体和水能及时散发出去,从而保证果蔬的储存环境具有相对恒定的湿度,以抑制微生物的繁殖,使用这种保鲜袋对果蔬进行保鲜处理,果蔬的保鲜期能延迟1倍以上。储存环境中 O_2 的体积分数与甜樱桃的呼吸强度密切相关,当 O_2 体积分数低于10%时,果实呼吸速率急剧降低。国内外的一些研究结果表明,当 O_2 体积分数为3%~5%时,甜樱桃的储存保鲜效果较好。虽然甜樱桃对 CO_2 的体积分数不敏感,但其各个品种对 CO_2 体积分数的要求也不相同,在 CO_2 体积分数为12%的条件下,Burlat 樱桃容易腐败,保鲜效果不好^[5]。

微孔保鲜膜可改变包装环境中 O_2 和 CO_2 体积比,以适应果蔬的呼吸强度,具有优良的透气性能,且其生产成本较低,因此受到人们的广泛关注,发展前景较好。

2.2 防雾功能保鲜膜

在包装储存过程中,果蔬因新陈代谢所产生的水汽在温度波动时会结雾,为了防止结雾现象的产生,可在果蔬保鲜膜中添加防雾剂。防雾剂是一种带有亲水基团的表面活性剂,如聚乙二醇、硬脂酸、多元醇等,防雾剂一般都带有疏水基团和亲水基团,如一OH,一COOH。将蔗糖酯、聚乙二醇、单甘酯等表面活性物质按照一定的配比混合后加入基材膜中,制得防雾功能保鲜膜。该保鲜薄膜在包装储存果蔬时,其含有的防雾剂就会渗析出来,然后在薄膜表面形成一层单分子层,该分子层中的疏水基团向内,亲水基团向外,果蔬释放的水分凝集在薄膜表面,可使薄膜表面湿润均匀并形成水膜,不再结雾,这样,形成的水滴不会滴落在果蔬表面,可延

长果蔬的保鲜期。

在国外,20世纪50年代已开始进行防雾功能薄膜的研究,在60年代就已开始生产^[6]。日本的棚膜防雾滴技术较领先,其聚乙烯棚膜的流滴持效期一般在3~6月,对消除棚内雾气作用较为明显^[7]。国内塑料棚膜的研制工作始于20世纪80年代,目前已取得了一定成绩。2007年,胡静等^[8]研发出透明亲水丙烯酸树脂防雾材料,具有防雾效果较好、工艺简单等优点。

2.3 可食性保鲜膜

可食性保鲜膜是一种采用天然可食性原料如糖类、淀粉、蛋白质,并添加一些成膜助剂制备出涂布液,在果蔬表面涂覆成膜的保鲜膜,具有良好的拉伸性能、耐折性能、水不溶性能及透明度,且透气率较低^[9]。调节涂布液的组分,改变涂覆工艺条件,可制得与不同果蔬呼吸强度相适应的保鲜膜,从而控制果蔬呼吸环境中 O_2 与 CO_2 的体积比及湿度,达到自发气调保鲜的目的。

近年来,淀粉可食性包装膜在成膜材料、成膜工艺和增塑剂研究应用方面取得了重要进展。代亨燕等^[10]采用壳聚糖、魔芋精粉、改性 SiO_2 、海藻酸钠、魔芋精粉、羧甲基纤维素钠(carboxyl methyl cellulose, CMC)等原料,制得鲜椒专用复合保鲜膜,保鲜效果较好。

复合型可食性保鲜膜是当前可食性保鲜膜的发展趋势,它由多种可食性原料(如蛋白质、多糖、脂肪酸等)按不同配比制作而成。复合保鲜膜的保湿性能跟薄膜中脂肪酸分子量的大小有关,分子量越大,其抑制水分散失的性能越佳。同时复合薄膜的透明度、机械强度、印刷性能、阻气性能、阻水性能、耐湿性能等也与薄膜中的多糖、脂肪酸、蛋白质等的种类和含量相关,因此,可调节薄膜组分,制得满足不同果蔬包装要求的复合保鲜膜。

赵玉清等^[11]以不同的绿色有机酸溶解壳聚糖(chitosan, CTS)作为复合薄膜保鲜剂,通过草莓保鲜包装效果评价,筛选出保鲜效果优异的2类壳聚糖溶剂(乳酸和柠檬酸);然后,分别用微量元素 Mn^{+} 与之复合,制备出柠檬酸-CTS- Mn^{+} 和乳酸-CTS- Mn^{+} 复合保鲜剂,并以其对草莓进行涂膜保鲜;其后,对常温与冷藏条件下草莓中的各种营养成分进行跟踪测定与对比,筛选出对草莓保鲜效果最好的可食膜保鲜剂。

可食性果蔬保鲜膜制作工艺简单,保鲜效果较好,易降解,且可食用,是一种环保的果蔬保鲜膜,在果蔬保鲜领域具有较好的开发潜力。

2.4 气体选择透过保鲜膜

气体选择透过保鲜膜是利用分子筛的原理,使薄膜的孔径(材料分子间隙)大于某些气体分子的直径,以使薄膜能选择性透过一些直径较小的气体。在保鲜储存时,主要选择透过不利于果蔬储存的气体,同时留下有利于果蔬储存的气体,以调节包装袋内 CO_2 和 O_2 的体积比,抑制果蔬的呼吸作用,使果蔬处于一种低消耗状态,降低果蔬营养物质的消耗,从而达到保鲜的目的。在对果蔬进行保鲜包装时,应根据果蔬品种的不同,选择与其透气性能相适宜的薄膜为保鲜膜基材,并结合适宜的保鲜剂,从而达到最好的保鲜效果。

硅窗调气保鲜膜是一种常见的气体选择透过保鲜膜,它是通过在普通保鲜膜上粘贴一个可以调节透气性能的硅胶膜而制成的。硅橡胶的透气性能优良,可根据果蔬的呼吸强度调节硅胶膜的大小,使薄膜的透气性能与果蔬的呼吸强度相适应,以达到保鲜的效果。

潘超然等^[12]研究了硅窗气调保鲜膜对锥栗果实的储存效果。用此保鲜膜包装锥栗并储存在低温条件下,可降低锥栗果实的呼吸强度,减少果实的水分流失,减少果品中营养物质含量的损失,并降低锥栗的腐烂率,从而保持果品的新鲜度,达到延长锥栗果实储存保鲜期的目的。李铁华等^[13]研究了硅窗调气保鲜膜对茶树菇的储存保鲜效果的影响。结果表明,与普通气调保鲜膜相比较,硅窗气调保鲜膜对茶树菇包装环境中 CO_2 和 O_2 体积比的调节效果较好。当包装储存温度为3℃,硅窗大小为0.9 cm²以上,或包装储存温度为7℃,硅窗大小为1.2 cm²以上时,基本上可抑制厌氧呼吸,从而保证茶树菇的储存品质,延长其储存保鲜期。

2.5 抗菌保鲜膜

抗菌保鲜膜是一种在保鲜膜的制备过程中,将安全有效的抗菌物质加入膜内,使其在包装储存果蔬时通过抗菌物质的缓慢释放和光催化等作用,达到抑菌、保鲜作用的功能薄膜。这些抗菌物质包括无机抗菌剂、植物精油等。

2.5.1 无机抗菌剂保鲜

目前,国内抗菌剂研究的主要方向为无机抗菌剂研究。李喜宏等^[14]以低密度聚乙烯(low density polyethylene, LDPE)为基材膜制备保鲜膜时,将含银系纳米材料母粒加入其中,经吹塑,制备出一种纳米粒直径为40~70 nm的纳米防霉保鲜膜。试验效果表明:在已接种灰霉菌的马铃薯葡萄糖琼脂培养基中,将滤纸圆片在质量分数为4%的银系纳米母粒

浸提液中浸泡,于26~28℃恒温培养条件下进行处理,其最大抑菌效率较对照组有所提高,含质量分数为4%的银系纳米材料保鲜膜制品的最大抑菌效率提高了67.9%。韩永生等^[15]将一种含有 Ag^+ 和 Zn^{2+} 的抗菌沸石,通过填充改性的方法加入薄膜基材中,制备出抗菌薄膜,并研究了该抗菌薄膜的抗菌效果。国外,有关研究将银掺杂在混合了 SiO_2 的透明薄膜中,在玻璃基板上,采用溶胶凝胶法,生产出一种抗菌薄膜,该薄膜具有较好的抗菌性能^[16]。

2.5.2 植物精油保鲜

近年来,国内外研究者通过提取植物中的物质,制备果蔬保鲜膜,进行延长果蔬货架期和储存保质期的研究。目前,已发现40多个科的1000多种植物提取物具有抗菌活性,Grange等经过研究认为,大约有2400种植物具有抑制有害生物的活性^[17]。牛至、肉桂、丁香、八角、百里香等植物中提取的抑菌成分可抑制水果表面常见微生物的生长。将牛至的水蒸气蒸馏提取物与壳聚糖复合,以其对葡萄进行涂膜保鲜,效果较好^[18]。将丁香酚或百里香酚加入气调包装中,制得的活性包装用以储存葡萄,葡萄的储存保鲜期可达56d^[19]。使用天然抗菌化合物与气调包装相结合制得活性包装的保鲜技术安全、环保,能够延迟果蔬成熟,改善果蔬品质,这种活性包装技术在食品保鲜领域具有较好的发展前景^[20]。近年来,越来越多的科研工作者开始研究利用植物精油对果蔬进行保鲜,但是,目前还较少见产业化的植物精油水果保鲜膜,因此,植物精油保鲜膜的研发具有较好的市场前景。

3 结语

果蔬保鲜膜保鲜法是一种简易、方便、有效的储存保鲜方法。不同的果蔬,其保鲜条件也不相同,单一的保鲜膜只能简单地抑制影响果蔬的某种因素,而不能控制其他因素对果蔬保鲜的影响。因此,采用单一保鲜膜进行保鲜包装,仍然会导致果蔬保鲜效果不佳,而且保鲜膜的保鲜效果和温度的关系密切相关,如仅依靠单一的保鲜膜对果蔬进行保鲜,其效果是难以达到要求的。在果蔬保鲜的实际应用中,往往采用多种保鲜膜来包装储存果蔬。这种复合式保鲜法能较好地抑制影响果蔬品质的各种因素,从而达到较好的保鲜效果。

对某种特定果蔬进行保鲜时,需要了解在储存过程中影响该果蔬品质的最主要因素和其他各种次要影响因素,从而选择适宜的保鲜方法。为了满足

果蔬特定的保鲜要求,多功能保鲜膜的研发将是果蔬保鲜膜研究的主要发展趋势。同时,需要注意保鲜价值的问题,在对果蔬进行保鲜时,应尽可能减少保鲜包装成本,考虑其经济效益。另外,还应注意保鲜包装的环保性,可降解的无公害保鲜膜将是今后果蔬保鲜膜的发展趋势。

参考文献:

- [1] 王 薇,宋 华,金小花.果蔬的保鲜方法[J].食品与药品,2005,7(3):56-58.
Wang Wei, Song Hua, Jin Xiaohua. Fresh Keeping Way for Fruit and Vegetable[J]. Food and Drug, 2005, 7(3): 56-58.
- [2] 赵永飞.果蔬保鲜大有可为[J].农家参谋,2004(4):25.
Zhao Yongfei. Promising Fresh Fruits and Vegetables[J]. The Farmers Consultant, 2004(4): 25.
- [3] 汪国超,徐伟民,张 麟.果蔬保鲜方法的研究进展[J].包装学报,2011,3(4):57-61.
Wang Guochao, Xu Weimin, Zhang Lin. Advance in Preservation Methods of Fruits and Vegetables[J]. Packaging Journal, 2011, 3(4): 57-61.
- [4] Ballantyne A. Modified Atmosphere Packaging of Broccoli Florets[J]. International Journal of Food Science and Technology, 1988, 23(4): 353.
- [5] Remón S, Ferrer A, Negueruela A I, et al. The Effect of CO_2 and O_2 on the Quality of Burlat Cherrys[J]. Acta Hort, 2001, 553: 665-667.
- [6] 陆桂娜,李树材.无机纳米粉体改性聚乙烯防雾滴膜[J].合成树脂及塑料,2004,21(3):51-54.
Lu Guina, Li Shucai. Study on Anti-Fog Films of Polyethylene Modified with Inorganic Nano-Powders[J]. China Synthetic Resin and Plastics, 2004, 21(3): 51-54.
- [7] 王金雁,周立国,张文建.聚乙烯棚膜用滴流剂、消雾剂的研究现状和发展前景[J].应用化工,2008,37(1):97-100.
Wang Jinyan, Zhou Liguang, Zhang Wenjian. Study on Research Status and Development of Anti-Dripping and Antifogging Agent of Agricultural Polyethylene Greenhouse Film[J]. Applied Chemical Industry, 2008, 37(1): 97-100.
- [8] 胡 静,楼白杨.透明亲水丙烯酸树脂防雾材料的制备及应用研究[J].塑料工业,2007,35(12):56-58.
Hu Jing, Lou Baiyang. Research on Preparation and Application of Transparent Hydrophilic Antifogging Acrylate Resin[J]. Plastic Industry, 2007, 35(12): 56-58.
- [9] 汪学荣,陈宗道.可食性包装膜的研究进展[J].食品科技,2002(4):4-6.
Wang Xuerong, Chen Zongdao. Study Progress on Edible

- Packaging Films[J]. Food Technology, 2002(4): 4-6.
- [10] 代亨燕, 刘春梅, 谭书明. 可食性鲜椒专用保鲜膜特性及其抗菌效果初探[J]. 中国调味品, 2009, 34(7): 61-64.
- Dai Hengyan, Liu Chunmei, Tan Shuming. Study on Fresh Hot Pepper's Special-Used Fresh-Keeping Edible Film and Its Characteristics[J]. China Condiment, 2009, 34(7): 61-64.
- [11] 赵玉清, 张云霞, 郑兆艳, 等. 壳聚糖复合物的制备及草莓保鲜研究[J]. 食品科学, 2004, 25(10): 336-338.
- Zhao Yuqing, Zhang Yunxia, Zheng Zhaoyan, et al. The Preparation of Chitosan Complex and the Study of Keeping Strawberry Fresh[J]. Food Science, 2004, 25(10): 336-338.
- [12] 潘超然, 林河通, 陈锦权. 锥栗低温硅窗气调贮藏的研究[J]. 农业机械学报, 2006, 37(8): 102-106.
- Pan Chaoran, Lin Hetong, Chen Jinquan. Study on Low Temperature and Controlled Atmosphere Storage with Silicone Rubber Window Pouch of Chinquapin[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2006, 37(8): 102-106.
- [13] 李铁华, 张 慇. 硅窗气调包装保鲜贮藏茶树菇呼吸特性与贮藏品质的研究[J]. 食品与机械, 2007, 23(1): 39-43.
- Li Tiehua, Zhang Min. Study on the Respiration and Quality Change of the Stored Agrocybe Chashugu with Silicon Gum Film Window for Modified Atmosphere Packaging[J]. Food and Machinery, 2007, 23(1): 39-43.
- [14] 李喜宏, 陈 丽, 关文强, 等. PE/Ag纳米防霉保鲜膜研制[J]. 食品科学, 2002, 23(2): 129-132.
- Li Xihong, Chen Li, Guan Wenqiang, et al. Study on Processing PE Added with Ag Contained Nano Material for Protection against Mould[J]. Food Science, 2002, 23(2): 129-132.
- [15] 韩永生, 孙耀强, 高留意, 等. 抗菌保鲜膜的研究与应用[J]. 食品工业科技, 2005, 26(4): 146-147.
- Han Yongsheng, Sun Yaoqiang, Gao Liuyi, et al. Study and Application of the Antibacterial Fresh-Keeping Film [J]. Science and Technology of Food Industry, 2005, 26(4): 146-147.
- [16] Tatar P. Antibacterial Thin Films on Glass Substrate by Sol-Gel Process[J]. Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials, 2007, 17(3): 525-533.
- [17] 吴钜文, 陈建峰. 植物源农药及其安全性[J]. 植物保护, 2002, 28(4): 39-41.
- Wu Juwen, Chen Jianfeng. Botanical Pesticides and Security[J]. Plant Protection, 2002, 28(4): 39-41.
- [18] 刘光发. 八角茴香提取物对甜樱桃保鲜效果的研究[J]. 食品科技, 2010, 35(5): 186-190.
- Liu Guangfa. Study on Preservation Effect of Star Anise Extract on Sweet Cherry[J]. Food Science and Technology, 2010, 35(5): 186-190.
- [19] Valero D. The Combination of Modified Atmosphere Packaging with Eugenol or Thymol to Maintain Quality, Safety and Functional Properties of Table Grapes[J]. Postharvest Biology and Technology, 2006, 41(3): 317-327.
- [20] Maria Serrano. The Addition of Essential Oils to MAP as a Tool to Maintain the Overall Quality of Fruits[J]. Trends in Food Science & Technology, 2008, 19(9): 464-471.

(责任编辑: 徐海燕)

