

# 功能性纸质材料在水果保鲜中的应用

沙力争<sup>a</sup>, 肖功年<sup>b</sup>, 赵会芳<sup>a</sup>

(浙江科技学院 a. 轻工学院; b. 生物与化学工程学院, 杭州 310023)

**摘要:** 延长水果的储藏寿命主要通过保鲜技术来实现, 新型保鲜剂、新型保鲜材料及保鲜方法的研究是水果保鲜技术的研究热点。今介绍水果物理法保鲜和化学法保鲜技术的应用现状及存在问题, 分析纸质材料在水果保鲜领域的研究应用情况和新型保鲜纸板及纸箱的研究进展。重点探讨利用废纸为主要原料, 通过表面涂布技术制作的集保鲜包装和储运包装功能于一体的保鲜纸板及纸箱的保鲜机理、功能特点和应用前景。

**关键词:** 水果保鲜; 功能纸板; 保鲜技术

**中图分类号:** TB484.1; TS255.3

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1671-8798(2010)06-0507-05

## Application of functional paper materials in fruit fresh-keeping

SHA Li-zheng<sup>a</sup>, XIAO Gong-nian<sup>b</sup>, ZHAO Hui-fang<sup>a</sup>

(a. School of Light Industry; b. School of Biological and Chemical Engineering,  
Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China)

**Abstract:** Fresh-keeping technology is usually used to prolong fruit storage life. And novel fresh-keeping agents, fresh-keeping materials and fresh-keeping methods are the research hotspot in the fruit fresh-keeping area. We introduce the application situation and problems existed in physical and chemical fruit fresh-keeping technologies, and analyze the application of paper materials in the fruit fresh-keeping area as well as research progress of new fresh-keeping cardboard and carton. The study focuses on fresh-keeping mechanism, function features and application prospects of fresh-keeping cardboard and carton which is mainly made from waste paper and produced by the surface coating technology and used to fresh-keeping packaging and shipping package.

**Key words:** fruit fresh-keeping; functional cardboard; fresh-keeping technology

**收稿日期:** 2010-03-19

**基金项目:** 浙江省重大科技专项和优先主题计划项目(2009C12013)

**作者简介:** 沙力争(1970—), 男, 浙江宁波人, 副教授, 硕士, 主要从事特种纸及造纸湿部化学的研究。

据统计,中国每年约有 8 000 万 t 的水果腐烂<sup>[1]</sup>,该数据居世界榜首,这种情况严重影响了果农的增收。其中,造成水果腐烂损失最重要的原因是保鲜无术。在发达国家,借助有效的储藏保鲜技术,可使果蔬的产后损失率降至 1.7%~5%<sup>[2]</sup>,远远低于中国水果高达 20%~25%的损失率。由此可见,中国的水果保鲜技术领域还有很大的潜力可挖。保鲜是水果产业链中极重要的环节,同时也是国内外水果产业的研究热点,目前取得的一些成果主要集中在新型保鲜剂、新型保鲜材料及方法等研究。纸质材料在水果的保鲜中已获得较广泛应用,尤其是一些功能性纸质保鲜材料开始得到高度重视。本文主要介绍功能纸板及纸箱在水果保鲜包装和储运包装中的应用前景。

1 水果的保鲜技术

采收后的水果仍是一个生命的有机体,其新陈代谢活动都与水果鲜度密切相关,影响和制约着水果的储藏寿命。国内外研究者对水果保鲜的技术处理着重于:减少失水,抑制生物呼吸作用和细菌生长,除去促使水果老化的乙烯气体等。目前水果保鲜主要有物理方法和化学方法两类。

1.1 物理法保鲜

1.1.1 物理法保鲜机理

影响水果新陈代谢活动及储藏效果的主要外界因素有温度、气体组分和湿度。低温可以抑制水果呼吸和其他的代谢活动,从而延长水果储藏时间。气体组分对水果保鲜也有重要影响,降低周围环境中氧气含量、增加二氧化碳含量可以减缓新陈代谢速度;另外,保持一定的湿度,减少水分损失,对于保持水果鲜度和质量同样起着重要的作用。所以物理法保鲜的机理是通过物理参数的改变来控制影响水果新陈代谢的温度、气体组分和湿度等外界因素而实现保鲜。

1.1.2 物理法保鲜特点

常用的物理保鲜方法主要有:低温储藏、气调储藏、减压储藏、电磁辐射储藏等。较先进的物理保鲜技术主要有临界低温高湿保鲜、臭氧气调保鲜、低剂量辐射预处理保鲜、高压保鲜等<sup>[3]</sup>,这些物理的保鲜方法虽然具有较好的保鲜效果,但是一般需要专门的设备,投资大、操作复杂、运行费用高、大范围第一时间内使用有很大的困难。尤其是中国具有广阔的农村,果园面积相对小而分散,水果采后至物理法保鲜处理的流通过程中已有部分水分和养分流失而影响其品质,所以物理法保鲜技术不适合水果采后第一时间的保鲜。

1.2 化学法保鲜

1.2.1 化学法保鲜机理

化学法保鲜技术应用较广泛,其机理主要是利用杀菌保鲜剂喷洒于水果表面,或直接浸泡水果,或在其表面涂上一层保鲜涂膜,达到抑制水果呼吸或杀菌防腐的作用。

1.2.2 化学法保鲜特点

用于水果保鲜的杀菌防腐剂主要有硼砂、碳酸钠、二氧化硫、邻苯基酚钠、促丁胺、联苯、氨及胺化合物、苯并咪唑类杀菌剂、噻菌灵、多菌灵和甲基托布津等<sup>[1]</sup>。如用联苯、抑霉唑等杀菌剂处理,可起到很好的保鲜效果,其对果蔬中常见的青霉病、绿霉病<sup>[4-6]</sup>等有很好的防治作用,主要用于柑橘、葡萄、草莓等水果的保鲜<sup>[7-9]</sup>。杀菌剂通过杀灭细菌达到防腐保鲜的目的,但由于其本身具有生物毒性效应,故其在水果中的残留会直接影响食用者的健康。涂膜保鲜剂常用多糖类蔗糖脂、聚乙烯醇、蜡、中草药及壳聚糖化合物等。研究表明,壳聚糖是一种具有较强的抑菌抗菌作用和保鲜能力的防腐剂。用壳聚糖在水果表面涂膜,具有较好的抑制过氧化酶和多酚氧化酶的活性,能显著提高维生素 C 的保存率和减缓果肉组织中营养物质的消耗和水分的蒸发,延长水果的储存期<sup>[10-14]</sup>。国内一些研究单位曾利用蔗糖酯的成膜、乳化抑菌等作用对桃子进行涂膜保鲜,也取得了较好的保鲜效果<sup>[15-16]</sup>。浸渍法和涂膜法保鲜由于大量使用化学物质,且全是接触型保鲜,对人体健康存在较严重的安全隐患,不属于绿色保鲜包装。在对食品卫生更加严格要求的当今世界,浸渍法和涂膜法将会逐渐趋向于绿色环保,如近年来国外也研究出了一些新型浸渍或涂膜型

保鲜剂,如:复合维生素 C 衍生物保鲜剂、磷蛋白类高分子蛋白质保鲜膜等,但由于成本的大幅提高并不适合大规模使用。对中国的果农来说,由于生产成本及操作的限制,多数水果没经过采摘后第一时间的保鲜处理,浸渍法和涂膜法也是在水果经流通渠道至加工或经销商时才进行大规模的保鲜处理,而此时已失去第一保鲜时间,水果的水分及养分已有部分流失,且浸泡后需干燥等处理,此一系列过程水果会失去部分营养成分而影响其品质。

2 保鲜纸在水果保鲜中的应用

2.1 保鲜纸的保鲜机理

将保鲜剂混入或涂布于纸质基材并制成各种保鲜纸或纸袋后包装水果,也是一种较常用的保鲜方法。其机理是利用保鲜纸或纸袋中的保鲜剂对水果进行防腐杀菌或在相对密封的小空间内控制水果周围的气氛环境而起到保鲜作用。

2.2 保鲜纸的应用

保鲜纸或纸袋的基材主要是 50~80 g/m<sup>2</sup> 的各类包装纸、书写纸等,保鲜剂常用杀菌类和气氛控制类两类。如二氧化硫保鲜纸、电气石保鲜纸、中草药保鲜纸、活性炭保鲜纸等均采用上述保鲜机理。日本高知县纸业试验场发明了一种保持采摘后西红柿、水果鲜度的保鲜纸,该保鲜纸在造纸工序中加入活性炭,活性炭粒子固有磷酸、碘酸钾能使水果放出的乙烯气体惰性化,控制水果的成熟<sup>[17]</sup>。国内杨寿清用 AF 型气氛保鲜纸包裹的无锡水蜜桃,在常温下能显著延长无锡水蜜桃的保藏期<sup>[18]</sup>。德力格尔桑等采用普通白纸擦以混有复合杀菌剂的蜡液制成水果保鲜纸,通过对几种水果的反复试验,发现有明显的保鲜效果<sup>[19]</sup>。景宜等在牛皮纸袋和聚乙烯塑料薄膜之间加入一定量的保鲜剂,制成复合保鲜纸袋,当水果装进纸袋,该保鲜剂在密闭的纸容器中能均匀放出一定量的二氧化硫或山梨酸气体,可保持水果的新鲜口味<sup>[20]</sup>。保鲜纸和纸袋有较好的保鲜效果,但由于生产过程较复杂,且使用时需逐个套袋包装,有操作不方便、耗时、成本高等缺点。

3 功能纸板和纸箱保鲜技术

3.1 功能纸板和保鲜

水果采后需经过运输和储存 2 个主要的流通环节,如用发泡塑料箱、竹框、纸箱等包装后运输和储存,其中发展最快的是用瓦楞纸箱包装和运输。上述经化学法保鲜或纸和纸袋保鲜的水果仍需瓦楞纸箱或发泡塑料箱进行包装运输和储存,增加了保鲜和包装的程序及成本。而更多的水果是没有经过处理,直接用保鲜功能非常有限的普通瓦楞纸箱包装的,不利于水果的保鲜。近年来,一些新型功能性保鲜纸板和纸箱的研究和开发为水果的保鲜提供了更好的选择,既具有保鲜功能同时又能满足储藏和运输需要的一体化的功能性保鲜纸箱是水果保鲜包装发展的主要趋势。功能性保鲜纸板一般以废纸纤维(植物纤维)为主体原料,其来源丰富且具有可再生性,可多次重复循环使用,也可生物降解,相比聚苯乙烯(EPS)类发泡塑料具有优越的环境相容性。

3.2 功能纸板和纸箱的保鲜机理

功能纸板及纸箱保鲜的原理是通过箱内水果调节气氛、抑制微生物防止腐烂、降低呼吸强度和防止氧化等多种作用而达到保持水果新鲜的目的。当今欧美及日本等发达国家都在积极研究和开发新型功能性保鲜纸板和保鲜纸箱,如通过浆内添加或表面涂布保鲜剂的方法生产功能纸板,通过优化结构设计或辅以各种助剂制造具保鲜功能的气氛调节纸箱等。在纸箱内部设置具有吸氧、吸收乙烯等功能的垫块和隔板,通过对纸箱的孔洞布置调节箱内气氛环境,通过纸箱与各种塑料薄膜的结构组合调节箱内气体含量,通过往箱内注入气氛调节剂控制水果的气氛环境等各种气氛调节技术的研究已获得了长足的进展。如 D. Valero 等研究者将李子、柿子等水果装入纸箱中,将纸箱密封后,用塑料注射器注入少量乙烯控制剂 1-甲基环丙烯(1-MCP),结果表明储存过程中与熟化相关的物理化学变化都延缓了,如延迟了软化,降低了

可滴定酸及色度的变化,增加了可溶性固含量<sup>[21-24]</sup>。M. T. Pretel 等研究了葡萄、荔枝等水果在包装纸箱内二氧化碳和氧气浓度的变化对其保鲜效果的影响,结果表明在二氧化碳富集同时配置有二氧化硫发生器的环境下储存,葡萄的保存期延长;相对较高的二氧化碳浓度有利于延长荔枝的保存期<sup>[25-26]</sup>。

用浆内添加或表面涂布保鲜剂的方法生产功能纸板,用作瓦楞纸箱的内层,制成不同保鲜功能的纸箱,是水果保鲜包装和储运包装发展的主要方向之一。其保鲜机理是:在箱内形成一个微环境,利用保鲜涂层吸收促使水果老化的乙烯气体,制造一个抑制生物呼吸作用和细菌生长的环境,并通过控制水果的新陈代谢速度而起保鲜作用。保鲜纸板起保鲜作用的关键是功能性保鲜涂层,其主要成分为乙烯吸收剂及抗菌防腐剂等。乙烯是一种调节生长、发育和衰老的植物激素。水果采摘后有大量的乙烯产生<sup>[27]</sup>,乙烯量的增加能加快水果的成熟和腐烂,且仅仅 0.1 mg/L 的乙烯就能加快水果的成熟<sup>[28]</sup>。所以通过对乙烯的吸收而达到减缓水果老化成为一种重要的保鲜方法。乙烯吸收剂可以用白硅石、活性炭、沸石、高锰酸钾、溴酸钾等,如研究表明高锰酸钾对乙烯有较好的吸收作用,可延长水果的保鲜期<sup>[29-30]</sup>。抗菌可用乳酸链球菌素、纳他霉素、聚赖氨酸等较安全的生物类防腐剂。乙烯吸收剂及抗菌防腐剂可以混合后一次涂布而成,也可将 2 种主要功能组分分次涂敷于纸板表面。

### 3.3 功能纸板和纸箱保鲜的特点

功能纸板和纸箱保鲜技术的最大特点是对水果进行第一时间保鲜。果农可用保鲜纸板制作的瓦楞纸箱在水果采后的第一时间内直接入箱进行保鲜包装,无需进行另外的处理,操作方便;同时第一时间的保鲜可减少水果的脱水、保持色香味和营养成分,保证了水果的品质,这些都一般的物理法保鲜技术和化学法保鲜技术难以达到的。若结合目前广泛使用的物理保鲜技术,就可以大大延长水果的保鲜周期,不仅能使远距离运输高新鲜度的水果成为可能,而且也在一定程度上降低了水果的保鲜和储运成本。由于保鲜纸板制作的瓦楞纸箱是通过整体间接保鲜的方法,所以涂敷于纸面上的保鲜功能组分与水果的接触面积很小,减轻了水果的污染,提高了水果食用的安全性。保鲜纸板的主体材料是植物纤维,其产品使用后可回收用作造纸的原料,符合循环经济的特点,所以保鲜纸板是一种环境友好型包装材料。

## 4 结 语

总体看,国内市场的水果保鲜和储运包装仍用普通瓦楞纸箱,水果基本处于自然保鲜和储运状态,且其真正的作用主要是储运包装而非保鲜包装。利用表面涂布技术生产保鲜纸板可在造纸机上在线连续大规模生产,成本低;用其制作的瓦楞纸箱具有保鲜效果好、使用方便、便于第一时间对水果保鲜等优点。通过改变纸板的结构性能及涂料的配方,可适用于各种不同水果、蔬菜及其他农产品的包装,是一种极具市场潜力的保鲜材料。

### 参考文献:

- [1] 李新平,严丽. 水果保鲜方法及保鲜瓦楞纸箱简述[J]. 包装工程,2007,28(1):116-118.
- [2] 王薇,宋华,金小花. 果蔬的保鲜方法[J]. 食品与药品,2005,7(3):56-57.
- [3] 王仲礼. 国外水果保鲜技术研究进展[J]. 杭州食品科技,2003(2):5-8.
- [4] 蔡金术,邓菊芳. 50%抑霉唑防治椪柑储藏期青、绿霉病试验[J]. 广西热带农业,2005(5):14-15.
- [5] LÓPEZ-GARCÍA B, VEYRAT A, PÉREZ-PAYÁ E, et al. Comparison of the activity of antifungal hexapeptides and the fungicides thiabendazole and imazalil against postharvest fungal pathogens[J]. International Journal of Food Microbiology,2003,89(2):163-170.
- [6] OBAGWU J, KORSTEN L. Control of citrus green and blue molds with garlic extracts[J]. European Journal of Plant Pathology,2003,109(5):221-225.
- [7] D'AQUINO S, SCHIRRA M, PALMA A, et al. Residue levels and effectiveness of pyrimethanil vs imazalil when using heated postharvest dip treatments for control of *Penicillium decay* on citrus fruit[J]. J Agric Food Chem,2006,54(13):4721-4726.

- [8] SCHIRRA M, D'HALLEWIN G, CABRAS P, et al. Chilling injury and residue uptake in cold-stored 'Star Ruby' grapefruit following thiabendazole and imazalil dip treatments at 20 and 50°C[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2000,20(8):91-98.
- [9] STENSVAND A, CHRISTIANSEN A. Investigation on fungicide residues in greenhouse-grown strawberries[J]. *J Agric Food Chem*, 2000,48(3):917-920.
- [10] 陈春明,翁樱,庄勤标. 水溶性壳聚糖的制备及其在葡萄保鲜中的应用[J]. *食品研究与开发*, 2008,29(7):130-133.
- [11] 崔素芬,雷光鸿,李坚斌,等. 壳聚糖及其衍生物在水果保鲜上的应用[J]. *广西轻工业*, 2008(3):1-2,60.
- [12] 沈东风,孔祥东,贾之慎. 壳聚糖及其衍生物的抗菌性研究进展[J]. *海洋科学*, 2000,24(7):28-30.
- [13] 张举印,饶景萍,董晓庆,等. 壳聚糖复合涂膜对红富士苹果保鲜研究[J]. *西北农业学报*, 2009,18(5):354-358.
- [14] LI Xiao-ying, HE Jun, GE Yu-ping, et al. Study on the preservation of fresh Chinese wolf-berry fruit at room temperature by chitosan coating[J]. *Agricultural Science & Technology*, 2009,10(3):120-122.
- [15] 胡波. 蔗糖酯在食品保鲜中的应用[J]. *食品工业*, 1989(1):31-34.
- [16] 杨寿清. 无锡水蜜桃常温保鲜初步研究[J]. *无锡轻工大学学报*, 1997,16(3):39-43.
- [17] 郑咸雅. 新型水果保鲜纸安全性高[J]. *湖南包装*, 2003(2):45.
- [18] 杨寿清. AF型气氛保鲜纸常温保鲜无锡水蜜桃的研究[J]. *无锡轻工大学学报*, 2001,20(6):573-577.
- [19] 德力格尔桑,毋智深. NH825-I型高效水果保鲜纸的研制及其性能测验[J]. *内蒙古农牧学院学报*, 1995,16(1):61-65.
- [20] 景宜,宜勇钢,彭毓秀,等. 水果复合保鲜纸袋[J]. *纸和造纸*, 1999(6):45-46.
- [21] VALERO D, MARTÍNEZ-ROMERO D, VALVERDE J M, et al. Could the 1-MCP treatment effectiveness in plum be affected by packaging? [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2004,34(3):295-303.
- [22] MANENOI A, BAYOGAN E R V, THUMDEE S, et al. Utility of 1-methylcyclopropene as a papaya postharvest treatment[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2007,44(1):55-62.
- [23] CIA P, BENATO E A, SIGRIST J M M, et al. Modified atmosphere packaging for extending the storage life of 'Fuyu' persimmon[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2006,42(3):228-234.
- [24] VALLEJO Fernando, BEAUDRY Randolph. Depletion of 1-MCP by 'non-target' materials from fruit storage facilities[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2006,40(2):177-182.
- [25] PRETEL M T, MARTÍNEZ -MADRID M C, MARTÍNEZ J R, et al. Prolonged storage of 'Aledo' table grapes in a slightly CO<sub>2</sub> enriched atmosphere in combination with generators of SO<sub>2</sub>[J]. *LWT—Food Science and Technology*, 2006,39(10):1109-1116.
- [26] SIVAKUMAR D, KORSTEN L. Influence of modified atmosphere packaging and postharvest treatments on quality retention of litchi cv. Mauritius[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2006,41(2):135-142.
- [27] KIDD F, WEST C. Respiratory Activity and Duration of Life of Apples Gathered at Different Stages of Development and Subsequently Maintained at a Constant Temperature[J]. *Plant Physiology*, 1945,20(4):467-504.
- [28] BIALE J B, YOUNG R E, OLMSTEAD A J. Fruit Respiration and Ethylene Production[J]. *Plant Physiology*, 1954,29(2):168-174.
- [29] 咎琳. 关于复合型果蔬保鲜包装箱的初步研究[J]. *科技创新导报*, 2008(34):82.
- [30] YAN Li, LI Xiping. Inner Surface Coating of Corrugated Boxes for Improving Fruit Freshness[C]//WANG L, NI Y, HOU Q, et al. Second International Papermaking and Environment Conference. Tianjin: Tianjin University of Science and Technology, 2008:1035-1038.