研究进展

水果保鲜包装技术研究现状与发展

崔 爽
(重庆工商大学，重庆 400067)

摘要：介绍了气调保鲜包装技术、保鲜剂封存包装技术、低温保鲜包装技术和功能型材料包装技术的研究现状，并对水果保鲜包装技术的发展趋势进行了分析。

关键词：水果；保鲜包装；包装材料
中图分类号：TB484；TS206.6　**文献标识码**：A　**文章编号**：1001-3563(2011)15-0127-04

Research State and Development of Fruits Fresh-keeping Packaging Technology

CUI Shuang
(Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

Abstract: The research state of fresh-keeping technologies including modified atmosphere packaging, preservative packaging, low-temperature fresh-keeping packaging, and packaging using functional materials were introduced. The development trend of fruits fresh-keeping packaging technology was analyzed.

Key words: fruits; fresh-keeping packaging; packaging material

水果含有多种营养成分，是人体所需维生素、矿物质的主要来源。水果具有生物活性，采后由于生理作用及环境因素的影响很容易萎蔫、腐烂变质，导致其保存期较短。目前，国内外在水果保鲜包装领域采用的技术手段主要有物理和化学 2 大类，每一类衍生的新技术很多，各种保鲜技术的侧重点不同，但都是从控制呼吸强度、抑制微生物生长繁殖、减缓蒸腾作用和避免机械损伤等方面进行调控[1]。

1　气调保鲜包装技术

气调包装(Modified Atmosphere Packaging)简称 MAP，是采用不同于大气组成的混合气体置换包装内水果周围的空气，并利用包装材料的透气性，使水果始终处于适宜的气体环境中。气调包装内气调的建立有主动气调和被动气调 2 种方式。气调保鲜气体一般由 CO_2，O_2，N_2 和少量其它气体组成。CO_2 具有抑制大多数腐败细菌和霉菌生长繁殖的作用，是保鲜气体中的主要抑菌成分；O_2 的作用主要是抑制厌氧菌的生长和维持新鲜水果的有氧呼吸活动；N_2 在气调保鲜包装中充当平衡气体，且有一定的抑菌作用[2]。其它一些气体也可用于气调包装，如：氩气能够抑制酶的活性，降低呼吸速率，可延长水果保质期。Pietro Rocculi, Santina Romani 等人发现 90% Ar，5% O_2 和 5% CO_2 能更好的降低猕猴桃的呼吸强度，保持自然的新鲜颜色[3]。于江等人通过实验证实了氩气 MAP 能有效的抑制樱桃的腐烂[4]。

MAP 技术要达到理想的保鲜效果需依赖于以下 2 个方面：

1) 高效的气调保鲜包装设备。气调保鲜包装设备能够根据需要向水果包装内精确地充入一定比例的混合保鲜气体。气体置换率和气体混合精度误差率是设备的 2 大指标。在发达国家先进气调保鲜包装设备的标准中，要求气体置换率达到 99.5%以上，气体混合精度误差率小于 2.0%[5]。

2) 适宜的包装材料。气调保鲜包装材料必须有适宜的气体透过率。若包装材料对 O_2 与 CO_2 的透过率与水果的呼吸速率相匹配，则可使包装内维持果蔬微弱有氧呼吸的气调平衡条件，从而得到较长的保鲜期。水果气调包装常用的塑料薄膜有 PE，PP，

收稿日期：2011-05-02
作者简介：崔爽(1980－)，女，北京人，硕士，重庆工商大学讲师，主要研究方向为包装工艺和包装材料。

PVC 等。目前,对材料的研究不仅限于透气性,还有水蒸气、乙烯的移动特性、抑制微生物生长繁殖等方面,其中正在实用化的一项技术是在包装薄膜中加入碳酸钙来改善气体透过性。此外还有根据温度和气体浓度的不同以调节 O_2,CO_2 透过性的技术、微细孔技术等。美国 Landec 公司研制出一种能够随着环境温度的升高,氧气透过率也升高的薄膜,这种薄膜不仅能够自动调节 O_2 和 CO_2 渗透率之比,还有适宜的水蒸气透过率[6]。李方、卢立新采用微孔膜气调保鲜技术包装菠菜,测量菠菜在贮藏过程中,包装盒内的 O_2 含量、外观、失重率、色差及叶绿素含量的变化,发现微孔膜气调包装能够更好的维持菠菜的品质[7]。蔡佑星等人采用无机矿物质 SiO_2 填充 LDPE 薄膜包装新鲜水果,结果表明 LDPE /SiO_2 膜能有效的抑制果蔬的呼吸强度,具有良好的保鲜效果[8]。郭玉花等人用纳米分子筛保鲜膜对油菜进行气调保鲜包装,可以有效抑制油菜的呼吸作用,室温下保鲜期可达 3 d[9]。将茂金属催化剂添加到聚乙烯树脂中,可以制成较高氧气透过率、低水蒸气透过率、高强度和低热封温度的聚乙烯薄膜[10]。硅橡胶膜是由含氢硅氧烷和乙烯基聚硅氧烷在铂络合物的催化作用下涂于布基上制成的热熟化胶膜,该膜对 O_2 透过率约为 CO_2 透过率的 1/6,使包装袋内水果处于相对合理的低氧高二氧化碳的环境中,达到抑制水果呼吸的作用。硅橡胶膜无毒、无味,是可大力推广使用的低成本绿色气调包装材料[11]。

2 保鲜剂封存包装技术

保鲜剂封存包装是指将水果与保鲜剂一起包装起来,从而达到一定保鲜效果的包装。常用的保鲜剂有:乙烯脱除剂、抗菌剂、湿度调节剂、气体调节剂等。保鲜剂可以制成颗粒或粉末状,装在用布或纸制成的小袋中,同水果一起放入包装内。如:将聚丙烯酸钠包在透气性小袋与水果一起封入塑料薄膜内,当湿度降低时就能释放出先前搜集的水分以调节湿度。保鲜剂也可制成溶液,喷洒在水果表面形成药剂薄层,风干后装袋或装箱存放,通常这类保鲜剂的作用是抑制微生物生长繁殖。保鲜剂涂膜技术是目前研究的热点,该技术是将蜡、天然树脂、脂类、明胶、淀粉等成膜物质制成适当浓度的水溶液或乳液,采用浸渍、涂刷等方法涂布于水果表面,风干后形成一层不易察觉、无色透明的半透膜,一方面涂膜在水果表面形成一个半封闭的微气调环境,起到气调保鲜的作用,还可以阻止水分损失,保持果实新鲜度和硬度;另一方面涂膜可增加水果光泽,使产品档次提高,同时涂膜还对水果表皮有一定的防护作用。

保鲜剂封存包装的研究重点是保鲜剂的制备,天然保鲜剂和可食性保鲜剂是研究的重点。张继武等人以废弃物鸡蛋壳为原料,制备新型果蔬保鲜剂,经实验证明,此保鲜剂能大幅度提高水果的贮藏期[12]。目前研究的可食性膜有:壳聚糖膜、纤维素膜、淀粉膜、魔芋可食用膜、海藻酸钠膜、蛋白质膜、复合型膜等。壳聚糖对人体具有一定的生理保健功能,具有良好的生物安全性,可作为可食性包装材料使用;而且,由于具有良好的抑菌性、成膜性和和生物降解性,在水果保鲜领域也受到广泛关注[13-16]。Ghaouth A E 等人用壳聚糖涂膜处理草莓,第 21 天涂膜组腐败率仅为 1%,而对照组却高达 52%[17]。美国一项专利技术 US6162475 中,介绍把平均分子量为 2 000 ~ 80 000的乙酸聚乙烯溶解在低分子量的酒精溶液中,制成的可食性涂膜剂能够有效地阻止氧气和其它一些气体,可用于苹果、柑橘、芒果等的保鲜[18]。

3 低温保鲜包装技术

温度影响水果贮藏中的物理、生化反应,是决定水果贮藏质量的重要因素。低温可以抑制水果呼吸和其它一些代谢过程,并且能减少水分子的动能,使液态水的蒸发速率降低,从而延缓衰老,保持水果的新鲜与饱满。

要使水果在包装内保持低温状态,目前的常用方法是用制冷设备创造低温储藏环境,这种方法的缺点是能耗大且不能满足批量水果的销售。具有自身制冷和隔热功能的保鲜包装技术才是解决问题的主要途径。目前蓄冷材料和具有隔热功能的包装材料成为这方面的研究重点。以聚丙烯酸聚合并交连而得到的高分子为主要成分的有弹性的凝胶状材料,是一种高性能蓄冷材料,冷冻后可以缓慢释放能量,如果将其与隔热箱一起使用,可以取得更理想的降温效果。高凯等人研究了 5 种常见蓄冷剂中不同主储能剂及其复配后在降温过程中的温度变化规律,结果表明:蔗糖和丙三醇溶液在 -5℃以上降温速度较快,温度波动较小,稳定性良好,适合作水果蓄冷剂的主储

能剂材料[19]。具有隔热功能的瓦楞纸箱是在传统纸箱内、外包装衬上复合树脂和铝蒸镀膜,或在纸芯中加入发泡树脂,这种瓦楞纸箱具有优良的隔热性,能防止流通过程中水果自身温度的升高[20]。新型的真空绝热板也是一种高保温性材料,导热系数仅为聚氨酯的 1/9[21]。

4　功能型材料包装技术

传统的水果包装材料虽然具有一定的保鲜效果,但已明显不能满足现代市场的保鲜需要。功能型包装材料的应用进一步提高了水果的保质期。

4.1　功能型薄膜包装材料

目前研制出来的功能性薄膜主要有乙烯吸附薄膜、防露薄膜、抗菌性薄膜等[22]。乙烯吸附薄膜是在塑料薄膜中混入能捕捉乙烯的吸附性多孔物质,如凝灰石、粘土矿物、石粉等微粉末。防露薄膜是使用界面活性剂处理 PE,PP 和 PS 等材料的内表面,可吸收过量的水分。日本研制成功了一种由 2 层透水性极好的尼龙半透明膜组成,膜间装有渗透压高的砂糖糖浆的新型防露膜,用这种塑料薄膜来包装水果,能缓慢地吸收从水果表面渗出的水分,从而达到保鲜目的[23]。抗菌性薄膜是将具有抗菌性的银沸石混入膜内。许文才等人采用干式复合法制备了一种可以智能控制释放 SO_2 杀菌剂的 3 层复合包装薄膜,用其制成的保鲜袋包装葡萄,能较好的减少葡萄的水分损失,减少掉粒,抑制腐烂[24]。

4.2　功能型纸包装材料

将保鲜剂混入或涂布于纸质基材可制成各种保鲜纸。保鲜纸的基材主要是 50～80 g/m^2 的各类包装纸、书写纸等,保鲜剂常用杀菌类和气氛控制类 2 类。常用保鲜纸有二氧化硫保鲜纸、电气石保鲜纸、中草药保鲜纸、活性炭保鲜纸等。近年来中草药以其安全无毒的优点备受关注,有研究者将洋甘菊等中草药结合化学保鲜剂制成胶状涂抹于纸上,制成了中草药速效葡萄保鲜纸[25]。

瓦楞纸箱是水果采后主要的运输包装容器。功能型保鲜瓦楞纸箱的研究和开发为水果的保鲜提供了更好的选择。目前已研制的瓦楞纸箱主要有隔热功能的保鲜瓦楞纸箱、控制气体功能的保鲜瓦楞纸箱、整体渗入的保鲜瓦楞纸箱和内表面涂饰处理的保鲜瓦楞纸箱[26]。日本食品流通协会近年来研制了一种用名为“里斯托瓦尔石”(硅酸岩的一种)的石粉作纸浆添加剂的新式纸箱。由于石粉对各种气体具有良好的吸附作用,用这种纸箱贮运水果,能使水果在较长时间内保持原有的质量[27]。

4.3　功能型缓冲衬垫

水果组织娇嫩,抗挤压性能差,在流通过程中极易受到机械损伤而产生腐坏。缓冲衬垫是水果储运过程中最常用的一类保护性包装材料。功能型缓冲衬垫主要由基材和保鲜剂 2 部分组成。基材一般可选用海绵塑料、纸等柔软性和透气性材料;保鲜剂可以做成胶黏状涂布于单层基材上而后与另一层基材粘贴,也可以将保鲜剂做成独立的芯材夹在基材之中。有些保鲜剂可作为原料加入基材之中压制成垫。目前市场上绝大多数缓冲衬垫为聚苯乙烯等发泡塑料,保鲜效果有限还造成了环境污染,因此环保型缓冲衬垫研究势在必行。陈凤姐将 ClO_2 与可降解植物发泡材料用物理法复合在一起,制成了 ClO_2 防腐保鲜垫,ClO_2 能缓慢吸收环境中水分,达到长效缓释杀菌保鲜的效果。植物纤维发泡材料具有抗冲击性能好、保温隔热、可生物降解等优点[28]。

5　水果保鲜包装技术的发展趋势

保鲜包装技术是未来农业、食品工业等产业竞争能否取胜的关键手段,是未来包装科技发展的热点和重点。今后的研究工作将从以下几个方面展开:

1) 研究新的水果保鲜理论。保鲜理论是水果保鲜包装技术的基础,目前新出现的保鲜包装理论有营养补充保鲜理论、亚生命状态理论、休克休眠状态理论、环境制约理论、酶钝化理论等[29]。这些理论将进一步指导保鲜包装技术的发展。

2) 研发天然保鲜剂和功能型保鲜包装材料。传统的化学合成保鲜剂虽有较好的保鲜防腐效果,但对人体却有一定的不利影响。食用香料植物、中草药提取物等天然保鲜剂的研究越来越多地引起人们的重视。保鲜包装技术离不开包装材料,气体智能释放型保鲜材料、蓄冷材料、隔热材料、抑菌材料、适宜透气性材料、可食性保鲜材料及多功能缓冲材料等是今后研发的重点。

3) 信息化保鲜包装技术。这是一种新型的现代智能化包装技术。包装可显示包装内湿度、微生物变化、产品腐坏、气体成分等信息,通过这些信息消费者

能够了解产品的真实情况。信息化包装在法国、意大利等国的超市中已有使用。

4）综合保鲜包装技术。单一的保鲜技术，如气调保鲜、臭氧保鲜、涂膜保鲜等的研究相当广泛，且已取得一定的成果，但有时单一的保鲜技术仍不能满足商品跨地域销售，保鲜包装技术应由单一原理研究向复合研究发展，即综合型保鲜包装技术。如：气调包装、冷藏、绿色保鲜剂、天然抗菌剂等各种保鲜技术的复合研究和应用是国际保鲜的流行趋势。

参考文献：

[1] 崔爽. 果蔬保鲜包装[J]. 包装工程，2007，28(4)：185－186.

[2] 盛娜，刘晔. 果蔬气调包装(MAP)数学模型研究现状[J]. 包装工程，2009，30(1)：30－33.

[3] ROCCULI Pietro，ROMANI Santina，ROSA Marco Dalla. Effect of MAP with Argon and Nitrous Oxide on Quality Maintenance of Minimally Processed Kiwifruit [J]. Postharvest Biology and Technology，2005，35：319－328.

[4] 于江，郭嘉. 氩气 MAP 技术在樱桃保鲜包装中的应用[J]. 包装工程，2009，30(4)：4－6.

[5] 刘润平. 复合 MAP 保鲜包装设备的技术特点及其应用[J]. 农产品加工，2007(11)：44－45.

[6] MANGARAJ S，GOSWAMI T K，MAHAJAN P V. Applications of Plastic Films for Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables：A Review[J]. Food Eng Rev，2009(1)：133－158.

[7] 李方，卢立新. 菠菜微孔膜气调保鲜包装的试验研究[J]. 包装工程，2009，30(8)：22－24.

[8] 蔡佑星，何新快. LDPE /SiO_2 保鲜膜保鲜果蔬[J]. 包装工程，2008，29(7)：29－30.

[9] 郭玉花. 纳米气调包装新鲜小油菜保鲜研究[J]. 北方园艺，2008(6)：214－216.

[10] ZAGORY D，DAVIS C A. Advances in Modified Atmosphere Packaging (MAP) of Fresh Produce[J]. Perishables Handling Newsletter，1997，90：2－4.

[11] 刘士伟，王林山. 食品包装技术[M]. 北京：化学工业出版社，2008.

[12] 张继武，张道剑. 新型果蔬保鲜剂的研究[J]. 食品工业科技，2005，26(10)：120－122.

[13] 李小琴，陈霞. 果蔬涂膜保鲜剂研究进展[J]. 南方农业，2009(1)：61－63.

[14] DONG Hua-qiang，CHENG Liang-ying，TAN Jia-hou. Effects of Chitosan Coating on Quality and Shelf Life of Peeled Litchi Fruit[J]. Journal of Food Engineering，2004，64：355－358.

[15] THARANTHAN R N，KITTUR F S. Chitin-theundisputed Biomolecule of Great Potential [J]. Critical Review in Food Science and Nutrition，2003，43(1)：61－87.

[16] HELANDER I M，NURMIAHO－LASSILA E L，AHVENAINEN R. Chitosan Disrupt the Barrier Properties of the Outer Membrane of Gram-negative Bacteria[J]. International Journal of Food Microbiology，2001，71：235－244.

[17] GHAOUTH A E，ARUL J. Ant Fungal Activity of Chitosan on Two Post Harvest Pathogens of Strawberry Fruits[J]. Phytopathology，1992，82(4)：397－399.

[18] 张憋，范柳萍，王秀伟. 国内外水果保鲜技术发展状况及趋势分析[J]. 保鲜与加工，2003，3(1)：3－6.

[19] 高凯，阎瑞香，董爱平，等. 果蔬运输保鲜蓄冷剂的研制[J]. 保鲜与加工，2010，10(6)：20－23.

[20] 宗娇娜. 蔬菜水果的保鲜包装[J]. 中国包装工业，2002(7)：18－19.

[21] 刘翠娜，张双喜，周恒勤，等. 便携式蓄冷保温箱结构优化[J]. 吉林化工学院学报，2011，28(1)：29－33.

[22] 李小琴，陈霞. 蔬菜水果的保鲜包装[J]. 南方农业，2009(1)：61－63.

[23] 郭润兰. 新鲜果蔬的保鲜包装新技术[J]. 包装与食品机械，2005，23(2)：40－42.

[24] 许文才，李东力. 智能释放保鲜包装复合膜的研发与应用[J]. 中国印刷与包装研究，2010，2(11)：417－421.

[25] 沙力争，肖功年. 功能性纸质材料在水果保鲜中的应用[J]. 浙江科技学院学报，2010，22(6)：507－510.

[26] 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.

[27] 高鸿军. 国外果蔬保鲜包装新技术[J]. 农业科技与装备，2010(1)：63－66.

[28] 陈凤姐. ClO_2 防腐保鲜垫的研究[D]. 福州：福建农林大学，2009.

[29] 杨福馨. 保鲜包装的发展与未来研究[J]. 中国包装工业，2003(5)：9－11.