

# 湿冷新技术在果蔬保鲜中的应用与发展

韩耀明, 郑志勇, 傅爱华

(漳州职业技术学院, 福建 漳州 363000)

**摘要:** 湿冷技术是一项可以提供高湿低温贮藏环境的保鲜新技术。该技术适合于果蔬的预冷, 也适合于果蔬的贮运、贮藏和保鲜。具有提高冷藏果蔬品质、降低冷库运行费用和平衡电网负荷等优点, 因此推广该技术有广阔的前景。本文重点分析了湿冷技术特点、在果蔬保鲜中应用现状及前景展望。

**关键词:** 冷藏库; 果蔬保鲜; 湿冷技术; 冰蓄冷技术; 发展前景

中图分类号: TS205.7; 文献标识码: A; 文章编号: 1673-9078(2007)06-0092-03

## Application and Development of the Humidcool Technology in Preservation of Fruits and Vegetables

HAN Yao-ming, ZHENG Zhi-yong, FU Ai-hua

(Zhangzhou Institute of Technology, Zhangzhou 363000, China)

**Abstract:** Humidcool technology is a new preservation technology, which provides a high humidity and low temperature environment for precooling and refrigerated transport of fruit and vegetable. Using this technology can improve the quality of fruit and vegetable, reduced refrigerator run expenses and balanced the power grid load. Therefore, there is a promising prospect for the application of the humidcool technology. In this paper, the application and prospect of the humidcool technology were mainly introduced.

**Key words:** Refrigerator; Fruit and vegetable; Preservation; Humidcool technology; Ice-storage technology; Development and prospect

我国的果蔬消费市场庞大, 但目前果蔬生产的季节性、区域性与消费者对果蔬需求的多样性和高品质性和淡旺季节的矛盾十分突出。近几年北方地区的果蔬种植业发展较快, 农民种植果蔬的积极性较高, 南方果蔬生产和销售不均衡, 价格波动较大。但总体来讲, 保鲜技术及设施的相对落后, 在很大程度上制约了水果蔬菜的发展。要改变这种状况, 只有大力发展果蔬保鲜业, 选择适宜的果蔬保鲜技术, 果蔬种植业才有可能得到健康的发展, 果蔬业市场才能呈现良性循环。

贮藏保鲜技术和方法有许多种, 目前采用的有: 湿冷保鲜技术、气调技术、微冻技术、减压技术、辐射处理技术、空气离子保鲜技术、化学药剂处理技术等等。随着人们生活水平和购买力的提高, 对新鲜果蔬的品种、数量和品质都提出了更高的要求, 同时也对贮藏中长期采用的化学合成保鲜剂的安全性提出质疑, 使得果蔬等食品的贮藏保鲜逐步朝着注重物理方式并最大限度地保持其天然品质、食用安全、方便和低能耗贮藏方向发展。自然冷源和湿冷贮藏等

收稿日期: 2007-02-05

作者简介: 韩耀明, 副教授, 高级工程师, 研究方向: 制冷工艺与制冷工程

物理保鲜方式正是顺应这种发展而逐步得到人们的认可和重视的。

### 1 传统保鲜方法的不足

传统的保鲜方法是采用降低温度控制果蔬的新陈代谢。在贮藏果蔬的冷藏库内蒸发器冷却排管表面温度比库内空气中水蒸气的露点温度低, 当冷却排管表面温度高于 0℃时, 空气中的水分在排管上结露; 当冷却排管表面温度低于 0℃时, 空气中的水分在排管上结霜。不管是结露或结霜都使冷藏库中的空气湿度下降, 相对湿度通常不足 70%。果蔬冷藏阶段水分损失大, 容易干缩变形, 失去原有的色泽, 品质下降, 降低商品价值。另一方面水分的损失引起贮藏产品的干耗, 直接影响重量的散失, 损害了商家的经济利益。

### 2 湿冷保鲜技术的研究状况

欧美一些国家早在 70 年代中期就已经开始着手湿冷系统在果蔬保鲜方面的应用研究。1978 年英国农业工程师 R.T.林德希、M.A.尼尔等人在这方面的研究成果为这项技术的应用奠定了基础。1994 年底英国 TES 公司赠送给中国农业大学食品学院一套小型湿冷

系统的关键设备,在该校建成了第一座商业冷库,并被国家科委列为 97“火炬计划”,该冷库在长期运作中,充分体现了贮藏热带果蔬的优势。2000 年在河北献县建成的北方第一座商业冷库以盐水作为载冷剂,把库内温度降到零度以下,并使库内相对湿度仍保持在 95%左右,在冬枣的保鲜试验中,无论是好果率,还是贮藏品质,都明显优于同期的其他贮藏方式。

随着经济改革的发展,我国鲜活农产品正呈现全国大流通的格局,仅海南一处,每年就有 100 多万吨反季节瓜菜运往北方各地,在北京的农产品批发市场上,有大量来自全国各地的新鲜蔬菜和水果。不可忽视的现象是,由于缺乏必要的预冷和流通保鲜设施,鲜活农产品采后的损失浪费相当严重。据报道,从海南运往北方的瓜菜平均腐烂损失率为 30%,有时甚至整车腐烂掉,按每吨产品 2000 元的最低价格来计算,每年的经济损失达 5~6 亿元之多。马铃薯、红薯和甜玉米等的预冷保鲜,存在着同样的问题。

在果蔬冷藏保鲜领域,我国以前注重长期储藏保鲜的研究,采后预冷以及运输和营销当中保鲜的应用研究起步较晚,而新技术的研究和推广受到多种因素的制约,其中最重要的原因之一就是缺乏资金投入。果蔬生产和营销目前以个体经济为主,尽管农产品腐烂损失很大,但个体和集体经营者受眼前利益的驱动,还没有投资于果蔬预冷保鲜设施的强烈愿望。

表 1 部分果蔬的冷藏条件

果蔬名称	冷藏温度/℃	相对湿度%	最高冰点/℃
梨	-1.1~0	90~95	-2.22
杏	-1.1~0	90~95	-2.22
苹果	2.22	95	< -0.56
葡萄	-1.1~0	90~95	-2.22
菠菜	0	95	-0.06
桃	-1.1~0	90~95	-2.22
橘子	0	90	<-0.56
花菜	0	95	<-0.56
芹菜	0	95	-0.5
香蕉	14.5~15.6	85~90	<-0.56

表 1 为部分果蔬的冷藏条件,从中可以看出,大部分果蔬的冷藏需要高湿低温的环境。湿冷系统(Humidicool System)是在机械制冰和蓄冷技术基础上发展起来的一项新型技术。它通过机械制冰蓄积冷量的方法,让获取低温的冰水经过混合换热器,使冰水与库内空气传热传质,得到接近冰点温度的高湿空气来冷却果蔬,它能把果蔬快速冷却到贮藏温度,并维持在该温度下。湿冷技术的湿度比普通冷库高得多,

易于霉菌的生长,必须结合臭氧的协同作用,使果蔬处于高湿环境中,又不会受到霉菌的危害。高湿空气使其蒸腾作用受到抑制,水分损失大大减少,水分含量越高,果蔬品质保持的越好,因而提高了保鲜效果。

### 3 湿冷系统在保鲜方面的优点

湿冷系统是一种能同时提供大多数果蔬产品储藏保鲜所需的高湿、低温环境的新型设施,在预冷方面有着广泛的适应性。此外,湿冷系统还具有几个优点。

#### 3.1 湿冷系统可利用电网低谷的廉价电力蓄冷

我国是一个能源短缺的国家,用电在 1 天 24 h 中很不均衡,所以电力负荷率仅有 80%左右(发达国家则达到 90%以上),电力浪费很大。为促进均衡用电,我国开始采用用电分时计价,即用电高峰时电价高,用电低谷的电费低。湿冷系统能采用电网低谷电力蓄冷,使产品保鲜的成本降低 20%~30%,而且有利于电网的供电平衡。另外,由于这种蓄冷功能,冷库制冷压缩机可以连续作业,效率大为提高,其配套动力也随之减小,比常规冷库减小 30%~50%。

#### 3.2 湿冷系统可免去除霜作业

该系统包含有制冷剂、载冷剂(水)和高湿冷空气的三个循环,而普通冷库只有两个循环(即制冷剂和冷空气),由于后者蒸发器冷却排管表面温度比库内空气中水蒸汽的露点低得多,所以空气中的水分不断在排管上结霜,导致冷库空气湿度下降,相对湿度仅能达到 80%左右,这又加速了库内果蔬水分的蒸发。而冷却排管上结霜增厚,会导致其传热效率下降,因此就得反复停机除霜,引起库温波动,不利于鲜活农产品的储藏保鲜。湿冷系统免去除霜作业,除了能提高压缩机的效率外,还使冷库内的温、湿度处在非常稳定的状态,对果蔬保鲜极为有利。

#### 3.3 湿冷系统节省制冷剂的用量

由于湿冷系统以水作载冷剂进行传热传质,所以制冷系统制冷剂的用量比常规冷库约节 20%~50%。另一方面库内温度的上下偏差值可限定在 0.5 ℃,可以杜绝果蔬的冻伤事故的发生。

#### 3.4 对物料冷却速度快

该系统可采用高湿空气对库内储藏的果蔬直接进行压差冷却,其冷却速度是一般通风冷库的 3~5 倍以上。这是因为冰蓄冷器中的冰水能保持恒定的冰点零度,来自于冰蓄冷器温度接近于零度的冷却水能有效的利用冰积蓄的冷量,使库内空气迅速降温。而传统的冷库中由于初冷却阶段负荷大,蒸发器温度较高,

然后再逐步降低,达到冷藏温度时间相对较长。

### 3.5 湿冷系统的冷库可以对物料实行长期保鲜

鲜活果蔬在保鲜贮藏中仍然要持续后熟,因此控制乙烯含量成为保鲜一项有效的措施。湿冷技术是一项综合保鲜技术的应用,在湿冷系统中配备有杀菌和乙烯清除装置,可保证果蔬长期保鲜的要求。日本三菱公司的试验表明:在高湿、低温条件下,采用具有特定波长的紫外光照射,使冷库内的气体产生光化学作用,将乙烯转变为乙二醇,可以迅速消除导致果蔬老化变质的乙烯气体,达到长期保鲜的目的。

## 4 湿冷保鲜技术的贮藏效果

通过对南、北方果蔬的长期贮藏来看,湿冷保鲜库完全可以实现库内温度高于 $0^{\circ}\text{C}$ 以上,相对湿度达到95%~100%,而在低于 $0^{\circ}\text{C}$ 环境中,相对湿度达到92%~95%,使果蔬的呼吸强度大大降低,蒸腾作用受到抑制,最大限度地保持果蔬原有的新鲜程度和风味。

在高湿环境中,臭氧作为一种强氧化剂,不仅可以杀死和抑制霉菌的产生,而且可以氧化乙烯、乙醇和农药等化学物质。贮藏过程中,对于有呼吸高峰的果蔬,臭氧既可以氧化外源乙烯,也可以渗透到果蔬内部氧化内源乙烯,真正实现无乙烯贮藏,延长果蔬的贮藏期。对于无呼吸高峰的果蔬如鲜枣,霉菌和乙醇的控制是贮藏过程中最关键的环节。另外,乙醇的产生是引起枣果软化、褐变的主要原因,而臭氧可氧化无氧呼吸产生的乙醇。冬枣的贮藏保鲜试验结果表明:在库温 $-1.0^{\circ}\text{C}$ ~ $-1.5^{\circ}\text{C}$ 时,湿度可达93%,再结合臭氧的抑菌、杀菌作用,可使冬枣鲜枣在贮藏90 d后,好果率达90%,失水仅为1%~2%,从外观上看,仍保持着刚入库时的色泽;没有酒精味产生,保持着冬枣的最佳风味。因此,对于高含水量,易失水果蔬,湿冷保鲜技术有其独特的保鲜优势,有非常好的推广前景。从目前的湿冷库保鲜实践来看,湿冷保鲜库的投资与普通冷库的投资相近,但前者的运行成本却远远低于后者。

## 5 前景分析

据统计,每年我国水果产量达6000多万吨,名列世界第一。蔬菜无论是品种数量和产量,还是人均消费和出口均居世界前列。但是每年由于果蔬保鲜问题造成的损失约为750亿元,高居世界榜首。加上由于区域优势的问题,果蔬品种、产品质量以及消费水平的限制,“果贱、菜贱”伤农的问题已十分突出。新的大发展将会使这一矛盾进一步加剧。面对果蔬保鲜的严峻形势,只有大力发展果蔬保鲜业和加工业,才能有效解决我国农业经济效益增长问题,有利于我国种植业产业结构调整的合理性。

目前,我国水果保鲜贮藏的大宗品种主要是苹果、梨、葡萄以及一些特色果品。保鲜技术需要在创新中发展。有关专家指出,未来的果蔬保鲜市场要降低成本,发展高效率保鲜设备及设施,规模化、集约化经营为宗旨,不断推出新技术,走持续发展之路。湿冷保鲜技术具有适应性强、节能、保湿性好、库温稳定等特点,符合果蔬贮藏保鲜技术发展方向,具有很大的发展应用空间。

湿冷保鲜技术的研究和湿冷保鲜库的开发是集轻工、农业等多科学的综合项目,应深入此项技术的研究开发,其中主要有开发适于高湿环境的温湿控制仪和实用于高湿环境的臭氧发生器和臭氧快速检测设备。

## 6 结束语

湿冷保鲜技术利用低谷电力机械蓄冷、果蔬压差预冷和贮藏保鲜,有其真正协调果蔬季节性生产和长年供应,区域性生产和跨地区消费的潜在能力。能够大大提高农产品的鲜销价值,对于精品农业的发展有着积极的促进作用。

湿冷保鲜技术在果蔬保鲜的应用上既能减少果蔬消耗,保持原有的色、香、味,提高产品质量;又能推动农业现代化进程,提高资源利用率,改善农村产业结构,提高果蔬产品的附加值,增加农民收入。因此,湿冷保鲜技术在果蔬保鲜的应用值得大力推广。

## 参考文献(略)