

气调贮藏发展的研究

周会玲

(陕西杨凌西北农林科技大学园艺学院, 712100)

中图分类号: S229⁺.3 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2001)05-0031-04

气调贮藏是指通过改变贮藏环境的气体成分使之不同于正常空气中的一种贮藏方法^[1,3]。用降低空气中氧的浓度, 提高二氧化碳的浓度, 来抑制所贮果蔬的呼吸, 减少体内物质消耗, 从而可以延缓果蔬衰老, 延长贮藏期限。气调贮藏根据在精度上的不同可以分为两类: 一类是 CA 贮藏 (Controlled Atmosphere Storage), 即气调贮藏, 是通过人工方法对所有生物学气体包括 O₂、CO₂、乙烯以及果实释放的香气的控制, 一般控制氧的含量为 2%~5%, 二氧化碳的含量为 0%~5%^[1,10]; 另一类是 MA 贮藏 (Modified Atmosphere Storage), 即自发气调贮藏, 也叫限气贮藏, 是靠贮藏产品自身的呼吸代谢来降低环境中氧浓度, 提高二氧化碳浓度, 在整个贮藏过程中氧和二氧化碳浓度变化较大, 且没有一个恒定的气体指标。CA 贮藏设备复杂, 技术较难掌握, 适于长期贮藏, 而 MA 贮藏方法简单, 多用于简易贮藏或短期贮藏和运输。

1 气调贮藏的发展概况

1.1 萌芽和实验研究阶段

1819 年和 1820 年, 法国的 Facques Berard 第一次科学地研究了气体对水果成熟的影响, 指出降低氧气和升高二氧化碳可有效延缓后熟, 他的研究引起了科学界的注意, 但并未获得商业上的应用。1860 年美国企业家 B. Byce 建造了一座简易气调库贮藏苹果获得成功, 并且认识到水果呼吸的基本反应是不断产生 CO₂ 和 H₂O。1903 年美国的 R. W. Thatcher 和 N. O. Booth 通过研究得到了利用不同气调环境贮藏水果的可能性。1913 年 R. Hill 指出利用惰性气体和二氧化碳可以保护樱桃果实变软, 1916 年英国剑桥大学 Franklin Kidd 研究了 CO₂ 对种子呼吸的抑制作用, 并在 1918 年到 1920 年前后和 West 以苹果为试材反复实验正式确立气调贮藏理论, 1927 年发表了关于水果气调贮藏的研究报告。

1.2 商业化应用阶段

1929 年英国的 pence 利用气调技术成功地贮藏了

30 t (吨) 苹果, 使得气调贮藏第一个在商业上得到应用^[12]。随后世界各国都纷纷采用气调贮藏保鲜果蔬, 贮藏技术和方法不断完善, 贮藏果蔬的种类也从苹果和梨发展到其它大宗水果 (例如香蕉、芒果、木瓜、猕猴桃、菠萝、草莓及覆盆子) 以及蔬菜上。我国于 1956 年到 1973 年间先后对荔枝、香蕉、番茄、苹果等水果进行了气调研究, 1978 年建成第一个实验模拟气调库, 80 年代引进并建立一批商业化大型气调库, 从此气调贮藏在我国正式开始应用于生产。

1.3 机械化、自动化控制阶段

60 年代后期, 不仅在美国, 在其他国家, 也利用操纵控制仪器来调节贮藏环境中气体组成的研究有所发展, 且相继出现了二氧化碳洗涤器、中空纤维制氮机以及 CO₂ 和 O₂ 分析仪等气调设备, 通过计算机对贮藏环境进行自动调节、监控和记录, 实现了气体调节系统、循环系统以及温、湿度控制系统、显示和检测系统等自动化。尤其是硅窗气调的出现, 标志着气调贮藏进入了新的阶段。

1.4 精确化、规范化、简易化阶段

80 年代以后, 随着科学技术的发展, 气调贮藏逐步形成 一个完整的理论体系, 目前正朝着低温 (Low Temperature)、低氧 (Low Oxygen)、低乙烯 (Low Ethylene) 的方向发展, 其调节的幅度越来越小, 对气体控制的也更为精细, 尤其是简易气调^[3]的研究越来越多, 使得气调贮藏向着简单、经济、实用的方向发展。

2 气调贮藏的原理

气调贮藏是在低温贮藏基础上, 改变贮藏环境的气体成分, 减少体内物质消耗, 延长贮藏期的一种贮藏方法。果蔬采后仍是活着的有机体, 还要进行呼吸作用, 环境中氧浓度降低, 二氧化碳浓度升高, 对呼吸产生抑制作用, 使呼吸强度降低。在适宜的低温条件下, 调节环境气体的组成, 通常是降低氧含量和增加二氧化碳含量来抑制所贮果蔬的呼吸, 使呼吸强度降低至仅能维持正常生命活动的最低程度, 体内物质消耗减少到最小, 从而延缓衰老, 延长贮藏期^[12]。不同种类果蔬气调贮藏所要求的

收稿日期: 2001-04-19

条件不同,不同呼吸类型的果蔬气调贮藏的效果也不一样。Kader A. A (1997)^[9]认为,气调贮藏对有呼吸高峰的果实效果好,无呼吸高峰的果实由于对CO₂容忍点低,在低O₂和低CO₂环境中贮藏效果好,CO₂浓度过高反而不利贮藏。气调贮藏除受温度、湿度、气体成分和比例等环境因素影响外,还与采前因素及采后处理等因素有关,在贮藏中必须综合考虑这些因素才能取得满意效果。

3 气调贮藏方法和技术的研究

3.1 机械气调库贮藏

机械气调库是在冷藏库的基础上,加上气体调节系统及调控和检测系统,因而具有冷藏和气调的双重作用。其特点是设备先进、机械化程度高、贮藏规模大、贮期长、保鲜效果好,但建筑成本高,技术复杂,一旦气调不当会引起生理失调、风味改变和后熟不均等现象,造成严重损失。气调库贮藏关键是要将温度、氧和二氧化碳浓度三者配和得当。不是所有的果蔬都适宜于气调贮藏,也不是所有的果蔬都能用同样的温湿度条件和气体成分比例来贮藏,因为种类和品种不同对二氧化碳适应能力差别很大,如鸭梨有1%的二氧化碳就会使其造成伤害,而京白梨在二氧化碳浓度高达10%也无伤害,而樱桃能在20%~50%的二氧化碳环境中贮藏^[7]。对一种果品在气调贮藏之前,需做大量的实验研究,寻找出与之适应的温、湿度条件以及氧、二氧化碳浓度,得出最佳的气调技术指标之后,才能进行大规模气调贮藏。

3.1.1 快速气调贮藏(Rapid CA,简称RCA)是在短时间内将氧气浓度降至规定水平(一般是在7天之内完成)的一种气调贮藏方法。Olsen(1980)在研究黄元帅、红香蕉、红玉苹果贮藏时发现,快速气调可以很好地保持果实硬度和品质,控制贮藏病害的发生,大大延长了货架寿命^[3]。快速气调的关键是掌握好入库降温速率,一般入库急速降温处理比缓慢降温处理的果实硬度下降明显,内源乙烯浓度高,组织电导率增大,多易发生褐变^[15]。该法由于要强制降氧,必须使用专门的人工降氧设备。

3.1.2 高CO₂气调贮藏 高二氧化碳结合低氧处理可以有效抑制呼吸,降低呼吸代谢速率,因而有利于贮藏。Nichols W. C(1987)对黄元帅苹果采用高二氧化碳处理后在0.5%~1.5%的低氧条件下贮藏,发现可以很好地保持果实的绿色,并且不影响可溶性固形物和可滴定酸含量,因而果肉硬度大,品质好。但这种贮藏方法易引起生理病害和腐烂,使用时应十分慎重。

3.1.3 动态气调贮藏(Dynamic Controlled Atmosphere) 贮藏初期采用高CO₂和低O₂处理,后期置于常规气调下贮藏的方法称为动态气调或机动气调,也叫变动气调。该法贮藏效果好,尤其是入库前的预冷阶段采用高CO₂和低O₂处理,入库后采用正常气体指标贮存可显著抑制呼吸速率,延长贮藏期。Alike(1982)^[6]采用该法贮藏旭、斯巴坦和黄元帅苹果,发现果肉硬度大,贮藏效果

较好。

3.1.4 低氧或超低氧贮藏(Low O₂) 大部分果品和蔬菜气调贮藏的标准气体比例是2%~3%的O₂,但许多研究发现进一步降低氧气(O₂浓度低于1.0%)会更有利^[2],并且低氧下贮藏的果实硬度和可滴定酸含量均高,贮藏效果好。但氧浓度过低会使果实产生伤害,造成严重损失,生产上需要特别注意。

3.1.5 低乙烯气调贮藏(Low Ethylene) 乙烯可以延缓果实衰老,利用乙烯脱除剂清除环境中的乙烯,使其浓度保持在1.0(10⁻⁶)以下,可有效抑制后熟,延长贮藏期。已经证明在保持旭、红香蕉和伊达红苹果硬度和鲜度及防止虎皮病方面非常有效^[2]。但该方法须专门的乙烯脱除剂及设备,成本较高,小范围处理可采用高锰酸钾和硅酸盐制剂以及乙烯抑制剂。

3.1.6 双变气调贮藏(Two-dimensional Dynamic Controlled Atmosphere,简称TDCA),即双相变动气调贮藏。在入贮初期采用高温(10℃)和高CO₂(12%),以后逐步降低温度和CO₂浓度可以有效保持果实品质和果肉硬度,抑制果实中原果胶的水解、乙烯的生物合成和果实中MACC的积累,从而有效延长贮存期。双变气调由于在贮藏过程中变动了温度和二氧化碳两项指标,因而可大大节约能源,提高经济效益。梁小娥^[8]报道,元帅苹果在变动气调指标下贮藏效果显著高于商业冷藏,而达到OC标准气调的效果,同时可防止果实虎皮病的发生和霉心病的发展。这种“以变应变”的技术路线有其科学依据,更符合生物体本身的发育规律。

3.2 薄膜包装气调

薄膜包装气调属于限气贮藏(MA),一般有塑料小包装气调、塑料大帐气调和硅窗气调三种形式。

塑料小包装是最简单的一种气调贮藏。就是将果蔬放入塑料袋内密封起来加以贮藏,一个塑料袋就是一个小小的“气调库”。其特点是方法简单,操作简便,成本低,不占库位,贮藏效果较好,且出库灵活方便,但贮藏效果不稳定,容易造成前期缺氧和二氧化碳过高而中毒及引起果实风味改变。塑料袋宜选用无毒、无臭、耐低温、强度好,抗老化又结露少的聚乙烯或聚氯乙烯薄膜,厚度以0.06 mm~0.08 mm(毫米)为宜。

塑料大帐气调贮藏是用塑料薄膜压制成一定体积的长方形帐子,扣在果堆和果垛上密封起来,造成帐内氧降低和二氧化碳升高的特殊环境,而使果品得到保鲜。大帐可在通风库内使用,帐内气体调节可以靠果实呼吸自然降氧,也可进行人工快速降氧。大帐厚度一般在0.1 mm~0.25 mm(毫米),多采用无毒聚氯乙烯薄膜,大帐容量一般在500 kg~3 000 kg(公斤)左右。

硅窗气调贮藏就是在塑料袋或塑料大帐上,开窗镶嵌一定面积的硅橡胶薄膜来调节袋、帐内的气体组成。由于硅橡胶薄膜透气性好且具有选择性透气功能,当果实呼吸消耗氧放出二氧化碳使帐(袋)内氧降低二氧化碳

升高时,氧就从大气透过硅窗进入帐(袋)内,过多的二氧化碳则由帐内透出到大气中去,经过调节使氧和二氧化碳维持在适于保鲜的一定水平。硅窗气调的关键技术是控制硅窗面积、膜的厚度、贮果量与贮藏温度,使气体成分自动地控制在 O_2 含量为 $3\% \sim 5\%$; CO_2 含量为 $3\% \sim 5\%$ 。目前硅窗气调广泛地应用于果品和蔬菜贮藏上,并且取得了良好的保鲜效果^[3,4,19]。

继硅窗气调之后,人们不断研究新的保鲜包装材料,据李传忠报道^[17],聚乙烯果膜保鲜袋在密封条件下可以很好地调节袋内 CO_2 含量,且透气性较硅窗好,又可以防止高温时果实过氧、缺氧呼吸,而且微透部分水。因此有人称它为继塑料袋保鲜、硅窗保鲜袋之后的第三代保鲜材料。同时出现了保鲜果盘和“气调包装膜”,这一切说明气调贮藏已经向着简单、经济、实用的方向发展。

4 气调设备的开发及应用研究

4.1 催化燃烧式制氮机

最初的制氮机是通过燃烧煤油或丙烷来消耗空气中的氧,得到比较纯的氮,然后送入气调库中降氧。由于燃烧温度较高,冷却时需用大量的水,加之必须以铂作为催化剂,因而成本较高。后经研究发现用铬作催化剂燃烧液化石油油也可达到降氧目的,且制氮价格便宜,符合我国当时实际。但这种燃烧方法及果蔬的呼吸作用会使库内 CO_2 浓度升高,必须配以二氧化碳拖除机降低 CO_2 浓度。

4.2 氨裂解式制氮机

70年代荷兰研制出氨裂解式制氮机,其原理是将液氨加热至 $900^\circ C$ 使其分解产生 N_2 和 H_2 ,从气调库出来的空气与之混合后发生燃烧反应,生成水蒸气,经过冷却塔时水蒸气被冷凝,生成的气体(O_2 含量极低而 N_2 浓度较高)重新送入气调库而起到降氧的目的。这种氨发生器制氮效率高,可同时为几个库服务,多用于大的气调库。

4.3 碳分子筛制氮机

据碳分子对不同气体分子吸附能力不同以及不同动力学直径的气体分子向碳分子微孔内扩散速度有差异的原理,可以将分子筛应用于气体的净化^[6,9]。由于氧分子扩散速度快于氮分子,当空气进入碳分子筛吸附塔时,氧优先进入微孔而被吸附,氮失去吸附机会而从另一孔径出来。经过不断循环可使库内氧浓度降下来,这种制氮机还可吸附乙烯等不利于贮藏的物质,因而较燃烧式制氮机更优越,加之无需燃烧,只要通电,因而使用更方便^[8]。

4.4 膜分离制氮机

80年代后期,随着膜分离技术的发展,美国 Monsanto 公司和 Dow 化学公司开发的膜分离制氮机,得到贮藏界同行的关注。这种制氮机由中空膜纤维组成,对不同气体分子具有选择性透性,因而能够使 O_2 和 N_2 分别从不同的出口排出,高浓度的氮被送入气调库进行

降氧,而氧则从另一出口排出^[9]。其降氧方式较燃烧式制氮机更加纯净,且容易维持气调环境中较高的相对湿度,减少果蔬的自然损耗,对保持硬度更为有效,加之在机械结构上又比碳分子筛制氮机更简单,故被认为是目前气调设备中最先进的一种。但膜的价格较贵,成本高。

5 气调贮藏的应用前景

大量的研究和试验表明,气调贮藏是目前世界上最先进、最有前途和最有效的贮藏方法,采用这种方法能大大延长果蔬的贮藏期限和大幅度降低由于微生物和生理病害造成的损失,并能保持果蔬的营养价值^[11]。但是目前气调贮藏在我国还不能普及,原因一方面在于建造气调库成本高,而且运行中消耗能量多,成本较一般贮藏库高 $5 \sim 6$ 倍,因而产地建造有一定困难。

城市建造气调库由于运输、销售过程缺乏配套技术,因而损耗多,经济效益不显著。另一方面我国缺少成熟的气调贮藏技术,对于气调贮藏中产生的生理病害、后熟不均、风味劣变等现象不能及时解决,从而加大贮藏损失。同时气调设备的配置和维修相当困难,一旦发生气调故障,只好停止贮藏或花大代价请外国专家前来解决,从而增加了投资费用。

今后气调贮藏研究应着重开发新型、高效、廉价的气调设备和材料,以降低气调贮藏的成本;加速研究简易气调贮藏技术,使之进一步理论化、系统化,以指导生产实践;进一步加大力度,有重点地开展气调贮藏技术的试验研究,攻克难点^[13];建立与气调贮藏相适应的标准化基地,实现从生产、贮藏到销售严格统一、规范的综合生产体系。在气调库建造形式上应大力发展重量轻、效益高、建造方便、价格低廉的组合式冷库,并初步完善冷链系统;在气调库建造规模上,应提倡大、中、小结合,产地以发展中小型气调库为宜(一般 $300 \sim 3\,000\text{ t}$ (吨)容量),大型库(万吨以上)应建在大城市。相信随着气调技术的成熟、气调设备的更新、气调管理的完善,气调贮藏一定会发挥更大的作用。

参考文献

- [1] 刘兴华,饶景萍.果蔬贮藏营销[M].地图出版社,1997.
- [2] 薛彦斌.三十年果蔬气调贮藏进展与最新动态[J].北方园艺,1991(7):30~33.
- [3] 程志明.硅窗气调果蔬技术研究[J].北方园艺,1991(3):29~32.
- [4] 于绍夫等.硅橡胶扩散窗保鲜袋(帐)贮藏苹果的研究[J].烟台果树,1985(2):14~18.
- [5] 郑学勤等.简易动态气调贮藏苹果[J].北方园艺,1990(10):40~41.
- [6] 薛彦斌,于梁,周山涛等.碳分子筛气调机在金冠苹果贮藏中的应用[J].中国果品研究,1990(2):1~6.
- [7] 王颖.气调贮藏技术[J].北方果树,1996(3):46~48.
- [8] 梁小娥,赵猛等.元帅系苹果的变动力气调贮藏[J].中国果品研究,1996(2):9~11.
- [9] 周山涛.我国果蔬气调贮藏史话[J].中国果品研究,1995

日光温室红提葡萄高产栽培

潘永明, 李树波, 石泓

高效节能日光温室是近年来我国北方地区试验推广的保护地设施, 是一项高科技产品, 具有节能、多茬次、周年生产、效益高的优点。利用日光温室生产“反季节”、“超时令”、高档次的葡萄、桃、草莓等水果满足市场需求, 是我国果树生产发展的一个新趋势, 也是调整种植业结构, 增加农民收入, 推动日光温室健康有序发展的新途径。而美国红提以其丰产、优质、高效的特点赢得了广大果农的喜爱, 呈现良好的发展势头。从1999年引进栽培, 现将栽培生产中的具体做法和体会介绍如下。

1 栽植 一般采用南北行, 以单株单行单壁立架(行距1.6 m(米)株距0.8 m(米))和单株单行双壁立架(大行距2.4 m(米), 小行距0.8 m(米), 株距1 m(米))为主。早春温室内营养袋育大苗, 根据行距和行向挖80 cm×80 cm(厘米)的栽植沟, 将充分腐熟的有机肥5 000 kg/667 m²(公斤/亩)与土壤混合后施入栽植沟内, 5月末6月初按株行距将育好的大苗栽好, 灌透水。

2 肥水管理 前期以N肥为主, 后期以P、K肥为主。

(4); 1~3。

[10] 林峰, 陈文辉. 果蔬气调贮藏保鲜的原理与方法[J]. 福建果树, 1999(2): 1~5.

[11] 汪勇. 果蔬贮藏保鲜技术现状与对策[J]. 广东科技, 1998(3).

[12] 彭永宏. 果实采后操作技术研究概述[J]. 果树科学, 1999, 16(4): 293~300.

[13] 王颖. 辽宁省果品气调贮藏现状与前景分析[J]. 辽宁农业科学, 1996(5): 37~39.

[14] 近腾悟. 园艺学会杂志[J], 1983, 52(2): 180~182.

[15] 周宏伟. 入库降温速率对鸭梨贮藏生理的影响[J]. 果树科学, 1992(9): 36~38.

[16] 杨新奎等. 温州蜜柑硅窗气调贮藏保鲜试验总结[J]. 中国果品研究, 1990(1)3~6.

[17] 李传仲. AAA果膜保鲜袋贮藏苹果试验简报[J]. 烟台果树, 1991(4)30~31.



作者简介: 周会玲, 女, 1969年10月出生, 陕西省丹凤县人。1993年毕业于西北农林科技大学果树学专业, 获学士学位。现为西北农林科技大学园艺学院讲师, 主要从事园艺产品采后处理教学及研究工作。

在温室升温后葡萄萌芽前追尿素 15 kg/667 m²(公斤/亩), 浆果膨大期追复合肥 15 kg/667 m²(公斤/亩), 加硫酸钾 20 kg(公斤), 叶面喷布高美施、磷酸二氢钾等叶面肥, 每次施肥后及时灌水。保护地灌水时期和灌水量, 应根据土壤、室内小气候和植株长势灵活掌握。一般在11月上旬灌1次封冻水, 升温后灌一次催芽水, 花前10 d(天)左右和花后各灌一次水, 浆果膨大期到着色期灌水1~2次, 采收前再灌一次水。

3 整形修剪 幼树在定植当年留1个主蔓, 长到7~8片叶1次摘心, 叶腋内夏芽副梢均留1~2片叶摘心, 待顶端夏芽副梢长到7~8片叶时2次摘心, 其他处理与1次摘心相同, 处理2~3次后, 秋季落叶后, 主蔓剪留1 m~1.2 m(米), 夏芽副梢从基部剪掉, 不下架, 盖上棉被进入休眠期。成树第2年萌芽后, 选留5~6个冬芽, 其余抹掉, 结果枝在花序上部留4~6片叶摘心, 叶腋内副梢均留1~2片叶摘心, 下部所有叶腋内副梢去掉; 营养枝留8~12片叶摘心, 最顶端副梢留5~6片叶摘心, 基部40 cm~50 cm(厘米)以下副梢全部抹去, 上部副梢留1~2片叶摘心。冬季修剪, 结果枝疏去, 营养枝短截, 4~5年后, 随着结果部位外移, 保留不定芽, 做营养枝进行修剪, 6~7年后, 枝蔓老化, 保留长枝, 进行枝蔓更新。

4 温室内的温度管理 11月中旬落叶后盖上棉被进入休眠期, 使棚室温度保持在7.2℃以下, -12℃以上。12月末可以揭放棉被, 开始加温, 萌芽前要实行低温管理, 白天20℃左右, 夜间10℃~15℃以上, 逐渐提高温度; 萌芽后新梢生长期, 白天控制在25℃~28℃, 夜间15℃左右; 开花结果期白天保持在28℃以下, 夜间16℃~18℃, 5月下旬, 可以除去薄膜, 以增加光照条件, 但要注意病虫害的防治; 9月份盖上棚膜, 进行营养生长, 促使枝蔓充分成熟。

5 病虫害防治 冬剪后、萌芽前各喷一次5°石硫合剂; 4月上旬展叶后, 喷一次半量式波尔多液200倍, 防治黑痘病; 4月下旬喷多效灵1 000~2 000倍, 防治白腐病; 5~7月喷瑞毒霉300~400倍或乙磷铝2~3次, 防治霜霉病; 果实采收后喷1次等量式波尔多液180倍防治叶部病害。

6 温室配套技术的应用

6.1 膜下软管滴灌技术可大大降低温室内空气湿度, 减少病虫害的发生, 节水60%~80%, 节省劳力50%以上。

6.2 树冠下地面铺设反光膜和后墙挂反光幕, 增光9.2%~40%, 温室提高2℃, 空气湿度下降, 对各种气传病菌有一定抑制作用, 使果实着色均匀艳丽, 增强商品性。

6.3 CO₂气肥大力推广应用, 由于保护地是封闭栽培, 早春植物光合作用所需的CO₂得不到补充, 利用CO₂发生器补充气肥, 植株枝繁叶茂, 果艳质优。

6.4 果实套袋技术可减少病虫危害, 防止果实污染, 改善果品品质, 生产绿色无公害优质果品。果穗疏粒后套袋, 使用葡萄专用纸袋或塑料袋。

(牡丹江市爱民区西山环路特产研究所, 157011)