

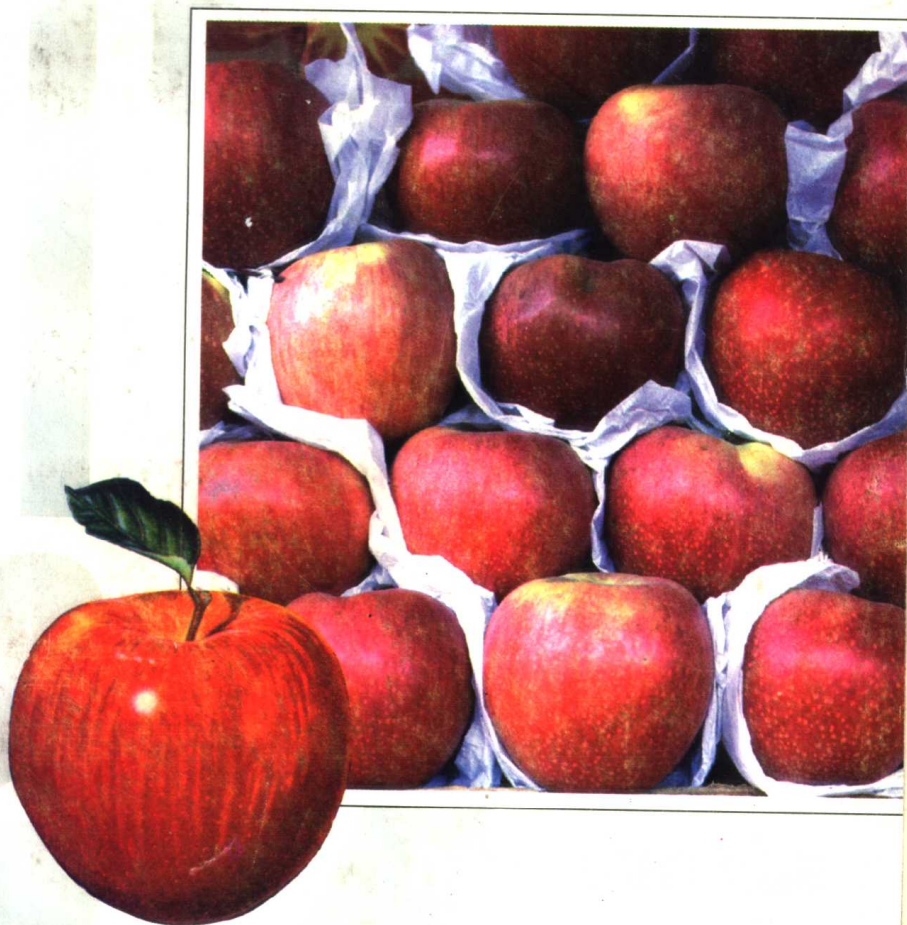


“九五”全国普及百项农业技术丛书

中国科协普及部 河南省农学会 组织编写

苹果产地贮藏保鲜与加工技术

田 勇 编著



中原农民出版社

“九五”全国普及百项农业技术丛书
中国科协普及部 河南省农学会 组织编写

苹果产地贮藏保鲜与加工技术

田 勇 编著

中原农民出版社

图书在版编目(CIP)数据

苹果产地贮藏保鲜与加工技术/田勇编著. — 郑州: 中原农民出版社, 1998. 12

(“九五”全国普及百项农业技术丛书)

ISBN 7-80641-125-9

I. 苹… II. 田… III. ①苹果-贮藏②苹果-食品保鲜
③苹果-水果加工 IV. TS255.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 27359 号

“九五”全国普及百项农业技术丛书
中国科协普及部 河南省农学会 组织编写
苹果产地贮藏保鲜与加工技术

田 勇 编著

责任编辑 汪大凯

中原农民出版社出版 (郑州市农业路 73 号)

河南省新华书店发行 河南省虞城县印刷厂印刷

787 毫米×1092 毫米 32 开本 3.5 印张 75 千字

1998 年 12 月第 1 版 1998 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1-3 000 册

ISBN 7-80641-125-9/S·044 定价: 3.60 元

“九五”全国普及百项农业技术”丛书

编委会

主任 殷成川 郑英

副主任 崔建平 张树德 王慧梅 韩津琳

编委 (以姓氏笔画为序)

王金友	王慧梅	冯谕生	宁国赞	史林峰
田勇	刘延贺	朱士恩	李正军	汪建国
杨南方	张学军	张树德	郑英	周洁
胡玉田	晁无疾	郭长华	夏仁学	殷成川
崔建平	龚世国	韩津琳	蒋卫杰	楼伟

本书作者

田勇

编者的话

为了认真贯彻中共中央、国务院《关于加强科学技术普及工作的若干意见》和《关于加速科学技术进步的决定》，中国科协决定在“九五”期间面向全国广大农村大规模地普及百项农业实用技术，通过科技宣传、咨询、示范和辐射等多种形式，推动农业科技成果的转化，提高广大农民的科技文化素质，帮助农民掌握良种选用、合理施肥、节水灌溉、先进栽培和节粮养殖等技术，促进农村经济的发展和提高农业科技成果的转化率，提高农业综合效益。

由中国科协普及部主持，中国农学会牵头组织，发动全国性农学会、各省（自治区、直辖市）及计划单列市科协、中国科协所属有关科普事业单位及有关农村专业技术协会（研究会）推荐，共上报农业实用技术 500 多项。在评选过程中，遵循“适用、实际、实用、实效”和“科学性、实用性、严肃性”的原则，以及兼顾地域和专业面的指导思想，组织了 10 多个全国性农学会的多位专家对所推荐技术项目进行了初评和终评，最终确定 119 项作为“九五”期间在全国普及的百项农业实用技术项目。

为使百项农业实用技术能够得到更加有效的普及，我们与中原农民出版社一起组织出版了这套“‘九五’全国普及百项农业技术”丛书。本“丛书”共 18 种，主要由所选项目的提

供人负责撰写,内容起点高、观点新、原创性强、实用性好、科学权威,且适用面较广,较为集中地反映了当前农业生产中存在的
关键性技术问题的解决办法,对于提高农业综合效益和农民增产增收具有较强的指导作用。

在本“丛书”的审定和编辑过程中,由于材料差异大,给审编工作带来一定困难,加上时间仓促,编者水平有限,错误和疏漏之处,恳请读者批评指正。

中国科协普及部
河南省农学会

前 言

苹果是世界上主栽果树种类之一,也是国际水果商贸市场上大宗流通的果品。据不完全统计,目前我国苹果年总产量已达2220万吨以上,居世界首位。半个多世纪以来,由于苹果采后贮运保鲜和加工技术的迅速发展和提高,使其采后实现了鲜果季产年销、周年供应,实现了果实加工品种多样化和加工工艺的科学化、现代化。尤其在一些经济发达的国家和地区,在贮藏保鲜中,多采用低温(0°C)加气调(CA)的先进技术,使难贮藏的品种(如元帅系)保鲜10~11个月,好果率达95%~97%,果肉硬度维持在6千克/厘米²以上,果实外观的鲜度和内在的品质与采收时无明显差异。

我国苹果的贮藏保鲜和加工技术与经济发达国家相比,在贮藏设施和加工工艺等方面均较落后。传统贮藏方法,虽有一定的历史,但这种保鲜技术,贮藏时间短、腐烂率高、保鲜效果差,很难适应国内外市场上商业流通和人们生活水平日益提高的需求。自“六五”以来,我们开展了“苹果产地贮藏保鲜与加工系列技术”的研究,通过近二十年的深入研究和推广应用,从中获得了适合中国国情的不同产地、不同贮藏场所、不同品种及不同生态条件下苹果产地贮藏保鲜系列技术。该系列技术具有投资少、见效快、节能源、操作简便、保鲜效果好、便于推广等优点。该项技术已在我国许多苹果产区推广

应用。为了将这项技术更加广泛地应用于生产,使其发挥更多的经济效益和社会效益,笔者编写了这部《苹果产地贮藏保鲜与加工技术》,供广大果农和果品经营者在苹果贮藏与加工时参考。由于本人业务水平所限,书中错误之处,敬请指正。

作 者

1998年9月

目 录

一、苹果气调贮藏保鲜技术	(1)
(一)苹果标准气调贮藏技术的由来与发展	(2)
(二)苹果气调贮藏的机理	(3)
(三)标准气调的贮藏场所及设施	(4)
(四)标准气调贮藏的保鲜技术	(9)
(五)标准气调库的管理	(10)
二、苹果机械冷藏技术	(13)
(一)苹果机械冷藏库的设计与建造	(13)
(二)机械冷藏的保鲜技术	(15)
三、苹果产地节能贮藏系列技术	(18)
(一)苹果节能贮藏场所的设计、建造及其管理技术	(18)
(二)苹果节能气调保鲜技术	(31)
四、苹果贮藏病害及其防治	(42)
(一)苹果贮藏病害的分类和症状	(42)
(二)苹果贮藏病害的发生及为害与寄主和环境条件的相关性	(45)
(三)苹果贮藏病害的防治	(50)
五、苹果不同品种产地节能贮藏保鲜技术	(52)
(一)元帅系苹果产地节能贮藏保鲜技术	(52)

(二)富士系苹果产地节能贮藏保鲜技术	(57)
(三)金冠苹果产地节能贮藏保鲜技术	(61)
(四)乔纳金苹果产地节能贮藏保鲜技术	(63)
(五)秦冠苹果产地节能贮藏保鲜技术	(65)
(六)秋锦苹果产地节能贮藏保鲜技术	(66)
(七)印度苹果产地节能贮藏保鲜技术	(66)
(八)红玉苹果产地节能贮藏保鲜技术	(67)
(九)小国光苹果产地节能贮藏保鲜技术	(68)
(十)其他品种的苹果产地节能贮藏保鲜技术	(74)
六、苹果产地贮藏必备的测控仪器	(75)
(一)手持糖量计(也称折光仪)	(75)
(二)果实硬度计	(75)
(三)温湿度测定仪器	(76)
(四)氧及二氧化碳测定仪器	(77)
七、苹果加工技术	(80)
(一)果汁制取技术	(81)
(二)果脯和果丹皮的加工技术	(90)
(三)苹果酒的一般酿造技术	(91)
(四)苹果制干技术	(95)
(五)苹果制罐技术	(99)

一、苹果气调贮藏保鲜技术

苹果气调贮藏技术,就是在一定的温度范围内,控制贮藏环境中的气体成分,从而达到较为理想保鲜效果的一种贮藏方法。

苹果气调贮藏技术,通常是指在适宜的温度条件下,降低贮藏环境中的 O_2 浓度,提高 CO_2 浓度,从而达到抑制果实的呼吸强度,延缓果实衰老,提高苹果贮藏质量。按照苹果气调贮藏中对温度和气体成分的适应性能,苹果气调贮藏大体可分为以下3种:①标准气调贮藏,简称 CA(Controlled Atmosphere Storage)贮藏,是当今世界各国苹果贮藏中普遍采用的贮藏技术。它要求在贮藏环境中,保持较为稳定的温度($0^{\circ}C$ 左右)和气体成分(O_2 2%~3%、 CO_2 3%~4%)。②限气贮藏,称简易气调贮藏,也称自发气调贮藏,或称 MA(Modified Atmosphere Storage)贮藏,即温度保持相对稳定($0^{\circ}C$ 左右),气体成分随气调材料的透性和果实呼吸强度强弱而定,如塑料小包装贮藏、硅窗小包装贮藏、塑料大帐贮藏、硅窗大帐贮藏等,即属于限气贮藏。③变动气调贮藏,亦称双变气调贮藏、TDCA(Two - Dimensional Dynamic Controlled Atmosphere Storage)贮藏,即在整个贮藏过程中,变动贮藏环境中的温度和气体(主要是 O_2 和 CO_2)成分。

下面主要介绍标准气调(CA)贮藏技术,有关 MA 贮藏和 TDCA 贮藏技术将在“苹果产地节能贮藏系列技术”中详细介绍。

(一)苹果标准气调贮藏技术的由来与发展

苹果 CA 贮藏技术的研究,最早起始于英国凯特(Kidd),他在 1916 年报道,改变 CO_2 浓度能影响苹果的呼吸作用。1918 年凯特与威斯特(West)合作进行气调贮藏研究,并在 1927 年发表了关于苹果气调贮藏的研究报告。他们的试验表明,在 $10\sim 15^\circ\text{C}$ 条件下,应用 10% CO_2 和 10% O_2 或用 5% CO_2 和 15% O_2 能够保持苹果原有的色泽和较好的硬度。1929 年英国人 Spemden,在控制温度条件下,成功的贮藏了 30 吨苹果。第二次世界大战爆发后,英国首先建成贮量为 3 万吨的气调库。进入 50 年代以后,苹果气调技术在世界范围内得以迅速发展。目前,美国、日本、澳大利亚、新西兰、法国、意大利、荷兰、德国、以色列等国家苹果总贮量的 60%~80% 都是应用标准气调技术(CA)进行长期贮藏的。

应用气调技术进行苹果贮藏的发展历程,大体可分为 4 个阶段:

第一阶段,为萌芽期。1916~1921 年间,发现苹果的呼吸和后熟与周围空气中的气体成分有密切关系,开始探讨改变贮藏环境中的气体成分(主要是 O_2 和 CO_2)对延缓果实衰老的作用。

第二阶段,为扩大试验阶段。即本世纪 20~40 年代,英国、美国、加拿大、澳大利亚等国家开始了气调库的研究。40 年代,研究并建成的气调库贮量约 10 万箱。

第三阶段,为应用发展阶段。气调贮库不仅有大量发展,

而且库内贮藏环境中的温度和气体成分有较具体的指标,如温度应稳定在 $0\sim 3^{\circ}\text{C}$, O_2 应低于 5%, 否则不算气调贮藏。

第四阶段,为机械和自动化控制阶段。进入 60 年代后,不仅在美国,而且在其他一些经济发达国家,均利用仪器设备来控制温度和气体成分,从而进一步提高苹果气调贮藏的技术水平。

我国进行苹果标准气调贮藏技术的研究应用较晚,1978 年以后,在北京、广州、青岛、大连等地开始引进和建造苹果气调贮藏库。由于我国经济条件较差,能源及技术力量跟不上,再加上苹果流通方式不同,所以苹果标准气调贮藏技术和设施发展速度甚慢,有一些建成的气调库,也因种种原因而改为商业冷库用,或做简易气调贮藏、变动气调贮藏用。

(二)苹果气调贮藏的机理

苹果贮藏的基础条件是合适的温度和湿度。但是要提高苹果贮藏质量,延缓果实衰老和呼吸跃变期的到来,延长贮藏期,仅有合适的温度和湿度是难以达到预期的目的,只有调节贮藏环境中的气体成分(主要是 O_2 和 CO_2),才能获得较为理想的保鲜效果。这是因为调节气体成分对苹果采后贮藏的基础起到较大的作用。具体表现在:

1. 抑制了果实的呼吸强度:较低的 O_2 浓度和较高的 CO_2 浓度能较大限度降低果实的呼吸强度,推迟果实跃变期的启动,延长呼吸跃变的历程。测定结果表明, 10°C 下苹果果实(新红星), 4% CO_2 加 3% O_2 的贮藏环境比在相同温度条件下的呼吸强度低 4.3 倍。

2. 降低了果实有机酸的损耗:应用气调贮藏的苹果,尤其是标准气调(3% O_2 和 3% CO_2)贮藏的红玉苹果,贮藏 114 天

后测定结果表明,在 0°C 条件下,气调果比大气贮藏果有机酸含量高 78%。

3. 减少叶绿素的分解:应用标准气调贮藏的苹果叶绿素的含量下降甚少,尤其是黄色或绿色品种更为明显。这里高浓度 CO_2 的作用显得更大,例如 3% O_2 和 5% CO_2 ,贮藏金冠 200 天,可使果实基本保持采收时的绿色;而在同样温度 (0°C) 下大气贮藏的金冠果实 80 天后就开始转黄。

4. 抑制了果胶的转化: CO_2 对原果胶水解有明显的抑制作用。 0°C 条件下,红星苹果原果胶的分解速度气调果比大气贮藏果低 2.3 倍。

5. 降低了果实内源乙烯生成量:高浓度的 CO_2 和低浓度的 O_2 的联合作用,直接影响了果实乙烯的生成。在不同温度 and 不同气体成分下,其抑制作用有明显的不同。

6. 减轻了苹果贮藏病害的为害:低浓度的 O_2 和高浓度的 CO_2 能明显抑制某些生理病害的为害。低浓度的 O_2 (3% 以下的低 O_2) 可推迟国光、元帅苹果虎皮病的发病时间,减轻其为害;3% O_2 和 5% CO_2 可完全控制红玉斑点病在贮藏中的为害。

低浓度的 O_2 加高浓度的 CO_2 可抑制某些真菌病害的为害(将在“苹果贮藏病害及其防治”中详述),但只有低浓度的 O_2 ,没有高浓度的 CO_2 (高于 10%),其抑制效果不明显。

(三) 标准气调的贮藏场所及设施

标准气调(CA)的贮藏场所称之为气调冷库,简称气调库。建气调库要比建商业冷库投资高 40%~60%。气调库既具有气调设施,又具有一定的气密性。现代化的气调库主要包括符合气密要求的气调库房、制冷系统及气调系统。此

外,还有包装容器,装卸运输设备,温度、湿度、气体成分的测量装置,收获后处理设备,出库用产品分级及包装机械等辅助设施。

1. 气调库的建筑特点:气调库在建筑特点上,与普通商业冷库基本相似,只是为了减少气体发生器的经常运转费用、维持库内合理的气体成分,就必须有严格的气密性要求。不仅库房的墙、地坪、顶棚,而且门、窗、电路、设备、管道等接引处都要求密封、不透气。例如,一个 60 m^2 的气调库,若有 1 cm^2 的漏洞存在,就足以阻止库内 O_2 浓度的降低。为了达到气密性要求,气调库在建筑结构上,需要具备下列特点:

(1) 具备良好的气密性:一般说来,库房所具备的气密性,就是在贮藏过程中,只要使库房内贮藏物呼吸的耗 O_2 量大于由渗透侵入的 O_2 量,就可以满足气调工艺的最低要求。因此,为使库体达到一定的气密要求,需要解决以下 5 个方面的问题:①墙、顶、地坪 6 个面的气密性。②工艺设备、管道及电缆等穿墙气密结构的处理。③气密门,其中包括密帘的处理。④使用上要求常通的工艺管道,如空冷器、冷却水下盘排水的管道等气密设施。⑤调压装置,包括呼吸袋和水封调压装置等。

(2) 能适应一定的正负压力变化:由于气调库具有一定的气密性,当库门封闭后,在库内体积恒定的情况下,气体受到很多因素的影响将会产生压强的变化。

1) 库内强度的影响:制冷设备启动降温产生的热量,贮藏物产生的呼吸热,蒸发器冲霜时带来的热量,库外渗透来的热量等,都会引起库内温度的升高。这些温度的波动,都会引起热胀冷缩,引起压力变化。生产实践证明,一个 300 m^3 的气

调库,当气调库内温度为 0°C 时,每升高 1°C ,库内气体膨胀后产生的压力就会增加3 653.72千帕。因此,如果在设计中没有相应的措施保证,由于温度波动而引起的正负压力变化,将会使库体结构受到一定的破坏。

2)气调循环过程的影响:气调设施,在进行气调过程中,首先是吸出库内一定体积的气体进行处理,而后再回到库内。在这种循环过程中要引起库内压力产生较大的变化,尽管时间简短,但压力变化甚大,直接影响到库内6个表面层。如这种压力变化次数频繁,也会导致表面层接缝处被破坏。

(3)要处理好隔汽层与气密层的关系:为保持气调库的稳定性而设置的隔热、隔汽层,虽与普通商业冷库无太大的区别,但由于气调库增加了气密层,并设置在隔热层的内侧,当气调库长期使用过程中,来自库内外温差较大时,库外的热量向内渗透到隔热层,而隔汽层的冷量也渗透到隔热层,热、冷产生蒸汽水凝聚在隔热层得不到蒸发,也无法排出,长久下去,将使隔热层受潮,降低其保温效果。因此,在建筑设计上,应认真处理好这层关系。

为了解决好上述问题,应认真做好隔热层、隔汽层和气密层。世界各国的气调库的做法大体分为两大类:

一类是分别设置隔热层、隔汽层和气密层,即隔热层内侧设置气密层。气密层所用的材料多为镀锌铁板、焊接钢板、铝箔夹心板、高密度胶合板、双层或单层沥青、塑料树脂、聚酯或环氧树脂涂料等。

另一类是隔热层和气密层合在一起,用一种材料做成,如聚氨酯泡沫塑料。这种做法,目前已在许多国家生产上应用,效果甚好。

(4)保证门的气密性:气调库门的气密性是建造气调库的关键。库门要做到有较好的气密效果是十分困难的,到目前为止,我国自行设计建造的气调库,主要没有过关的就是库门气密性较差,而无法与进口气调库相媲美。气调库门气密性设计和制造的关键在于解决好以下3方面的问题:①门框和门扇配套密合得好,除要求门框、门扇有较高的平整度外,还应使用橡胶海绵密封条,以保证自然关闭状态下的密合。②对门框的密合应做特殊处理,采用枢纽式门。具体有两种方法:一是将门内地坪设计标高适当提高,出入库运输设活动斜坡道板;二是设活动密封门框,采用推拉门时,要使吊轨有相应的向下倾斜,以保证门扇闭合时下部的密合。③必须设压紧装置,门扇的四周要根据门框、门扇大小及选用材质不同,设相当数量的螺栓和地脚压紧装置。

目前气调库门设二道,第一道为隔热保温门,第二道为气密性较强的隔气门。此种做法气密性较好。

2. 气调系统:标准气调库的气体成分的调节,主要靠制氮机和 CO_2 脱除器来完成。

(1)制氮机:制氮机的作用,就是将空气的氧脱除,变成纯氮(或含氧不超过1%的氮气),充入气调库内,达到快速降氧。气调库内能否快速降氧,标志着气调库的气调性能和气调保鲜效果的好坏。制氮机目前使用的种类大体有两种类型:一是燃烧式制氮机,就是在把空气转化成氮气过程中,用燃烧的方法将氧除掉,变成纯度较高的氮气。燃烧的方法也有几种,如电热燃烧法、煤气燃烧法、丙烷燃烧法等。二是碳分子筛制氮机,就是用碳分子筛脱氧,可制造成较纯的氮气,充入库内,能达到快速降氧的目的。