



新农村建设实用技术丛书

苹果 梨 山楂贮运保鲜

科学技术部中国农村技术开发中心

组织编写



中国农业科学技术出版社



新农村建设实用技术丛书

苹果 梨 山楂贮运保鲜

科学技术部中国农村技术开发中心
组织编写



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

苹果梨山楂贮运保鲜/陈丽等编著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2006. 10

(新农村建设实用技术丛书·农产品加工系列)

ISBN 7-80167-988-1

I. 苹... II. 陈... III. ①水果-贮运 ②水果-食品保鲜 IV. S661.09

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 144355 号

责任编辑 梅 红
责任校对 贾晓红 康苗苗
整体设计 孙宝林 马 钢

出版发行 中国农业科学技术出版社
北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081
电 话 (010) 68919704 (发行部) (010) 62189012 (编辑室)
(010) 68919703 (读者服务部)
传 真 (010) 68975144
网 址 <http://www.castp.cn>
经 销 者 新华书店北京发行所
印 刷 者 北京华正印刷有限公司
开 本 850 mm × 1168 mm 1/32
印 张 3.75
字 数 95 千字
版 次 2006 年 10 月第 1 版 2006 年 10 月第 1 次印刷
定 价 9.80 元

《新农村建设实用技术丛书》

编辑委员会

主 任：刘燕华

副主任：杜占元 吴远彬 刘 旭

委 员：(按姓氏笔画排序)

方智远	王 喆	石元春	刘 旭
刘燕华	朱 明	余 健	吴远彬
张子仪	李思经	杜占元	汪懋华
赵春江	贾敬敦	高 潮	曹一化

主 编：吴远彬

副主编：王 喆 李思经

执行编辑：(按姓氏笔画排序)

于双民	马 钢	文 杰	王敬华
卢 琦	卢兵友	史秀菊	刘英杰
朱清科	闫庆健	张 凯	沈银书
林聚家	金逸民	胡小松	胡京华
赵庆惠	袁学国	郭志伟	黄 卫
龚时宏	翟 勇		

序

丹心终不改，白发为谁生。科技工作者历来具有忧国忧民的情愫。党的十六届五中全会提出建设社会主义新农村的重大历史任务，广大科技工作者更加感到前程似锦、责任重大，纷纷以实际行动担当起这项使命。中国农村技术开发中心和中国农业科学技术出版社经过努力，在很短的时间里就筹划编撰了《新农村建设系列科技丛书》，这是落实胡锦涛总书记提出的“尊重农民意愿，维护农民利益，增进农民福祉”指示精神又一重要体现，是建设新农村开局之年的一份厚礼。贺为序。

新农村建设重大历史任务的提出，指明了当前和今后一个时期“三农”工作的方向。全国科学技术大会的召开和《国家中长期科学技术发展规划纲要》的发布实施，树立了我国科技发展史上新的里程碑。党中央国务院做出的重大战略决策和部署，既对农村科技工作提出了新要求，又给农村科技事业提供了空前发展的新机遇。科技部积极响应中央号召，把科技促进社会主义新农村建设作为农村科技工作的中心任务，从高新技术研究、关键技术攻关、技术集成配套、科技成果转化和综合科技示范等方面进行了全面部署，并启动实施了新农村建设科技促进行动。编辑出版《新农村建设系列科技丛书》正是落实农村科技工作部署，把先进、实用技术推广到农村，为新农村建设提供有力科技支撑的一项重要举措。

这套丛书从三个层次多侧面、多角度、全方位为新农村建设

提供科技支撑。一是以广大农民为读者群，从现代农业、农村社区、城镇化等方面入手，着眼于能够满足当前新农村建设中发展生产、乡村建设、生态环境、医疗卫生实际需求，编辑出版《新农村建设实用技术丛书》；二是以县、乡村干部和企业为读者群，着眼于新农村建设中迫切需要解决的重大问题，在新农村社区规划、农村住宅设计及新材料和节材节能技术、能源和资源高效利用、节水和给排水、农村生态修复、农产品加工保鲜、种植、养殖等方面，集成配套现有技术，编辑出版《新农村建设集成技术丛书》；三是以从事农村科技学习、研究、管理的学生、学者和管理干部等为读者群，着眼于农村科技的前沿领域，深入浅出地介绍相关科技领域的国内外研究现状和发展前景，编辑出版《新农村建设重大科技前沿丛书》。

该套丛书通俗易懂、图文并茂、深入浅出，凝结了一批权威专家、科技骨干和具有丰富实践经验的专业技术人员的心血和智慧，体现了科技界倾注“三农”，依靠科技推动新农村建设的信心和决心，必将为新农村建设做出新的贡献。

科学技术是第一生产力。《新农村建设系列科技丛书》的出版发行是顺应历史潮流，惠泽广大农民，落实新农村建设部署的重要措施之一。今后我们将进一步研究探索科技推进新农村建设的途径和措施，为广大科技人员投身于新农村建设提供更为广阔的空间和平台。“天下顺治在民富，天下和静在民乐，天下兴行在民趋于正。”让我们肩负起历史的使命，落实科学发展观，以科技创新和机制创新为动力，与时俱进、开拓进取，为社会主义新农村建设提供强大的支撑和不竭的动力。

中华人民共和国科学技术部副部长

刘燕华

2006年7月10日于北京

《苹果 梨 山楂贮运保鲜》编写人员

陈 丽 李喜宏 编著
常 军 王文辉



陈 丽

女,1957 年出生,研究方向为农产品保鲜加工,国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津)研究员。主持研究并提出的“果蔬专用保鲜膜”和“微型保鲜冷库”等技术,填补了国内空白,解决了果蔬现代化自发气调贮藏技术难题。创建了国家农产品保鲜工程技术研究中心“农产品保鲜膜 试验室和中试生产车间”,研制保鲜膜 30 多种,累计组织生产各种保鲜膜产品 2 000 余吨,累计参与推广微型保鲜冷库 1 300 余座。上述研究成果已在全国 26 个省市普及应用,创社会新增效益 10 多亿元,单位直接经济效益 560 多万元,从而建立了“微型节能冷库 + MA(自发气调)”的保鲜技术产业化体系。近年已完成研究与推广课题 20 余项,正在完成 10 余项,已获省级科技进步奖 5 项,已获中国专利 17 项,其中发明专利 5 项,已在核心期刊发表论文 20 余篇,著作 6 部。

目 录

一、苹果气调保鲜技术	(1)
(一) 苹果气调保鲜新概念	(1)
(二) 苹果双相变动气调保鲜技术	(12)
(三) 苹果专用保鲜膜	(18)
(四) 苹果变动气调保鲜技术工艺	(24)
(五) 苹果气调贮藏保鲜设施	(28)
二、梨气调保鲜技术	(49)
(一) 梨的采后生理与气调保鲜机理	(49)
(二) 梨气调保鲜技术	(60)
(三) 梨采后病害及其防治技术	(73)
(四) 梨不同品种保鲜指标与工艺	(83)
三、山楂气调贮藏技术	(96)
(一) 品种及贮藏特性	(96)
(二) 采后生理	(97)
(三) 贮藏中应注意的问题	(100)
(四) 适期采收及分级	(101)
(五) 气调贮藏	(102)
(六) 适宜的气调贮藏条件	(103)
(七) 贮藏过程中容易出现的问题及解决措施	(106)

一、苹果气调保鲜技术

(一) 苹果气调保鲜新概念

1. 气调保鲜类型

(1) 标准气调 标准气调又称调节气体贮藏, 简称 CA, 是利用机械方式调控贮藏环境的气体 (如 O_2 、 CO_2 、 N_2), 温度和代谢次生气体 (如乙烯、乙醇、其他香味物质等)。CA 保鲜气体指标一般为: O_2 2% ~ 3%, CO_2 2% ~ 3%。要求气体浓度控制精度较高, 一般误差小于 $\pm 1\%$ 。

(2) 自发气调 自发气调又称限制气体保鲜, 简称 MA, 是生物呼吸能的有效利用方式, 常借助气密性材料 (如聚烯烃基保鲜膜) 的选择透气性, 依靠果实呼吸消耗, 降低贮藏环境中 (如袋内) O_2 , 提高 CO_2 。反过来, 利用低 O_2 加高 CO_2 协同效应, 抑制果实的呼吸强度, 拮抗果实呼吸消耗, 达到延缓衰老的目的。

MA 保鲜技术, 不规定严格的 O_2 和 CO_2 等气体指数, 允许袋内 O_2 和 CO_2 浓度自发变动, 温度恒定或变动均可, 而且贮藏过程中, 一般不进行人工调气, 但对某些不耐低 O_2 或高 CO_2 的果实允许开袋放气, 或辅以气体辅助调节措施 (如袋内放置石灰吸收 CO_2 、放置高锰酸钾氧化消除乙烯等) 防止气体伤害。

(3) 变动气调 变动气调与 MA 概念相似, 但更强调贮藏环境的多变性, 也就是说, 变动气调是指贮藏期间温度、湿度、气体等指标均在不断变化的一类 MA 保鲜技术。

(4) 双相变动气调 双相变动气调简称 TDCA, 也是由我国科技工作者创立的苹果气调贮藏新概念, 指苹果贮藏过程中, 只

变化温度和 CO_2 两个参数。前期温度由 10°C 、 15°C 或更高逐渐 ($1\sim 2$ 个月) 降于 0°C ，与此同时， CO_2 由 $12\% \sim 15\%$ 降至 $6\% \sim 8\%$ ， O_2 3% 始终不变。

(5) 机动气调 机动气调是发达国家苹果改良 CA 保鲜方式，简称 DCA，指果实贮藏前期的高 CO_2 处理，通常采用机械方式调节袋内 O_2 和 CO_2 指标，其中 O_2 控制指标与 CA 相似，而 CO_2 则高于 CA 指标 $5\sim 10$ 倍。特别是用于金冠，新红星等耐 CO_2 伤害品种的保鲜效果更佳。

2. 国内外苹果气调保鲜新技术进展

变动气调贮藏是我国苹果保鲜技术产业化的普遍形式，是我国苹果气调保鲜技术的总结和概括，本节重点介绍国内外气调保鲜形式。

(1) 国内外苹果气调保鲜概况 苹果贮藏保鲜是通过调节贮藏环境因子 (如温度、气体)，或采用物理技术 (如空气放电、电磁辐射) 和生物技术 (如激素) 等手段来抑制和延缓果实衰老的。

①国外 CA 技术与 MA 技术：在工业发达的西方国家，果品贮藏仍被常规 CA “垄断”，如美国、英国苹果 CA 贮量分别为总产量的 60% 和 70% ，占总贮藏量的 $80\% \sim 90\%$ 。

与此同时，在世界性能源日趋紧张的情况下，以减少投资、降低消耗、节省能源为目的的果品节能贮藏技术的研究也十分活跃，这方面的基础性研究主要是自发气调贮藏又称限制气体贮藏，如法国 (马赛丁) P·MarceHlin、莱勃顿和顿居里 (1963) 的聚乙烯硅窗气调贮藏法 (透气比 $\text{CO}_2 : \text{O}_2 : \text{N}$ 为 $12 : 2 : 1$)。在美国已同意登记专利。

②我国 MA 技术：我国从 1977 年已开始这项新技术的研究，硅橡胶涂复涤纶织物膜和布基硅橡胶已批量生产应用，苹果节能气调贮藏技术的共同特点是不苛求贮藏初期的低温条件，充分利用自然冷源通风降温，以聚乙烯薄膜 (PE) 袋，或无毒聚氯乙

烯（PVC）袋，或硅窗帐（袋）为气调条件，依靠果实新陈代謝降低贮藏环境中的 O_2 、提高 CO_2 从而达到长期贮藏的目的。

③我国气调技术新进展：我国从 20 世纪 60 年代就开始引进澳大利亚、意大利等国家气调库或自己设计建造 CA 库，近年进一步研究并提出了苹果双相变动气调贮藏技术（TDCA），其贮藏苹果是温度设定 $10 \sim 15^\circ\text{C}$ 约 30 天后逐渐（60 ~ 90 天）降至 0°C ， CO_2 设定 12% ~ 15% 约 60 天后逐渐（30 ~ 60 天）降至 6% ~ 8% 并维持在这个浓度， O_2 始终维持 2% ~ 3% 不变，其贮藏效果超过普通冷藏，达到 CA 贮藏水平。被同行专家公认为是走出当前国际流行的低温度、低 O_2 、低 CO_2 、低乙烯的“四低”研究狭谷的希望途径，但是 TDCA 贮藏方法在实际应用中，仍有许多技术需要补充和完善。如在我国苹果大多数主产区，依靠自然冷源通风降温，前期库温通常高达 $17 \sim 18^\circ\text{C}$ ，特别是苹果大批量 5 ~ 6 个月长期贮藏中，创造 CO_2 12% ~ 15% $\rightarrow$ 6% ~ 8%， O_2 恒定 2% ~ 3% 的气调环境比较困难。如果能研究出贮藏前期高 CO_2 处理 30 天左右，之后在通风库内用小包装自然贮藏使苹果贮藏效果既能达 TDCA 水平，又能节省工时的方法，显然将有重要的应用价值和实际意义。因此，苹果贮藏前期高 CO_2 处理技术，即是 TDCA 贮藏技术的研究核心，也是其他多种贮藏方法的辅助技术措施。到目前为止，苹果高 CO_2 处理的研究报道并不多见。

不同苹果品种和不同研究者对高 CO_2 处理的研究结果各有异同，因此，在推广和应用该项技术之前，必须对高 CO_2 处理技术进行系统的研究。

（2）国内苹果气调保鲜形式

①塑料薄膜袋小包装：薄膜包装贮藏是一种简单的自然气调贮藏。这种方法成本低廉，操作简单，在生产上已广泛应用。薄膜包装的缺点是袋内 O_2 和 CO_2 的浓度难以控制在最适水平，因此在应用上有一定局限性。

在我国一般采用 0.03 ~ 0.05 毫米 PE 或 PVC 塑料薄膜袋。

袋的大小一般以装 12.5 ~ 25 公斤果实，并且在装果后袋内空气的体积约为果实体积的 1/2 为宜。果实装袋后立即密封，依靠果实本身的呼吸作用调节袋内 O_2 和 CO_2 的比例，进而控制果实呼吸，实现气调贮藏的目的。

塑料薄膜小包装方法具有简单、方便和成本低等优点，适于生产苹果的山区及长途运输情况下推广应用。但小包装贮藏存在着果实的风味和质地变化的问题，不少试验报道认为，经塑料薄膜袋贮藏后的苹果表现出水大、味淡，甚至还有酒精味、塑料味和苦味等（如红星、金冠和青香蕉等品种）。为克服这一缺点，曾试验用提早敞开袋口的办法来解决，然而效果并不理想。还有报道，袋藏金冠在贮藏后期果实松软、果肉返沙和果皮崩裂等。因此，一般认为小包装贮藏苹果不宜过久，待翌年 3 月气温回升时要及时处理。

②硅窗气调大帐（袋）贮藏：硅窗气调贮藏是 20 世纪 60 年代初，由法国科学家马萨林首先研制成功的。这种方法设计别致，主要利用镶嵌在塑料薄膜袋上的气窗，来自动调节和控制水果贮藏环境中的 O_2 和 CO_2 浓度。

甘肃天水地区果树所史玉亭等试验研究了硅窗气调运输箱运输元帅苹果取得了满意效果。以 0.06 ~ 0.08 毫米 PE 薄膜（杭州化工研究所生产）按出口纸箱大小和形状制成袋，在袋的一侧用热合法贴上中国科学院兰州化学物理研究所制作的 FC-8 布基硅橡胶膜，该膜使用面积为每吨果配用 0.3 平方米，即每箱苹果用硅胶膜 50 平方厘米左右。装果前在纸箱两侧各开一个约 21 平方厘米的小孔，然后将上述制好的硅窗袋放入箱内，装果后用热合法封口、打包。试验结果表明，经 7 天在较高气温下运输（发货站天水的平均气温为 15.6℃，最高气温达 23℃，沿途气温递增，抵深圳的气温高达 30℃），硅窗运输箱内的元帅苹果硬度仍达 5.4 公斤/平方厘米，比普通包装箱高 1.6 公斤/平方厘米，并且果汁多、果肉脆，而每箱成本费仅增加 0.58 元。如能准确掌握硅窗面积并及时装箱运输，是解

决目前元帅系苹果在较高温度下非冷藏车运输，果实易返沙发绵而降低品质的一种较为有效的方法。

另外，山东烟台果树试验站应用地沟加硅窗保鲜袋贮藏苹果，也收到了显著的保鲜效果。元帅、金冠、青香蕉、国光等品种贮藏138~169天，好果率可达94.7%~98.6%，果肉硬度可维持在6.59~7.26公斤/平方厘米。贮藏到春节后，每50 000公斤苹果可增加收入5 233.4~5 833.5元。具体方法是：在建筑物北面挖深、宽能容纳两个果筐，长度不限的沟。果实采后严格挑选，经夜间预冷后于清晨装袋，每袋装果30公斤。聚乙烯袋厚0.1毫米，70厘米×100厘米，于袋一侧的中下部热合一个7.3厘米×7.3厘米的硅橡胶窗，硅橡胶膜透比为13.6。装果后扎紧袋口，装入果筐，置于地沟贮藏。贮藏初期白天在沟上覆盖草苫，夜间揭开。气温降至0℃左右时，要用草苫严密盖住沟顶，以后逐渐增加覆盖厚度，到仲冬覆盖厚度达20~30厘米，3月份以后分次撤除覆盖物。

除上述形式外，冷藏气调库近几年也得以应用。

①硅窗袋（帐）的设计：硅窗袋（帐）的设计主要是确定硅窗面积，硅窗面积同硅膜本身的性能、贮藏物的呼吸强度、贮藏环境的温度、贮藏物的重量、贮藏物所要求的最佳气体成分、包装塑料的种类、厚度、硅窗透气是否有遮阻等有关。几种果蔬的贮温及硅窗面积，如表1-1。

表1-1 几种果蔬的贮温及硅窗面积

品 种	贮温 (℃)	硅窗面 (平方厘米/公斤)	可达贮气组成 (%)	
			O ₂	CO ₂
蒜 薹	±1	4.5~5.0	2~7	4~8
苹 果	±1	2.5~3.0	2~4	3~5
苹 果	常温	4~5	2~4	3~6
甜 椒	9~12	6~8	2~4	1~2
番 茄	10~13	7~10	2~4	3~6
葡 萄	0	5~6	3~5	3
菜 花	±1	5	2~6	2~5

②硅膜质量标准：硅膜质量应达到以下标准：

- a. 透 CO_2 量为 2 200 ~ 3 000 升/平方米 · 天 · 标准大气压， CO_2/O_2 透比 ≥ 3 ；
- b. 外观均匀、清洁，胶膜熟化完全，不粘手；
- c. 底布反面不渗胶，边缘渗胶宽度不大于 1 厘米，与 PE 或 PVC 塑料薄膜热化牢固；

对苹果贮藏来说，硅窗面积还可根据苹果品种、立地条件、产地、温度的管理水平作适当调整，以求达到最佳的贮藏效果。

③硅窗膜的加工：硅橡胶气调膜可以同塑料薄膜一起热合成各种所需要的包装形式：

- a. 10、15、25 公斤硅窗保鲜袋；
- b. 0.5、1.0、2.0 吨气调保鲜帐；
- c. 同纸箱相配用的“方型”硅窗袋；
- d. 大容积的调气组件或活动硅窗。

(3) 塑料气调大帐（袋）贮藏 这种方法是将塑料薄膜制作成帐，将散装、箱装或筐装苹果扣于帐内密封贮藏。试验用的大帐形式多样，贮藏量少至千公斤，多至上万公斤。帐内气体组成采用人工快速降 O_2 和自然降 O_2 两种方法加以调节。大量试验表明，人工快速降 O_2 大帐贮藏的效果优于自然降 O_2 ，尤其是在常温下更为显著。

大连市果品公司采用 0.1 毫米的 PE 薄膜对金冠、红冠、国光、印度等苹果品种扣帐贮藏，贮果量为 8 ~ 10 吨，高度以苹果木箱 8 层高为宜。在帐的中上部开放气孔（直径 1 尺）2 个，最好是对称。果实采收入库后立即扣帐，并用氮气瓶直接充氮，使帐温下降到 2°C ， O_2 下降到 2%，亦可直接充入 CO_2 ，以迅速提高 CO_2 浓度，温度最好在 $-1 \sim -2^\circ\text{C}$ ，相对湿度为 90% ~ 95%。结果表明，金冠贮藏 128 天，好果率比对照提高 5.6%；红冠贮藏 180 天，好果率比对照提高 4.7%；国光贮藏 150 天，好果率比对照提高 4.1%。自然损耗明显下降，金冠、红冠和国光分别

比对照减少 1.0% 和 1.6%。供贮苹果颜色鲜艳、有光泽、果柄呈绿色、风味好、汁多、肉脆、芳香、甜酸适口，尤其是金冠苹果，不皱皮，仍和采收时一样新鲜。

3. 苹果涂膜气调保鲜与商品化处理

苹果表面有一层天然的蜡质保护层，由于采后处理或清洗中受到一定的破坏，贮运过程中极易失水萎蔫。涂被即人为地在果实表面涂一层蜡液或胶体物质，形成一层薄膜，其主要功效有 3 方面：第一，阻隔果实内外 O_2 和 CO_2 等气体交换，抑制果实呼吸和水分蒸发，从而减少营养物质的损失，减缓萎蔫和衰老；第二，增加果实表面的光泽度，使外观商品性能加强；第三，减少病原菌对果实的侵染（若加入防腐剂效果更好）。

① 常见涂被剂（蜡液）：目前，世界上用涂被剂处理应用与研究最多的水果品种是柑橘和苹果两大水果。几种主要涂被剂蜡液有西班牙蜡液、3 号虫胶蜡液、日本蜡液和中国蜡液。

② 涂被方法：分为人工涂被和机械涂被两种。其中人工涂蜡是将洗净、干燥的果实放在蜡液中浸透 30 ~ 60 秒后取出，用软质毛巾将果面的蜡液涂抹均匀，晾干即可。手工打蜡优点为简便易行、成本低、机械伤少等，缺点是涂被层厚度不均匀，涂被剂用量大。

机械涂蜡是将蜡液通过加压，经过特制的喷嘴，以雾状喷至产品表面，同时通过转动的马毛尾刷，将表面蜡液涂抹均匀、抛光，并经过干燥装置烘干。机械涂被优点为效率高、涂抹均匀、果面光洁度好、涂被层厚度易于控制，缺点是设备投资大、只适合工厂化作业。

③ 涂被效果：涂被程序为果实分拣→清洗→沥水→干燥→涂被→烘干→分级→入库，处理后于 2℃ 以下 4 个月的保鲜效果见表 1-2。

表 1-2 红星苹果涂被保鲜 120 天的效果分析

方 式	失重率(%)	硬度(牛/平方厘米)	腐烂率(%)	可溶性固形物(%)
不涂被	7.53	10.8	5.0	14.6
机械喷涂	4.78	14.4	1.6	19.3

④注意事项：涂被应厚薄均匀、适当，过厚会影响呼吸，导致呼吸代谢失调，引起生理伤害，使果蔬变质，产生异味，甚至腐烂。

涂被剂本身必须安全无毒，无损于人体健康。

成本低廉，使用方便、简单，材料易得，便于推广。

涂被剂处理是果蔬采后一定期限内商品化处理的一种辅助措施，只能在短期贮藏、运输或上市前进行处理，以改善产品的外观品质。

4. 苹果保鲜的重大突破——1-MCP 的应用

1-MCP (1-甲基环丙烯) 是近几年用于苹果、花卉等园艺产品贮运保鲜方面的一种极为有效的保鲜剂。在水果方面 1-MCP 可以显著抑制苹果、梨等多种跃变型水果的呼吸和乙烯的合成，推迟乙烯与呼吸高峰的出现，对于保持果实硬度、酸含量、可溶性固形物及底色保持十分有效，另外 1-MCP 处理可显著减少或消除苹果贮藏及货架期的虎皮病等生理病害。1-MCP 由于使用浓度低、效果显著、无毒副作用，引起人们的广泛关注，被称为水果保鲜尤其是苹果保鲜的革命。

常温 20℃ 下，1-MCP 处理果实内源乙烯浓度仅为对照的 0.4% ~ 9%，呼吸强度为对照的 40% ~ 50%。苹果在普通冷藏条件下采用 1-MCP 处理，贮藏 6 ~ 9 个月，果实硬度、酸含量高于或明显高于气调贮藏，表现最差的品种也与气调贮藏基本相当。1-MCP 处理对苹果虎皮病防治效果远远好于气调贮藏，经处理的苹果，无论是在普通冷藏还是在气调贮藏条件下，虎皮病均能得到基本或完全控制。另外，1-MCP 处理对果心褐变及果面发

黏防止效果极佳。1-MCP 处理 + 气调贮藏, 对贮藏后果实硬度、酸含量还是虎皮病控制等方面, 贮藏效果明显好于单纯气调贮藏。

需要注意的是必须在苹果呼吸跃变之前采用 1-MCP 处理, 否则效果较差。处理后贮藏温度应与气调贮藏温度一致, 不可过低。

5. 苹果贮藏病害——虎皮病

虎皮病是影响苹果商品价值的第一大贮藏病害, 它不仅伤害果实的商品品质, 并常造成重大经济损失。

(1) 症状及其分类 虎皮病的主要症状是果皮产生分散的不规则的褐斑。有些品种的病部呈带状或片状, 有些品种则呈密集的病斑。此病一般只发生于果皮表层细胞, 对果实风味无明显影响, 但发病严重时, 也可能危及果肉细胞, 促进果实内微生物繁衍而产生腐烂。在有关虎皮病研究的大量历史文献中, 对其症状的描述都是对特定品种而言的, 因而也不完全一致。Leoyd A 等 (1979) 据此把虎皮病分为 3 种不同类型:

①原发型表面型虎皮病: 其症状是果皮褐变, 极严重时罹病部深及果肉 6 毫米。能在所有苹果品种上发病, 但以绿色品种最敏感。当在着色品种上发生时, 病症出现在果实的阴面 (即绿色果面) 上。例如, 玉霞品种的果实中度发病时, 病部限在果皮表面上, 可以与正常健康的果皮层相分离; 严重发病时大部果皮细胞褐变或死亡。

②衰老型虎皮病: 它主要发生在晚采收的或贮藏期长的金冠苹果上。金冠苹果对原发型虎皮病不敏感, 但是近年来随着贮藏方法的改进, 金冠苹果已能贮藏达 7 个月以上, 因而也随之观察到衰老型虎皮病。病症是果皮自萼洼处开始褐变, 然后延及果实两面。

③软化型或深化型虎皮病: 国内有人译为软褐烫病。其主要症状是褐变部位呈片状或长、条纹状病斑, 界限分明, 有时深及果肉 3 毫米以上, 它是苹果在 0℃ 左右贮藏时常发