



金苹果丛书

果蔬

李喜宏
编著

微型节能保鲜冷库

GUOSHU
WEIXINGJIEJING
BAOXIAN
LENGKU

天津科学技术出版社



果蔬 冷库

微型节能环保

天津科学技术出版社



李喜宏 编著

江苏工业学院图书馆
藏书章



图书在版编目(CIP)数据

果蔬微型节能保鲜冷库/李喜宏编著. —天津:
天津科学技术出版社, 2003.9

(金苹果丛书)

ISBN 7-5308-3469-X

I. 果... II. 李... III. ①冷藏库 IV. TB657.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第032023号

责任编辑:杨勃森

版式设计:雒桂芬

责任印制:张军利

天津科学技术出版社出版

出版人:胡振泰

天津市和平区西康路35号 邮编 300051 电话(022)27306314

网址:www.tjkjbs.com.cn

天津新华印刷三厂印刷

新华书店天津发行所发行

*

开本 850×1168 1/32 印张 10.5 字数 258 000

2003年9月第1版

2003年9月第1次印刷

定价:15.80元

目 录

第一章 果蔬现代化保鲜的关键技术	(1)
一、微型节能保鲜冷库的技术模式	(1)
二、果蔬现代化保鲜概念	(3)
三、果蔬保鲜的技术途径	(4)
四、湿度的作用与调节	(31)
五、气体的作用与气调贮藏	(33)
第二章 微型节能保鲜冷库的技术评估	(56)
一、研究与开发概况	(56)
二、微型节能保鲜冷库开发的可行性	(58)
三、社会效益	(80)
四、微型节能保鲜冷库开发的“515”技术模式	(84)
五、微型节能保鲜冷库开发的运行模式	(85)
第三章 微型节能保鲜冷库的设计与建造	(98)
一、微型节能保鲜冷库的技术标准	(98)
二、土建式微型节能保鲜冷库的设计标准与依据	(105)
三、保温门与保温窗的设计制作	(140)
四、土建式微型节能保鲜冷库的简明施工技术	(144)

五、土建式微型节能保鲜冷库的典型设计图解	(150)
第四章 微型节能保鲜冷库的配套制冷设备	(185)
一、制冷设备的基础	(185)
二、微型节能保鲜冷库的设备匹配	(199)
第五章 微型节能保鲜冷库的应用与新进展	(252)
一、库体与设备的参数测算法	(252)
二、微型节能保鲜冷库的检验测试	(259)
三、微型节能保鲜冷库的经营与管理	(265)
四、微型节能保鲜冷库技术的新进展	(308)
参考文献	(328)

第一章 果蔬现代化保鲜的关键技术

果蔬现代化保鲜基础包括概念、理论、途径、方法和手段等。微型节能保鲜冷库技术体系的产生和演变过程,与我国农业生产体制和经济体制的改革息息相关,逐步形成适于发展中国家经济类型的果蔬保鲜新概念、新学科。

微型节能保鲜冷库解决了我国当前农业生产体制条件下,产地保鲜现代化、产业化的科技难题。大多数发展中国家具有人多地少、农业生产水平低、农业生产规模小、经济基础差、果蔬生产与经营以个体为主、水电等能源资源有限、生态环境恶劣等不利因素。二次大战后,发展中国家与发达国家保鲜产业化水平差距越来越大。微型节能保鲜冷库激活我国现阶段产地保鲜的实践证明,发展中国家难以推广发达国家标准化生产与高消费支撑的“高投入、高能耗、高科技、高效益”的“四高”保鲜产业化技术模式,只能采取以微型节能保鲜冷库为依托的“低投入、低能耗、高科技、高效益”的“二低二高”的技术模式。

一、微型节能保鲜冷库的技术模式

微型节能保鲜冷库历经近 10 年的理论与实践的总结和完善,集机械制冷、自动化控制、生物自发气调、优化设计、材料筛选等学科交叉技术于一体,已形成了独立的“经济型库体+集成式设备+自动化控制”的果蔬产地贮藏设施工程技术模式,从而建立了“微

型节能保鲜冷库+MA+无公害防腐”的保鲜产业化技术体系,如图1-1。

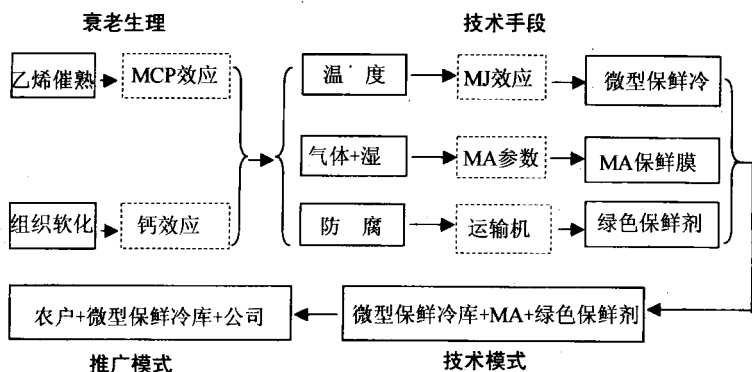


图 1-1 微型节能保鲜冷库技术体系及其开发模式图

以微型节能保鲜冷库为先导,果蔬专用保鲜膜+绿色保鲜剂为基础,由理论到实践及与国情相结合的方法是“衰老机理→技术手段→推广”模式,从而系统研究建立了产地贮藏“微型节能保鲜冷库+MA+绿色保鲜剂”的工程化技术模式和“农户+微型节能保鲜冷库+公司”的保鲜产业化推广模式。

其中MA(保鲜膜自发气调保鲜)和保鲜剂无公害防腐技术,将结合主要农产品微型节能保鲜冷库技术作简要介绍。

1. 经济型冷库

内容包括使用结构优化设计、土建式库体无冷桥设计、旧房改造技术和防潮工艺等。

2. 集成式设备

内容包括制冷量匹配、配套制冷系统优化设计和系统结构改造与设计等。

3. 自动控制

内容包括系统运行压力保护、设备运行自动控制、蒸发器除霜



自动控制、温度自动采集、计算机远程诊断和缺相保护等。

上述经济型库体设计与工艺、集成式设备匹配和全自动智能化控制组成了微型节能保鲜冷库的技术主体。

二、果蔬现代化保鲜概念

现代保鲜理念是全球化人类资源共享。呈现出 3 个显著变化特点,其中保鲜场所由销地→产地,技术由狭义→广义,观念由效益→生态,从而推动保鲜技术不断革命。

微型节能保鲜冷库技术体系正是在上述背景下产生。设施由销地→产地,导致保鲜内涵发生变化,保鲜由传统的商业功能转变成现代的生产功能。设施的使用管理,由一般性地满足城镇居民副食供应的经营活动,变化为产地农村果蔬采后减损、保值、增值基础,使果蔬采后损失由长期以来的 25%~30%,下降到发达国家的 3%~5%。因此,现代化的“低投入、高效益”设施类型,才能适应我国现阶段农业和生产者实际生产力水平。当前我国人均耕地 1.6 亩(世界平均 3.75 亩)(1 亩=0.067 公顷),一等地好地仅占 40%,加之 30 年不变的家庭承包生产体制,保鲜设施微型化必然成为趋势。

技术的狭义→广义,现代保鲜技术概念更注重保鲜产品的品种、采收期、产量、质量的控制,以提高果蔬的耐藏性。

观念的效益→生态,是在满足保鲜效益的前提下,改进技术,减少环境污染和果实无公害保鲜。例如,果实长期套袋栽培防止农药污染,提高果实商品外观;研制开发无氟制冷设备,减少大气臭氧层破坏;改进制冷剂 and 压缩机做功方式,提高热效率节能;降低保鲜剂用量,防止采后二次污染等。

保鲜新概念是确立保鲜技术模式的思想基础。现代化保鲜技术途径包罗万象,如低温保鲜法、常温保鲜法、气调保鲜法、植物外源激素调控法、假植或留树生长保鲜法、加工保鲜法、生物基因工

程(转基因)保鲜法、防腐保鲜法、高湿保鲜法、减压保鲜法等。可以根据果蔬的品种、环境控制方式无限细化出几十种、几百种保鲜方法,但果蔬采后保鲜的关键问题归根结底只有 2 方面。

① 果蔬自身因素,如品种、品质、形状等遗传因素;② 外部环境因素(保鲜条件),如温度、湿度、气体和防腐。

内因是由大自然长期驯化演变而来,表现出自身强烈生命活动规律,打破常规难免失去平衡,如番茄(乙烯合成前体)ACC 转基因生物育种,可以使番茄采后软化衰老时间延迟,常温下放置时间数倍增加,但味感变差,产量降低。而外因控制则随着科技进步,调控的方式多样,手段更加准确、定量或数字化。

三、果蔬保鲜的技术途径

温度、湿度、气体和防腐是果蔬采后保鲜的 4 要素,其中技术贡献率:温度占 60%~70%,湿度、气体和防腐各占 10%~15%。微型节能保鲜冷库直接控制贮藏环境的温度,间接调节湿度和气体。

(一)温度的作用与调控

1. 温度的生理作用

温度是抑制农产品采后呼吸强度,延缓衰老的关键因素。一般在 0~35℃ 范围内,呼吸强度随着温度的升高而加强,温度每升高 10℃,呼吸强度就增加 2~2.5 倍,称为温度系数,用 Q_{10} 表示。一般 $Q_{10} \approx 2 \sim 2.5$,如表 1-1 所示。现以蔬菜为例,说明 Q_{10} 与环境关系。

表 1-1 几种蔬菜呼吸的温度系数与温度范围的关系

种 类	0.5~10℃	10~24℃	种 类	0.5~10℃	10~24℃
石刁柏	3.5	2.5	胡萝卜	3.3	1.9
豌豆	3.9	2.0	莴苣	1.6	2.0

续

种 类	0.5 ~ 10℃	10 ~ 24℃	种 类	0.5 ~ 10℃	10 ~ 24℃
菜豆	5.1	2.5	番茄	2.0	2.3
菠菜	3.2	2.6	黄瓜	4.2	1.9
辣椒	2.8	3.2	马铃薯	2.1	2.2

不同果蔬在一定条件下的 Q_{10} 不同,如香蕉 5 ~ 15℃ 时 Q_{10} 为 2.4; 番木瓜 5 ~ 15℃ 时 Q_{10} 为 3.0; 苹果 5 ~ 15℃ 时, Q_{10} 为 2.5; 番茄 10 ~ 24℃ 时, Q_{10} 为 2.3; 菜豆 10 ~ 24℃ 时, Q_{10} 为 2.5; 0.5 ~ 10℃ 时, Q_{10} 为 5.1; 菠菜 10 ~ 24℃ 时, Q_{10} 为 2.6; 0.5 ~ 10℃ 时, Q_{10} 为 3.2; 胡萝卜 10 ~ 24℃ 时, Q_{10} 为 1.9; 0.5 ~ 10℃ 时, Q_{10} 为 3.3。

Q_{10} 表明温度每相差 10℃, 呼吸消耗相差 2 ~ 2.5 倍, 即相当于贮藏寿命(贮藏时间)相差 2 ~ 2.5 倍。以新红星苹果为例, 如表 1-2 所示, 不同温度条件下, 呼吸强度、呼吸高峰出现时间、果肉硬度之间均有显著性差异。20℃ 条件下第一次呼吸高峰出现时间(10 天)较 10℃ (20 天)提前 2 倍, 较 0℃ (39 天)提前约 4 倍, 而且峰值也高, 贮藏 172 天果肉硬度小于 4.5 kg/cm² (国内商品标准)。第二次呼吸高峰出现时间相同, 但峰值不同。第一次高峰之后是风味最佳时期, 第二次高峰之后是衰老加剧的开始。另外, 划分呼吸类型, 对气调贮藏有实际意义(见气体作用一节)。

表 1-2 不同温度条件下的苹果呼吸强度与果肉硬度分析

(新红星苹果贮藏 172 天)

贮温℃	第一次呼吸高峰		第二次呼吸高峰		果肉硬度 (kg/cm ²)
	时间(天)	峰值(mg/kg·h)	时间(天)	峰值(mg/kg·h)	
20	10	15.32	67	9.59	3.35Cc
10	20	10.67	67	8.27	5.02Bb
0	39	9.30	67	4.53	6.67Aa

Q_{10} 值与果蔬品种、种类、产地、生态环境等因素均有关。在一

定温度范围内对某种果蔬来说, Q_{10} 值差异不大。一般来说, 当温度超过 $35 \sim 40^{\circ}\text{C}$ 时, 由于某些酶类代谢钝化或丧失, 因此呼吸作用反而下降或停止。但并不是说温度越低越好, 现代贮藏观念虽然说在果蔬(包括其他农产品)不产生冷害、冻害的情况下, 贮藏温度越低越好, 但同时也说在临界温度条件下, 也会产生生理失调现象。不同品种、不同成熟度对低温的抵御能力不同。总之, 大多数亚热带果蔬, 由于生长在系统高温条件下, 往往对接近 0°C 的低温不适应, 而温带果蔬则适于在接近 0°C 的条件下贮藏。

2. 温度的生理失调

温度的生理失调是由于环境温度调控失调时, 形成的逆境温度胁迫伤害所致。

从降低贮藏产品的呼吸强度, 抑制各种营养损失, 延长贮藏寿命角度出发, 低温有利于果蔬保鲜。而对于农产品贮藏保鲜来说, 贮藏期间的温度管理, 对于大多数技术管理人员来说, 迅速预冷, 快速降温, 都可以努力做到。而生产(贮、运、销)当中, 使保鲜产品发生冻害或冷害的现象又普遍存在。

(1) 冻害 冻害是指环境温度低于细胞液的冰点温度而使植物细胞组织内结冰的现象。大多数果蔬冻结首先是胞间冻结, 胞间小晶核不断长大, 使细胞内水分不断从细胞中迁移出来, 在胞间隙中结晶, 最终使细胞结构破坏。若环境温度很低即过冷过程很深, 则也可以使细胞内结冰, 称胞内冻结, 胞内冻结对细胞质和细胞器的破坏性强, 几乎是毁灭性的。如果冻结程度不很深, 注意选择解冻方式, 如解冻温度、速度, 解冻后就不会呈现失水、褐变或异味等冻害症状。若冻害达到胞内结冰的程度, 则无论采取何种解冻方式, 都将表现冻害症状。

果蔬含水量比较大, 达 $70\% \sim 98\%$ 或更大, 但果蔬细胞组织内含有一定量的碳水化合物及无机盐等, 细胞液的冰点低于 0°C 。不同果蔬品种冰点温度不同, 一般蔬菜为 $-1.5 \sim -0.7^{\circ}\text{C}$, 水果冰



点则略低些。如苹果可达 -1.5°C 以下。

当果蔬温度下降接近冰点温度时,随环境温度降低,细胞组织温度下降速度便加快。当温度低于冰点温度时,组织温度直线下降,稍有疏忽即易使果蔬遭受冻害。

(2)冷害症状 冷害是指在高于细胞组织冰点的温度条件下,农产品因对低温不适应产生的生理代谢失调。冷害不同于冻害,冷害在贮藏生产中更容易发生,而且经常发生。如果技术管理不当,冷害带来的损失就会在某种程度上大于冻害,故应当引起足够重视。

不同品种、成熟度、形状、大小的农产品的冷害症状各异,如有的腐烂,有的变色,有的凹陷,有的则不能正常完熟。腐烂的直接原因不是冷害,而是冷害削弱了细胞组织对病原物的抵抗力,以及阻碍了组织愈伤作用。变色呈棕色、褐或黑色斑块,变色在表皮和内部均可发生,如香蕉表皮黑色斑点、菜豆表皮褐变及茄子内部褐变等。表面凹陷几乎是冷害产品普遍的早期症状,不适低温使细胞受伤死亡,进而低湿条件又使细胞脱水导致组织塌陷,因此高湿虽然能减轻或避免出现凹陷,但并不能避免冷害的生理伤害产生。主要果蔬的冷害症状如表 1-3 所示。

表 1-3 果蔬发生低温冷害的温度及症状

	温度($^{\circ}\text{C}$)	症 状
苹果(部分品种)	2.2~3.3	橡皮病,烫伤,果肉(果心)褐变
梨(部分品种)	5.0~8.0	果肉(果心)褐变
香蕉(绿、黄果)	11.7~13.3	果皮变黑,后熟不良
葡萄柚	10.0	果皮凹陷,水浸状腐烂
柠檬	10.0~15.4	果皮凹陷,红褐色斑点,囊瓣膜变红
橙(品种各异)	2.8~5.0	果皮凹陷,褐变
柑橘(品种各异)	3.0~9.0	果皮凹陷及腐烂,水肿

续

	温度(℃)	症 状
芒果	4.4~12.8	果皮变黑,后熟不良
菠萝	6.1~10.0	后熟异常,果肉变褐
樱桃(部分品种)	0.0~1.0	贮藏升温发生烫伤病
梅(部分品种)	5.0~8.0	褐变,凹陷
荔枝	0.0~1.0	果皮变黑
橄榄	6.0~7.0	果肉褐色
番木瓜与木瓜	6.1~7.0	果皮凹陷,果肉水浸状,后熟不良
人参果	1.9~0	不能成熟
桃与杏	-1.0~0.0	果实异味
扁豆	7.2~10.0	凹陷,变色
黄瓜	7.2	凹陷,水浸状斑点,腐败
茄子	7.2	烫伤病,腐烂
甜瓜	2.2~4.4	凹陷,表面腐烂
西瓜	4.4	凹陷,异味
柿子椒	7.2	凹陷,种子褐变
土豆	3.3~4.4	褐变,糖分增加
南瓜	10.0	腐烂
甘薯	12.8	凹陷,内部变色
番茄(成熟果)	7.2~10.0	水浸状软化,腐烂
(未熟果)	12.8~13.9	后熟不良,腐烂
秋葵	10.0以下	褐变,凹陷,维生素C迅速减少
青豆角	10.0以下	褐变,凹陷
生姜	10.0以下	内部变色
甘薯	10.0以下	内部变色

(3)冷害影响因素 影响冷害的因素有品种、成熟度、温度等,

一般成熟度大的较成熟度小的冷害轻。如香蕉刚采收时 1.1℃ 时 2 小时, 7.2℃ 时 4 小时, 10℃ 时 36 小时内即受伤害, 若充分完熟, 则可几天内不产生伤害。温度对冷害的作用与时间和低温强度两方面因素有关。如甘薯在 0℃ 中 1 天即受害, 在 7.2℃ 中 4 天还不受害, 在 10℃ 时 4 天无明显的伤害, 但延长到 10 天即伤害严重。另一些试验表明, 冷害有“中温效应”, 即中间温度比较高或较低的温度造成的冷害更重。如葡萄柚在 0℃ 或 10℃ 温度下贮藏 4~6 周后, 很少发生干疤, 5℃ 时则干疤严重。

冷害通常有两个表现过程, 即伤害的诱导和症状的表现。青椒在 0℃ 左右贮藏时, 迅速诱导伤害, 但症状的显现缓慢; 在 2~4℃ 时伤害诱导较慢, 而症状表现得较早, 因为较高温度对冷害变化的熟化效应更快。在贮藏过程中, 有的人在较低的温度下贮藏西瓜、青椒、黄瓜等, 常把症状表现慢的, 误认为是有效方法。冬季北方地区香蕉表皮褐变、柑橘发苦、西瓜表皮黑点(斑)等均由冷害引起。

果蔬品种不同, 对温度逆境胁迫伤害反应水平有较大差异(表 1-4)。对低温耐性或称感受性的了解, 有助于选择采取何种温度处理方式, 耐低温或感受性、敏感性小的果蔬, 多少冻一点或受点冷害, 如苹果、菠菜, 通过缓慢回温, 当温度适宜时, 症状可以自动解除, 对保鲜效果影响也不大, 为了保鲜时间长一些, 温度尽可能控制低些。而对温度感受性大的果蔬如香蕉、黄瓜等, 温度控制必须严格细致, 否则一旦出现温度伤害, 则无可挽回。

表 1-4 果蔬对低温的感受性

种 类	冰点 (℃)	对低温的感受性			种 类	冰点 (℃)	对低温的感受性		
		小	中	大			小	中	大
苹果	-1.5		+		柠檬	-1.3			+
鳄梨	-1			+	橘子	-1.5		+	

续

种 类	冰点 (℃)	对低温的感受性			种 类	冰点 (℃)	对低温的感受性		
		小	中	大			小	中	大
香蕉	-1			+	桃子	-0.9		+	
葡萄	-3		+		洋梨	-1		+	
葡萄柚	-1.5		+		李子	-0.8		+	
茶姆	-1.5			+	莴苣	-0.2		+	
龙须菜	-0.5	+			洋葱	-1		+	
甜菜	-1.5	+			荷兰芹	-0.8		+	
西洋甘蓝	-1	+			荷兰防风	-1		+	
甘蓝(新)	-1.5		+		胡椒	-0.5			+
甘蓝	-0.5	+			地瓜	-1			+
胡萝卜	-1	+			土豆	-0.6			+
菜花	-1.5	+			菜豆	-0.7		+	
芹菜	-0.3		+		菠菜	-0.3	+		
黄瓜	-0.5			+	南瓜(夏)	-0.5			+
茄子	-0.5			+	南瓜(冬)	-1		+	
羽衣甘蓝	-0.5	+			西红柿	-0.5			+
茺荽	-1		+						

(4)冷害的生理反应和机制 反常的呼吸反应。讨论温度对呼吸的作用时,曾提到 Q_{10} (温度系数),许多水果的温度系数 (Q_{10}) 约为 2.4,但受冷害时 Q_{10} 增大。香蕉在 6.1℃ 中贮藏 9 天后转入 20℃ 的条件下, CO_2 的生成量增多,主要是由于 6-磷酸葡萄糖脱氢酶和磷酸羧化酶增加。黄瓜冷害 $RQ(CO_2/O_2)$ 开始时小于 1, 7 天后达到 1,有的试验则证明,冷温下的呼吸变化与 O_2 浓度无关,冷温抑制呼吸作用的有氧阶段,对无氧阶段无任何抑制作用。如黄瓜当处于冷温时, O_2 由 1% ~ 100%,其呼吸速率不受影响,无

氧呼吸使 ATP 量减少,代谢失调。

积累有毒物质。冷害中积累的有毒物质主要是无氧呼吸的中间产物和终产物,如乙醛、乙醇、酚类、 α -酮酸和绿原酸等。苹果冷害产生的焦斑是长期积累的乙醛所致。苹果发生虎皮病又称烫伤病,低温不是直接原因,而是冷害温度使苹果的天然蜡质中积累的代谢产物—— α -法尼烯,被氧化为共轭三烯所致,其中包括自身氧化到 6—甲基—5 庚基—2 酮过程中释放的自由基的伤害。有毒物质伤害与毒素种类和积累量有关,某些果蔬贮藏期间的间歇加温处理即可减轻冷害。

代谢失调使膜脂相变。冷害使膜脂相变,细胞质膜由液晶体变为固凝胶体;之后原生质停止流动,透性增加及膜吸附酶活化能增加,结果 ATP 量减少,有毒代谢物质积累,溶质渗漏及离子平衡破坏,引起结合酶钝化,反应到阿里尼乌斯图上,为直线上出现折点,即活化能折点。如为冷敏感植物的甘薯、番茄、黄瓜在 10 ~ 12℃ 处都出现下弯折。0℃ 受害的番茄泄漏的电解质急剧增加,苹果低温下草酰乙酸盐积累,在琥珀酸酶系统进行柠檬酸循环中,作为一种抑制剂,抑制线粒体内琥珀酸的氧化。

其他伤害。主要是一种为酶反应固有的活化能之间的差异,造成代谢障碍。如绿原酸代谢的两种酶:羟苯丙烯酸酰转移酶和苯丙氨酸解氨酶。当温度小于 10℃ 时,活性增加(可逆)极明显;另一种为低温削弱疏水键,造成蛋白质变性。

在一定温度条件下,一种酶被活化,另一种酶可能被抑制,因为每种酶反应都有最适温度。冷害组织中,淀粉酶的活性降低 75% ~ 88%,而转化酶的活性却提高了 1 倍多。低温胁迫使能清除自由基的酶类如 SOD(超氧化物歧化酶)、POD(过氧化物酶等)活性受到影响,使体内自由基等增多。当自由基浓度超过阈值时,生物大分子被破坏,特别是膜脂中不饱和脂肪酸的双键被自由基攻击,而发生过氧化作用,再产生更多的自由基,如此恶性循环。

(5)冷害的回避与调节 以桃为例,桃对冷害极为敏感,冷害使桃细胞超微结构受到伤害,以中熟品种大久保、绿化9号,晚熟品种北京13号桃为试材,通过分析冷害对细胞壁、细胞核、叶绿体、线粒体等亚细胞结构的影响最显著,细胞间隙进一步扩大,胞间连丝增多、增粗,并形成中央腔室出现分枝。细胞内含物穿壁交换明显可见,如图1-2(7)。细胞壁不均匀加厚,细胞变形如图1-2(8)。

①自然衰老超微结构变化规律 7天,细胞壁中胶层大面积裂解形成胞间隙,但细胞壁均匀,质壁分离局部发生,细胞器少,果实芳香,底色变黄,柄端缝线开裂,果肉变软,风味浓郁,汁多爽口,充分表现了本品种固有的后熟性状,如图1-2(9),与冷害果实糠化、褐变有明显差异。

②大久保桃高 CO_2 (大于12%)处理的超微结构变化 研究高 CO_2 处理7天,果实虽保持了采收时的外观,但质地脆韧,脱离高 CO_2 环境也不能软化,香气丧失,出现异味。胞壁上有胞间连丝痕迹,但细胞壁均匀,无异常加厚现象。这些事实反证了冷藏后桃果实细胞间通道增加,细胞内含物外泄及细胞壁次生增厚,是低温对桃造成的特殊伤害。

③不同品种低温冷藏表现结果 绿化9号和北京13号桃,新鲜样品的细胞超微结构与大久保桃相似。

20天,绿化9号和北京13号桃口感柔软多汁,风味浓郁,细胞壁上胞间连丝未见增多,未发现完全质壁分离现象。

35天,仍保持正常的品质和后熟能力。细胞学观察,绿化9号桃无明显变化,北京13号桃细胞壁上出现破损,但未见异常加厚等次生变化,而此时大久保已表现出明显冷害。表明在低温下能较长时间保持正常细胞结构的品种,耐藏性较好。

114天,北京13号仍能见到一些细胞器,而且双膜结构基本完整,内质网清晰,线粒体内脊较明显,如图1-2(10、11)说明冷藏