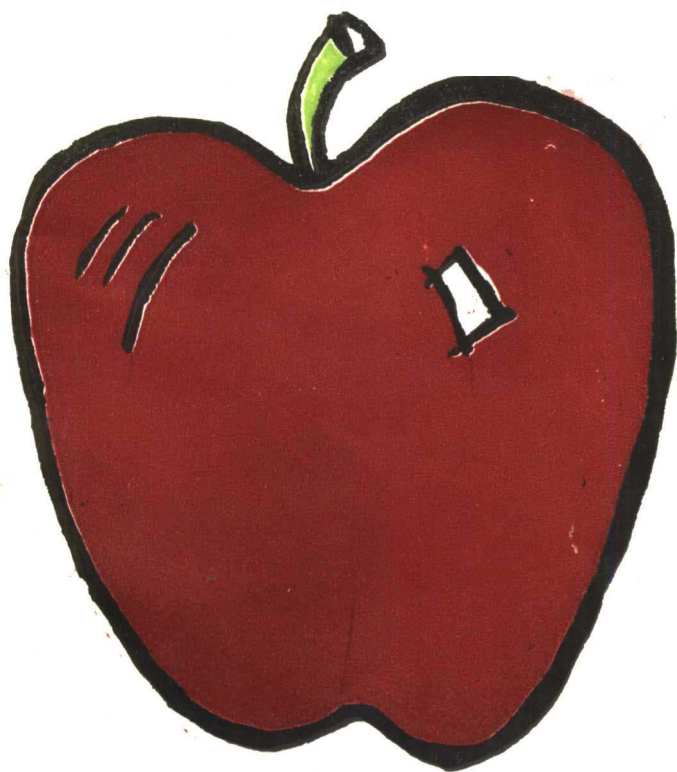

果蔬贮藏保鲜加工技术丛书

苹果贮藏与加工

任裕芳 刘绍贤 黄谷人 蓝正伍编



果蔬贮藏保鲜加工技术丛书

苹果贮藏与加工

任裕芳 刘绍贤 编
黄谷人 蓝正伍

果蔬贮藏保鲜加工技术丛书

苹果贮藏与加工

任裕芳 刘绍贤 编
黄谷人 蓝正伍

* * *

责任编辑 赵源林

农业出版社出版 (北京朝阳区枣营路)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm 32 开本 4.5 印张 94 千字

1989 年 7 月第 1 版 1989 年 7 月北京第 1 次印刷

印数 1—4,300 册 定价 1.70 元

ISBN 7-109-00769-3/S·582

出 版 说 明

随着农村产业结构的调整和商品经济的发展，农村迫切需要各种农产品尤其是果品、蔬菜的贮藏、保鲜与加工等方面技术。为此我们组织了一套《果蔬贮藏保鲜加工技术丛书》。丛书按果蔬主要种类分册出版，果品有：苹果、柑桔、山楂、葡萄、桃、梨、草莓、板栗等，蔬菜有：番茄、辣椒、白菜、瓜类、薯类、葱姜蒜、食用菌等。

这套丛书以介绍实用技术为主，同时考虑到经济效益，对于关键技术环节不仅讲明怎样做，还简要说明道理，以便读者更好地理解并正确地掌握技术。

本书主要供具有初中以上文化程度的乡镇企业技术人员、农村专业户、联营户等参考。

前 言

苹果是最常见的水果之一，不仅分布面积广，产量高，而且营养价值也比较高。然而由于贮藏不当，加工跟不上，造成的损耗也十分惊人。因此，苹果的科学贮藏保鲜与加工技术日趋重要。

这本书广泛收集了我国各种传统的简易贮藏方法和现代较先进的各种贮藏方法，如埋藏、窖藏、通风库贮藏、机械冷藏及气调贮藏等，并阐述了果干、果汁、果脯、果酱、罐头等制作工艺。各地可以根据具体情况学用结合，灵活掌握。

北京市农场管理局副总农艺师莎建尧同志为该书审稿，在此表示感谢！

由于作者水平有限，书中难免有错误或不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

1987年6月

目 录

苹 果 贮 藏

一、苹果贮藏的基本原理	1
(一) 概述	1
(二) 苹果采后生理	3
(三) 苹果衰老与控制	10
二、苹果的贮藏方法	14
(一) 苹果的简易贮藏方法	14
(二) 通风库贮藏	27
(三) 苹果的机械冷藏	49
(四) 苹果的气调贮藏	56
三、苹果贮藏中常见的病害及防治	74
(一) 虎皮病	74
(二) 苦痘病	75
(三) 斑点病	76
(四) 苹果褐变病	77
(五) 开花病	78
(六) 褐腐病	79
(七) 炭疽病	80
(八) 青霉病	81

苹 果 加 工

一、苹果加工的基本原理	83
-------------------	----

(一) 果干干制的基本原理	83
(二) 果脯和蜜饯糖制的基本原理	84
(三) 果汁加工	85
(四) 果酱加工	85
(五) 罐藏的基本原理	85
二、苹果干加工	86
(一) 原料选择和处理	86
(二) 干制方法	87
(三) 干制设备	89
(四) 工艺流程	94
(五) 检验包装	94
(六) 注意事项	94
三、苹果脯的制作	95
(一) 工艺过程及设备	95
(二) 加工方法	96
(三) 检验	101
四、苹果酱的制作	102
(一) 设备及使用器具	103
(二) 加工工艺	103
(三) 产品的检验	107
(四) 注意事项	107
五、苹果汁的加工	107
(一) 原料的选择及处理	108
(二) 原料的破碎	110
(三) 榨汁与粗滤	110
(四) 澄清和过滤	111
(五) 糖酸调整	112
(六) 杀菌	113
(七) 分装、密封与保存	113

六、糖水苹果罐头的加工	113
(一) 生产设备	114
(二) 加工工艺	116
(三) 注意事项	121
附录一 奥氏气体分析仪的使用	122
附录二 CH-2型氧气、二氧化碳气体分析仪的使用	127
附录三 手持糖量计的使用	130
附录四 果实硬度测定计的使用	132

苹果贮藏

一、苹果贮藏的基本原理

(一) 概述 从树上摘下的苹果，仍然是活的有生命的机体，体内进行着一系列的生命活动，并且是不可逆的变化过程。如果不给苹果以适宜的贮藏条件，则会导致果品腐烂。为了延缓苹果衰老过程，保持其新鲜度与品质，延长贮藏期限，尽可能满足人民生活需要，需要对苹果进行科学的贮藏与加工。

不同品种的苹果其耐贮性不同。苹果的耐贮性与抗病性有关。一般抗病性强的品种，其耐贮性也强。反之，则弱。所以，栽培时要选用耐贮并抗病的品种。

影响苹果贮藏寿命的有以下几个因素。

1. 环境因素

(1) 温度 温度关系到苹果品质、着色和抗病性，在适宜温度条件下生长的果实品质好，耐贮藏。一般苹果产区3—9月份的平均温度是11—19.5℃，大多数苹果品种适温为12—15.5℃。苹果喜欢凉爽气候，如昼夜温差大，果实品质就好。南方夏季温度过高，果实成熟早，色泽、品质均差，

也不耐贮藏。北方夏季温度低于南方，昼夜温差大，雨少，因此北方生长的苹果比南方苹果品质好。

(2) 光照 苹果生长季节光照充足，则营养物质累积多，果实含糖量高，维生素C含量多。并且果实色泽也好，这是因为白天紫外光多，能促进花青素的形成。

(3) 降雨量和空气湿度 雨量适当，苹果果实品质好。如雨量过多，促使果肉细胞迅速膨大，果实内部向外皮层产生压力，引起裂果。多雨天光照差，导致果实品质差，不耐贮藏，易发病。

(4) 地理条件的影响 同种果树生长在不同纬度和海拔高度，因一系列气候条件的差异，果实品质贮藏性也有很大差异。国光是极耐贮品种，但在纬度较低的河南、江苏一带生长的国光苹果，耐贮性就差，而甘肃干旱地区生长的苹果耐贮性就强。

2. 栽培技术措施

(1) 修剪、整枝、疏花疏果 正确地采用修剪、整枝、疏花疏果这些措施，可以促进树体营养生长和生殖生长的平衡，保证果实正常发育，改善品质，使果实积累更多的营养物质，从而提高耐贮性和抗病性。

(2) 土壤 果树的生长发育与根系强弱有关，根系强壮，吸收能力强，吸收面积大，果树生长良好。而根系生长好坏又与土壤理化性质、肥力、水分等多种因素有关，因此，土壤管理技术直接或间接地影响着果实品质和耐贮性。

(3) 施肥 果树要注意氮、磷、钾三种肥料配合比例。施氮肥过多，果实着色差，呼吸强度增大，物质消耗加

快，在贮藏中硬度和糖、酸含量下降也快。苹果贮藏中易发生生理病害，如苦痘病、虎皮病、斑点病。缺钙也易发生苦痘病。土壤中钾含量过高，会与钙、镁的吸收相对抗，影响果实品质；钾缺乏果实含糖低，着色不好，品质也差。缺磷，色泽不鲜艳，果肉带绿色，含糖量降低，贮藏中果肉褐变或果实硬度降低，或发生水心病等，都不利于贮藏。

（4）灌溉 果树生长期适当灌溉可提高产量，改善品质。但采前大肥大水会显著降低果实干物质含量，细胞液浓度降低，因而降低了耐贮性和抗病性。

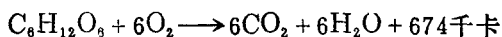
苹果贮藏效果除与以上诸因素有关外，很大程度上决定于采后处理措施、贮藏设备和管理技术。采收后苹果果实仍然继续进行着在树上的生理过程，但光合作用停止，来自树体的水分与营养物质突然被切断了，果实中含有的各种酶，在环境改变的情况下，必然进行一系列化学变化，进行以呼吸作用为主的新陈代谢过程，进而导致果实自然衰老变质。因此，贮藏就是要为苹果创造一个最适宜的环境条件，即温度、湿度、气体成分等，最大限度地抑制果实有机物消耗，延缓苹果衰老过程，使果实在长期贮藏中保持较好的食用品质和营养价值。

（二）苹果采后生理 苹果采后生理，是一个复杂的代谢循环过程，这个过程主要表现于呼吸作用。

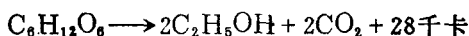
1. 呼吸作用 果实的呼吸作用，一般是从空气中吸收氧气，把糖类和其它物质氧化，分解成二氧化碳和水，同时释放出能量的过程。在缺氧、无氧情况下，果实被迫进行无氧呼吸。

• • •

(1) 有氧呼吸和无氧呼吸 有氧呼吸：果实从空气中吸进氧气把果实中的糖分分解成二氧化碳和水，这是植物主要呼吸方式，能提供大量能量供生命活动。反应式为：



无氧呼吸：果实不能从空气中吸收氧气，果实呼吸基质不能被彻底氧化，结果形成乙醇等物质，释放出的能量小。要维持生命，只有消耗更多营养物质。反应式为：



贮藏环境过分密闭，造成严重无氧呼吸，营养消耗快，产生有毒物质，使细胞中毒，因此过多的无氧呼吸对贮藏不利。

(2) 呼吸强度和呼吸消耗 呼吸强度（也称为呼吸率），是植物组织或器官，以鲜重为单位，在一定环境条件下，在一定时间内二氧化碳释放量或氧的吸收量。呼吸强度是通过测定呼吸气体交换量来测定的，是衡量生命强度的尺度。呼吸强度单位用1公斤果实在1小时内放出的二氧化碳的毫克数来表示。呼吸强度越大，单位时间内消耗的呼吸基质越多，衰老变质越快。温度是影响呼吸强度的最重要因素，一定温度范围内（5—30℃）呼吸强度随着温度的升高而加强，当环境温度升高10℃时，呼吸强度增加的倍数，称为呼吸温度系数，用 Q_{10} 表示。如果温度超过35℃，那么随着温度的继续升高，呼吸强度反而降低。一般低温范围内 Q_{10} 大，高温范围内 Q_{10} 小，这说明在低温范围内温度的微小变化，对呼吸强度都有明显的影响。因此要保持稳定的低温。贮藏温度过高，果实中酶被破坏，呼吸作用将被迫停止。在

贮藏中要设法抑制呼吸作用，采用气调、冷藏、减压等则都是为此目的。但不能无限抑制，以免引起生理病害。

从消耗呼吸基质葡萄糖、果糖、蔗糖看，呼吸作用是消极的。所以，贮藏中要降低呼吸强度，减少基质消耗，但不能使呼吸停止。因为，呼吸对果实贮藏有其积极的意义：

①正常呼吸所释放能量是一个缓慢的过程。能为果实生命一切活动提供持续的能量，供物质的转化，形成愈伤组织，水分养分输送等。

②为形成新的细胞提供原始材料。果实受到机械伤、病虫害侵害时，可在受伤部位激发呼吸活性，呼吸作用加强，引起一系列生化反应的加强，以提供能量和材料。呼吸中间产物合成与细胞分裂有关的成分，如氨基酸、蛋白质、酶、木栓质、角质、维生素等来修补伤口。

③呼吸是影响抗病性的因素之一。当果实受到微生物侵袭的时候，通过呼吸可以激化氧化系统，产生自卫反应。这是因为呼吸代谢中的氧化分解，其中大量的水解酶，抑制水解过程，保护自身的细胞不被分解。同时呼吸作用加强，可迅速合成积累大量酸类物质（绿原酸、咖啡酸等），酸进一步氧化为毒性更大的醌，毒杀侵入的病原菌。因此，呼吸强度越高，杀菌、解毒能力越强。但呼吸强度高，消耗基质多，会降低贮藏性。可见呼吸保护作用，不是决定健康组织，而是决定于当微生物浸染时所表现的呼吸强度的高低。

果实在适宜的环境条件下，（温度、湿度、气体成分等）呼吸作用正常进行。当环境条件改变超出能忍受的范围，就会引起代谢混乱。正常的呼吸代谢平衡关系被破坏，呼吸反

应的某些过程受阻，积累了氧化不完全的中间产物，而这些物质的积累常会使细胞中毒。如空气中氧量过低，引起无氧呼吸的加强，而在细胞中积累乙醇，乙醛等使细胞受害。如二氧化碳浓度过高，可抑制琥珀酸，脱氢酶的活性，使琥珀酸积累，细胞受害。正常呼吸代谢受挫或中断，即称为生理失调，是发生各种生理病害的基本原因。

总之，全面了解呼吸过程，利用和控制呼吸，才能达到好的贮藏效果。

(3) 呼吸高峰 首先要了解果实在生命不同阶段，呼吸强度的起伏变化(图1)。

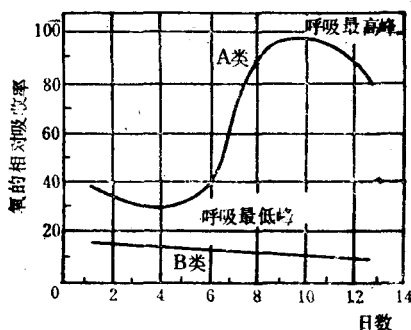


图1 果实两类呼吸曲线

A. 高峰型 B. 无高峰型

果实从幼果到充分成熟采收，呼吸强度不断降低，随后一个急速上升，呼吸强度达到高峰（高峰时呼吸强度比最低时高出数倍）。此后，又缓慢地下降，呼吸高峰的出现是高峰型果实生命过程中一个临界期。呼吸高峰到来前首先是乙烯

含量迅速增高，促进一系列生化变化，导致果肉变软，果粉增厚，香味变浓。故贮藏中要采取一切措施，尽量降低呼吸强度，延缓呼吸高峰的到来。

苹果为高峰型果实，有明显后熟作用（即呼吸高峰期）。如苹果的后熟作用在 4.4°C 比 0°C 快 1 倍，在 9°C 时比 4.4°C 快 1 倍，在 21°C 时比 9°C 快 1 倍。因此苹果采收后要尽快冷却贮藏，才能最大限度地延长其贮藏寿命。

新鲜果实贮藏原则：首先是保持果实生命，生命消失，新陈代谢停止，耐贮性，抗病性都不存在。所以，贮藏就是在维持新鲜果实正常生命过程的前提下，保持呼吸作用各环节之间的协调性；维持缓慢正常的生命活动，以达到减少营养物质消耗，保持品质风味的目的。

2. 影响果实呼吸作用的因素

（1）不同品种的影响 不同品种的果实呼吸强度显著不同，如浆果大于核果，核果大于仁果类。在一般情况下，呼吸强度越强，越不耐贮藏。不同品种如红玉、元帅呼吸强度强于国光，故耐贮力差于国光。

（2）发育年龄和成熟度的影响 幼龄期呼吸强度大，代谢活跃，保护组织未形成，易影响气体交换。

有氧呼吸高峰的苹果，它的果实生长发育不同时期，呼吸强度不同，可分四个时期：

①呼吸强烈期（时间短） 受精后进行细胞分裂时原生质含有丰富的酶，酶的活性强。

②呼吸低落期 细胞膨大，体积迅速增大。

③呼吸升高 标志着果实生长结束，成熟开始产生较多

的乙烯，促进果实呼吸高峰到来。

④呼吸衰败期 过熟后呼吸下降。

(3) 温度影响 贮藏时温度是最重要的因素，一定温度范围(5—30℃)呼吸强度随温度升高而增高。在这个范围内温度变化对呼吸强度有明显的影响，故要保持低温稳定。温度升高，有氧、无氧呼吸都要加强，温度过低也要受害。温度愈低，呼吸高峰出现愈晚，同时，在低温下的呼吸高峰比在高温的呼吸高峰低得多，而且呼吸高峰持续的时间比较长。

苹果贮藏最适温 -1—0℃，相对湿度85—90%。果实贮藏寿命4—7个月，水分含量84%。

苹果在贮藏中降氧或增加二氧化碳可抑制呼吸强度，延长果实寿命。所以，进行气调贮藏效果很好。

(4) 空气成分对呼吸影响

①氧 呼吸作用是一种生物氧化过程，在一定范围内氧浓度越高，呼吸强度越大，可促进呼吸跃变上升。但不同果实对低氧的忍受力不同，超过限度过份缺氧，受到缺氧为害，会带来很多不利影响。大多数果实要求氧2—5%（而空气中含氧21%），降氧，可抑制呼吸高峰的到来，延长贮藏期限。

②二氧化碳 空气中含CO₂为0.03%，增减空气中二氧化碳含量能直接影响呼吸作用的强弱，并左右着它们贮藏能力。一般在高浓度的二氧化碳中，呼吸显著地减弱，不断进行无氧呼吸，由于二氧化碳过剩而产生病害。大多数果实要求二氧化碳1—5%。

③氧和二氧化碳之间有拮抗作用，高二氧化碳的毒害，可因氧浓度高而相对减轻。而二氧化碳过高，氧又太低会抑制跃变期，而且也会抑制果实的所谓成熟。

④苹果贮藏一般需氧在2—3%，二氧化碳在3—5%。这时呼吸强度比在空气中降低50%。在贮藏中，一般采取降氧和提高二氧化碳浓度的措施。但必须在低温下氧与二氧化碳要有适合的比例，气调贮藏才有很好效果，温度、O₂、CO₂，这三者互相作用是贮藏理论基础。

(5) 机械伤、病虫害的影响 果实有轻微机械伤、病虫害，对呼吸强度都有很大影响。①受伤后氧进入量多、果实内部氧量增高，使乙烯生物合成加强，乙烯促进呼吸强度增大。②微生物易侵染伤口，并分泌毒素，刺激果实生理活性，使呼吸加强，是一种本能的保护反应。③伤口易造成细胞结构破坏，打乱了细胞内酶和基质的空间分布，酶和基质混在一起，反应加快，呼吸强度增加。④受伤的细胞会产生组织来愈合修补伤口，分生组织生长旺盛，呼吸强度比原来高得多。

(6) 细胞所含营养对呼吸也有影响 细胞中可溶性物质含碳水化合物(主要是糖)往往会使呼吸强度增高。萎蔫、细胞失水，使酶由吸附态到游离态，催化水解使细胞可溶性营养增高，呼吸强度增加。

(7) 乙烯与果实贮藏，关系密切，乙烯为果实成熟激素。早在1934年有人从苹果中分离出乙烯，从而确定成熟的苹果会产生乙烯。乙烯的化学结构是很简单的不饱和的碳氢化合物(C₂H₄)。常温常压下为液体，具挥发性和流动