

农产品产地初加工系列科普读物

# 果蔬贮藏保鲜 技术与设施问答

朱 明 主编

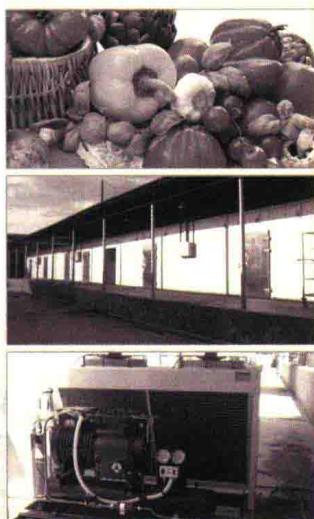
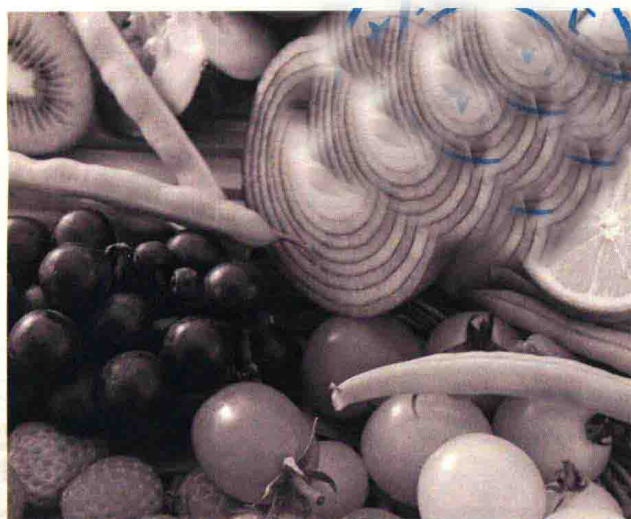


中国农业科学技术出版社

农产品产地初加工系列科普读物

# 果蔬贮藏保鲜 技术与设施问答

朱 明 主编



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

果蔬贮藏保鲜技术与设施问答/朱 明主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2016. 1

ISBN 978 - 7 - 5116 - 2388 - 1

I. ①果… II. ①朱… III. ①水果 - 食品贮藏 - 问题解答 ②蔬菜 - 食品贮藏 - 问题解答 ③水果 - 食品保鲜 - 问题解答 ④蔬菜 - 食品保鲜 - 问题解答 IV. ①S660.9 - 44 ②S630.9 - 44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 283697 号

责任编辑 张孝安

责任校对 马广洋

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) 82109708 (编辑室)

(010) 82109709 (读者服务部)

传 真 (010) 82106650

网 址 [http:// www. castp. cn](http://www.castp.cn)

经 销 商 各地新华书店

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 700mm × 1 000mm 1/16

印 张 5. 125

字 数 80 千字

版 次 2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷

定 价 28. 00 元

— 版权所有 · 翻印必究 —

# 编 委 会

---

## EDITORIAL BOARD

主 编：朱 明

副 主 编：程勤阳 孙 静

参编人员(按姓氏拼音排序)：

陈 全 李喜红 李 健 任小林

沈 瑾 孙 洁 王 萍 王文生

王 冰 杨 琴 张永茂 张 平



# 序

## FOREWORD

农产品产地初加工是指通过机械、物理的方法，在产地就近对农产品进行初步加工处理，使之满足现代流通条件的过程。农产品产地初加工包括农产品的分级分选、清洗、预冷、干燥、保鲜、贮藏、包装等作业环节。发展农产品产地初加工可有效降低农产品产后损失、提高农产品附加值，是农业增效、农民增收的重要途径，是对接现代农产品流通渠道、实现农村一二三产业融合发展的关键环节，也是保障农产品质量安全的必要手段。

我国是农业大国，许多农产品的生产在世界上具有举足轻重的地位。2014年，我国马铃薯播种面积达到0.84亿亩（15亩=1公顷，全书同），总产量0.96亿吨；蔬菜的播种面积为3.14亿亩，总产量7.60亿吨，都稳居世界第一位。与此同时，我国农产品产后损失也十分严重。例如，果蔬产后损失率为10%~20%，远高于发达国家5%的水平；马铃薯产后损失达到15%~25%；农户玉米采后收储损失率高达8%~12%。农产品产后损失在很大程度上抵消了多年来广大农业科技工作者及生产者在育种、精细耕作等方面为提高总产量所付出的巨大努力。农产品产后损失率高的主要原因是产地初加工的技术和装备水平十分落后。枸杞、杏、红枣等都是我国西部地区的特色产品，农户多采用传统的自然晾晒方式，缺点是脱水慢、易侵染病害和滋生蚊蝇，损失大，产品商品性差。许多农户的甘薯还采用简易沟藏，通风不良，腐烂率高。随着“全国优势农产



品区域布局规划”的不断实施以及种养大户、家庭农场、专业合作社、涉农龙头企业等新兴产业主体的健康发展，加快建设农产品产后初加工设施已成为当前一项紧迫的任务。

发达国家十分重视农产品产后初加工。美国的农场主普遍都建设了谷物烘储设施，可将玉米、稻谷的含水率迅速降到安全水分后再储存和销售。韩国政府支持建设了大量的农产品加工中心（APC）和稻谷加工中心（RPC）。农产品加工中心的主要功能是进行鲜活农产品分级分选、包装、贮藏、拍卖、运输、信息发布等。稻谷加工中心（RPC）主要进行稻米烘干、贮藏、糙米加工等初加工，有的进一步发展精米加工。通过产地初加工，可全面提升农产品形象、品牌价值和附加值，保护了农民的利益。

目前，我国现代农业发展已进入关键阶段，在农业资源约束加剧、农村劳动力结构变化和自然灾害频发的条件下，大力发展农产品产地初加工对于保障重要农产品的有效供给、帮助农民持续增收具有十分重要的意义。农产品产地初加工系列科普读物采用问答的方式，系统讲述了马铃薯贮藏、果蔬保鲜贮藏、果蔬干制等初加工技术和设施，文字简练、图文并茂，通俗易懂，符合当前的产业需求，也符合老百姓阅读习惯。介绍的各种技术和设施建设周期短、见效快、经济适用，能切实解决农产品产后损失严重、品质降低、产品增值低等问题。现将《农产品产地初加工系列科普读物》推荐给农产品加工管理部门和广大农户，相信对提高我国农产品产地初加工整体水平、促进农民增收致富大有裨益。

中国工程院院士 罗锡文

2015年10月

# 前 言

## PREFACE

果蔬产业是我国仅次于粮食作物的第二大农业产业。2014 年,我国水果和蔬菜总产量分别达到 7.60 亿吨和 0.96 亿吨。随着农业部优势农产品区域布局规划的实施,新型工业化、城镇化进程的加快,果蔬流通呈现运距拉长,反季节、跨区域的特点,这对果蔬产地贮藏保鲜提出了更高的要求。

果蔬产地贮藏保鲜能够降低果蔬呼吸作用、保持果蔬水分,延缓果蔬失鲜、变质和腐烂,从而减少损失。此外,还可以根据市场供求情况调节出货量,不仅保障农产品供应,而且能够增加农民收入。

目前,我国水果和蔬菜流通损失率为 25% ~ 30%,远高于美国的 5%,分析原因主要是水果和蔬菜产地贮藏保鲜能力不足,主要体现在两个方面,一是产地贮藏保鲜意识淡薄,机械冷藏库、商品化处理等设施装备多建在销地,产地贮藏保鲜设施缺乏;二是贮运保鲜技术的推广普及率较低,农户多是自我摸索,技术成熟度不高。

针对以上问题,编者组织有关工程技术人员,对果蔬贮藏保鲜理论、设施和技术等进行了调研、整理,并以问答方式,向读者介绍果蔬采后生理变化,典型果蔬保鲜设施,通风库、简易冷藏库、组装式冷藏库的工程建设,采收、分级与包装、预冷、贮藏与运输等果蔬贮藏保鲜技术等内容,并列举苹果、柑橘、葡萄等果品的贮



藏保鲜设施和配套技术实例。全书附有大量的示意图和实地调研照片，文字浅显易懂、科普性很强，有助于读者了解果蔬贮藏保鲜的基本原理和技术，了解常用贮藏保鲜设施的建设思路和施工验收要点，适合广大种植农户和专业合作社人员参考。

本书共分4篇，由朱明、程勤阳、孙静、陈全、李喜红、李健、任小林、沈瑾、孙洁、王萍、王文生、王冰、杨琴、张永茂和张平等编写。

本书内容涉及果蔬贮藏保鲜理论、设施、技术等方面的知识，实用性强，易于操作。由于编者水平有限，书中难免出现疏漏和不妥之处，敬请读者批评指正！

编者

2015年10月



# 目 录

## CONTENTS

### 第一篇 入门篇 ..... 1

- 一、果蔬贮藏保鲜特性 ..... 1
- 二、常用的果蔬贮藏设施 ..... 13

### 第二篇 设施篇 ..... 19

- 一、通风库 ..... 19
- 二、简易冷藏库 ..... 24
- 三、组装式冷藏库 ..... 31

### 第三篇 技术篇 ..... 41

- 一、采收 ..... 41
- 二、分级与包装 ..... 43
- 三、预冷 ..... 45
- 四、贮藏与运输 ..... 50

### 第四篇 案例篇 ..... 57

- 一、柑橘通风库贮藏 ..... 57



|                   |    |
|-------------------|----|
| 二、苹果简易冷库贮藏 .....  | 62 |
| 三、葡萄组装式冷库贮藏 ..... | 66 |

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| <b>参考文献 .....</b> | <b>71</b> |
|-------------------|-----------|



# 第一篇



## 入门篇



## 一、果蔬贮藏保鲜特性

### 1. 什么是果蔬保鲜?

果蔬保鲜是指使得果蔬在采后的一段时间内能够保持足够的新鲜度的技术与装备。

### 2. 我国果蔬保鲜的历史可追溯到什么年代?

考古发现在3 000多年前商末时期就有简易的果蔬贮藏设施,但其具体使用方法尚不知晓。北魏贾思勰所著《齐民要术》中则明确记载了葡萄、梨等果品的贮藏方法。

### 3. 为什么果蔬需要保鲜?

果蔬采后仍有生命活动,在酶和激素作用下发生一系列生理变



化,如呼吸作用、水分蒸腾等,从而改变果蔬的品质、成熟度、耐贮性和抗病性,影响果蔬贮藏寿命,因此要进行果蔬保鲜,掌控温度、湿度、气体和微生物等果蔬保鲜关键影响因素,使果蔬保持良好品质。

#### 4. 什么是果蔬的呼吸作用?

果蔬的呼吸作用是指在一系列酶的作用下,果蔬吸入氧气的同时把自身复杂的有机物质逐步降解为二氧化碳、水等简单物质,并释放出能量的过程(图1-1)。呼吸作用越旺盛,果蔬的营养成分消耗得越多,采后贮藏寿命就越短,所以采后保鲜的一个主要任务就是采取一定的措施使果蔬的呼吸作用处于低而正常的状态。

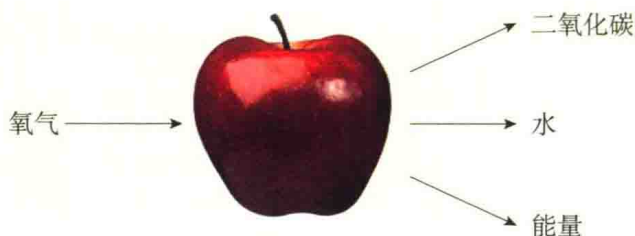


图1-1 果蔬呼吸作用示意图

#### 5. 影响果蔬呼吸作用的因素有哪些?

果蔬的呼吸作用受外因和内因影响,其中外因主要包括温度、湿度、环境气体成分、机械损伤和植物激素,内因主要包括果蔬的种类、品种、成熟期和采收成熟度。

#### 6. 温度对果蔬的呼吸作用有哪些影响?

温度升高会促进果蔬的呼吸作用。在 $0 \sim 35^{\circ}\text{C}$ ,温度每升高



10℃，呼吸强度就增加1~1.5倍，也就相当于保鲜寿命或贮藏时间减少1~1.5倍。因此，在果蔬不产生冷害或冻害的情况下，贮藏温度越低越好，以便最大限度地抑制果蔬的呼吸作用。

此外，贮藏时期的温度波动也会促使呼吸作用加强，不仅增加消耗，还使保鲜袋内容易结露，不利于贮藏保鲜。因此，降温速度要快，特别是预冷或入贮前期，在不产生低温伤害的情况下，要尽快使果蔬品温达到最佳贮藏温度。

## 7. 湿度对果蔬的呼吸作用有哪些影响？

一般而言，表面轻微干燥的果蔬比表面湿润的果蔬更能抑制呼吸作用。如贮运湿度过高，会加强柑橘的呼吸作用，并发生生理病害水肿病（浮皮果）。但有些种类的果蔬则相反，如湿度低于80%时，影响香蕉正常后熟。

## 8. 气体对果蔬的呼吸作用有哪些影响？

呼吸作用是一个消耗氧气（ $O_2$ ）、产生二氧化碳（ $CO_2$ ）的过程，所以适当降低贮藏环境中的氧气浓度和适当提高贮藏环境中的二氧化碳浓度，脱除乙烯等有害气体，可以抑制果蔬呼吸作用，延缓后熟衰老进程。

## 9. 机械损伤对果蔬的呼吸作用有哪些影响？

果蔬在采收、分级、包装、运输和贮藏过程中会遇到挤压、碰撞、破皮等机械损伤。当果蔬受到损伤时，呼吸作用增强，贮藏寿命缩短，还容易受病菌侵染引起腐烂。



## 10. 植物激素对果蔬的呼吸作用有哪些影响？

植物激素种类繁多，所起的作用也各不相同。如 1-甲基环丙烯 (1-MCP)、萘乙酸、脱落酸、青鲜素、生长素和激动素等植物激素的作用是抑制呼吸、延缓后熟。乙烯的作用是促进呼吸、加速后熟。

## 11. 什么是乙烯？

乙烯是植物界中分子最简单的激素，其主要的生理功能是促进果蔬成熟、衰老（图 1-2），被称为“成熟激素”。果蔬自身代谢就可以产生乙烯，当贮藏库中乙烯积累到一定水平时，就会启动果蔬后熟，加速衰老与腐烂，而且，这种作用是不可逆转的。

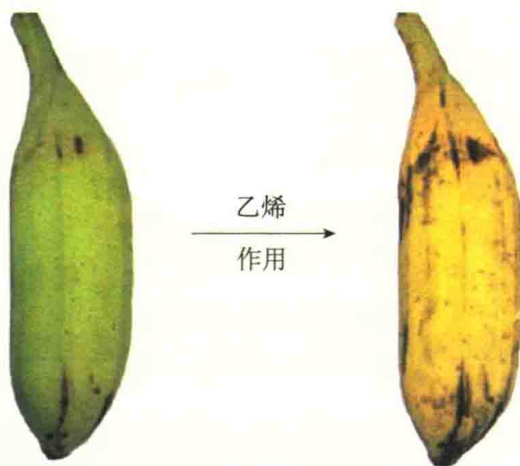


图 1-2 乙烯作用下香蕉启动后熟

## 12. 如何避免乙烯产生的不利影响？

避免乙烯不利影响的方法主要有 5 种：一是使用乙烯抑制剂，如 1-甲基环丙烯，香蕉、苹果、芒果等贮藏过程中，释放大量的乙

烯，其常温贮藏时推荐使用1-甲基环丙烯；二是使用乙烯吸附剂，如活性炭、沸石、硅藻土等；三是使用乙烯脱除剂，如次氯酸盐、臭氧等；四是库房通风换气及时，保持空气清新；五是不要果菜混贮或几种果、几种菜混贮。

### 13. 什么是果蔬的水分蒸腾？

果蔬采收以后，贮藏环境中的水蒸气压力低于果蔬组织表面的水蒸气压力时，果蔬中的水分以气体状态通过果蔬组织表面向外扩散，这种现象叫水分蒸腾。水分蒸腾会减轻果蔬重量，使果蔬失重，通常称为干耗。当水分蒸腾导致失水达3%~5%时，果品和蔬菜就会出现明显的失鲜症状（图1-3a、图1-3b、图1-3c和图1-3d），表现为表面皱缩、失去光泽、质地软化、风味变淡等。此外，低温贮藏时，水分蒸腾还可能引起结露。

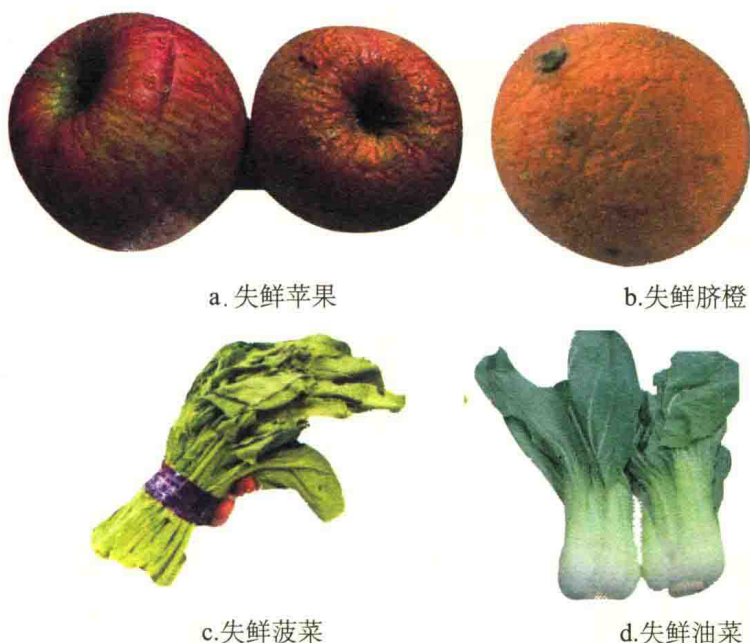


图1-3 失鲜果蔬



## 14. 影响果蔬采后水分蒸腾的因素有哪些？

影响果蔬采后水分蒸腾的主要因素有4个方面。

(1) 表皮组织，果蔬表皮自然的开孔为皮孔、气孔，表皮外部有角质层或蜡质层，较厚的角质层或蜡质层在一定程度上可限制水分蒸腾。

(2) 温度，温度越高水分蒸腾越快。

(3) 相对湿度，相对湿度越低水分蒸腾越快，而相对湿度和温度也有关系。

(4) 空气流动速度，空气流速越快，水分蒸腾越快。

## 15. 防止果蔬采后水分蒸腾的主要措施有哪些？

防止果蔬采后水分蒸腾的主要措施如下：①适时采收；②在田间地头及运输过程中注意遮阳，减少太阳直射造成的水分散失；③采收后及时入库预冷，降低果蔬品温；④采用塑料袋小包装；⑤贮藏设施内安装加湿器或直接向地面洒水。

## 16. 什么是结露？

果蔬贮、运、销过程中，常常在产品的表面或包装容器的内表面（特别是薄膜包装）出现凝结水珠的现象就叫作结露。

## 17. 结露的危害是什么？

凝结的水珠和二氧化碳（ $\text{CO}_2$ ）作用，形成微酸性的环境，有利于真菌的生长、繁殖，促进病原菌的传播、侵染，使果蔬更容易腐烂。

## 18. 哪些不当的操作会引起贮藏过程中的果蔬结露？

当出现库内温度波动，包装太大，堆集过密，通风散热不好，



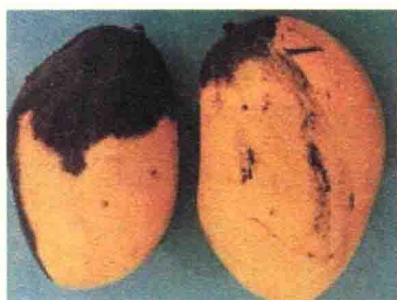
薄膜封闭贮藏，预冷不彻底，入库、出库时温差大等不当操作时，容易造成结露。

## 19. 果蔬采收后病害种类有哪些？

果蔬的采后病害分为生理性病害和侵染性病害两大类。采前或采后受到某种不适宜理化因素影响而造成的病害叫生理性病害，常见的生理性病害包括冷害、冻害和气体伤害，症状表现为果蔬表面或内部凹陷、褐变、异味、不能正常成熟等。由病原微生物的侵染而造成的病害叫侵染性病害，最终导致果蔬腐烂变质（图 1-4a、图 1-4b、图 1-4c 和图 1-4d）。80% 的果蔬侵染性病害由真菌引起，细菌主要引起蔬菜侵染性病害。



a. 梨果柄基腐病



b. 芒果炭疽病



c. 胡萝卜黑腐病



d. 辣椒软腐病

图 1-4 果蔬采后侵染性病害