

# 水果贮运保鲜

## 实用操作技术

王文生 主编

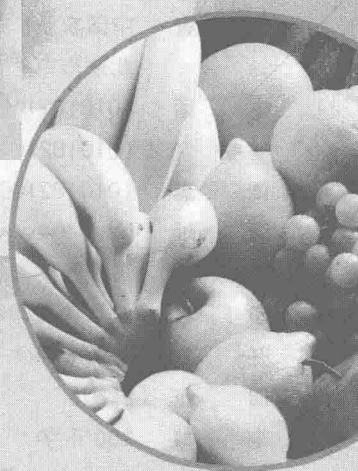


中国农业科学技术出版社

# 水果贮运保鲜

## 实用操作技术

王文生 主编



中国农业科学技术出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

水果贮运保鲜实用操作技术 / 王文生主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2016. 1

ISBN 978 - 7 - 5116 - 2339 - 3

I. ①水… II. ①王… III. ①水果 - 贮运②水果 - 食品保鲜  
IV. ①S660. 9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 257095 号

责任编辑 闫庆健 段道怀

责任校对 马广洋

出版者 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)82106632 (编辑室) (010)82109704 (发行部)  
(010)82109709 (读者服务部)

传 真 (010)82106632

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 各地新华书店

印 刷 者 北京华正印刷有限公司

开 本 850mm × 1 168mm 1/32

印 张 8. 625

字 数 200 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 ◀

# 《水果贮运保鲜实用操作技术》

编 委 会

主 编 王文生

参 编 于晋泽 董成虎 陈存坤 杨少桢

阎师杰 纪海鹏 贾 凝

## 前 言

我国是世界水果生产大国。据《中国农业年鉴 2013 年》数据（未包含台湾地区、香港地区和澳门地区数据），2013 年我国果园面积约 1 214 万  $\text{hm}^2$ ，水果总产量为 1.51 亿 t；蔬菜播种面积为 2 276.1 万  $\text{hm}^2$ ，总产量 7.98 亿 t（含菜用瓜和果用瓜），两者合计产量约 9.5 亿 t，并连续多年遥居世界首位，果蔬总产量已远超过我国粮食总产量。在果蔬产品的国内国际市场流通货币量上，也遥遥领先于粮食。可以说，园艺产业无论从产量和产值上都是我国种植业的第一大产业。

水果从种植、采收及采后的包装、储藏、运输、加工等，都需要很多的手工作业，属劳动密集型产业。在发达国家和地区的市场上，水果价格通常高于粮食价格，甚至是粮食价格的数倍。因此，无论从满足人民的膳食营养需求和出口创汇，水果生产及产后的贮运保鲜都是农业生产的重要组成，是我国最具出口潜力的农产品种类之一。然而，我国果蔬在采摘、运输、储存等环节上的损失率仍高达 20% 以上，相较发达国家果蔬采后 5% 以下的损失率，显然我国果蔬的产后损失也相当严重。粗略概算，我国每年果蔬的损耗量约 2 亿多 t，价值数千亿元。

现实的情况是我国政府及生产者在果蔬采前已有很强的人力、物力和财力投入，但受目前生产经营主体体制、管理及经济技术水平等多方面的制约，采后贮运保鲜，损失达 20% 左右，而果蔬平均增产 10% ~ 15% 已很不容易，由此可见，不大幅度降低果蔬采后损失率，就会将采前所有增产努力耗费殆尽。

近年来,我国政府对果蔬采后减损和附加值提升,已给予极大的重视。国务院颁发了《物流业调整和振兴规划(国发〔2009〕8号)》,根据上述规划,为指导我国农产品冷链物流的发展,国家发展和改革委员会于2010年编制了《农产品冷链物流发展规划》,并明确提出了七个主要任务、八个重点工程和七个保障措施。同时商务部也出台了《国内贸易“十一五”和“十二五”科学技术发展规划》、科技部出台了《国家“十一五”和“十二五”科学技术发展规划》,上述国家和部级规划文件中都高度阐述了果蔬冷链物流保鲜产业发展的重要性和必要性。

我国果蔬采后损失巨大,其主要原因除了产前标准化生产程度低、质量参差不齐等产前因素外,产后物流过程中预冷环节薄弱、冷链集成程度差及普及程度低、冷库分布不均一、能耗高且安全性差等,是主要的影响因子;而在冷链体系中,预冷环节、冷藏环节和运输环节是3个主要的节点不能配套。这是因为:①现代果蔬贮运保鲜,连续低温的冷链效应在整个环节中起着最重要的作用,而我国目前果蔬的冷链流通率还很低;②预冷既是冷链的开端和重要的节点,也是目前我国果蔬冷链物流的瓶颈。目前,我国果蔬的标准预冷主要用于部分出口果品和蔬菜。资料显示,日本有25种主要蔬菜采后平均预冷率为50%以上,其中一半以上的蔬菜采后预冷率在70%以上,欧美果蔬采后的预冷率更高;③冷库是低温仓储的重要场所,产品的生产性储藏或周转性储藏都需要适宜的储藏温湿度,易腐难藏的高附加值果蔬还需要精准控温储藏,而产地许多中小型储藏库设计建造不合理、不安全、不节能的状况亟待提升;④我国的冷藏运输车、船绝对数量和人均占有量都远少于欧美等发达国家,且冷藏运输产品的

单位费用通常是常温厢式货车运输的 2.5 倍以上。因此,需要结合中国的实情,开发运输成本相对较低、普及应用率高、且效果较好的节能环保冷链运输方式。

为此,笔者在以近年来果蔬贮运保鲜研究成果和应用效果综合分析为基础,积极提倡我国果蔬贮运保鲜工作的“四个转变”:即销地储藏向以产地储藏为主转变;注重“静态保鲜”向以注重“动态保鲜”和“静态保鲜”的双重保鲜转变;化学保鲜方式向以物理和生物保鲜的方向转变;传统储藏保鲜方式向现代冷链物流保鲜模式转变。还需强调结合目前我国国情,充分利用自然冷源,以简易冷链方式补充因经济条件而制约的现代冷链模式。在此前提下,笔者以我国果蔬贮运中小型企业、农村专业合作组织、农户和果品流通经营者为主要服务对象,归纳果蔬贮运保鲜基本理论知识的;总结以预冷、冷藏和运输三个节点关键技术、实用工艺、配套设备 and 应用模式成果;阐述对我国大宗水果和特色水果贮运工艺技术、参数及操作技术。笔者对主要水果集中产地信息的调研和查阅,编著这本水果贮运保鲜实用操作技术,以期加速提升我国水果冷链的普及率,减少水果采后损失,提高水果产业的效益和有利农民增加收益。

本书作者具有较深厚的专业理论功底,在生产实践中积累了较丰富的实践经验,并将理论知识与生产实践紧密结合。本书主编王文生研究员,连续从事果蔬贮运保鲜教学与研究 30 余年。长期在国家农产品保鲜工程技术研究中心从事科研和技术推广的 16 年里,坚持理论与实践紧密结合的工作特点,有严谨务实的工作作风。本书笔者之一于晋泽高级工程师、博士,多年从事冷库及预冷设备设计,并参与众多果蔬保鲜库制冷工程施工,有丰富的制冷工程技术实践经验。而深圳杨林科技有限公司杨少桢经

理,多年从事水果冷藏及预冷设备开发及贮运保鲜技术推广,对热带和亚热带水果的特性、贮运保鲜工艺技术,经验丰富;还有国家农产品保鲜工程技术研究中心董成虎助理研究员、陈存坤博士,以及天津农学院阎师杰教授,都是在果蔬贮运保鲜研究与推广一线工作,基础扎实,经验丰富。贾凝工程师则为本书编撰、图表做了大量工作。

本书撰稿期间,作者分工合作,随时交流讨论,对水果贮运的重要参数、指标、工艺等反复核定,并力求将一些“科学合理办得到、经济省钱推得开、效果突出看得见”的实用技术写入此书,方便小微企业和农村专业合作组织应用,尽力使本书具有内容先进性和实用性,编排新颖性。

全书共分四部分 12 章:第一部分为水果贮运保鲜基础知识,共 25 节,分别阐述水果采前及产后基础知识。第二部分为水果预冷、冷藏及运输设施,包括第二章、第三章和第四章,阐述小微型预冷、冷藏和运输设施,普及和提升果品贮运企业、农村专业合作社和农民的相关知识水平。第三部分为主要水果贮运保鲜实用操作技术共 7 章,涉及仁果类、柑橘类、浆果类、核果类、热带亚热带大宗水果、热带亚热带特色水果、柿枣类等,分别介绍保鲜实用操作技术。第四部分为我国主要水果产地介绍,涉及我国南北方主要水果产地信息,集中产区 and 产地、主栽品种和特色品种。

需要特别提到的是,本书部分水果种类保鲜内容得到有关专家的指教和建议,其中有山西省农业科学院农产品保鲜所王春生研究员、中国农业科学院柑橘研究所王日葵研究员、中国农业科学院果树研究所王文辉研究员、中国林业科学研究院王贵禧研究员、华南农业大学陈伟信教授和陆旺金教授、河北农业大学张子

德教授、福建农林大学林河通教授、华中农业大学程运江教授及甘肃农业科学院农产品加工所张永茂研究员等专家，在此笔者表示衷心感谢。

本书撰写中参考了许多学术专著和技术资料，有 40 种参考文献。借此机会，向这些参考文献的作者、同仁以及由于各种原因未列出姓名的作者及同仁表示真诚感谢。

撰写一本科学、新颖、实用、可读性强、畅销的水果贮运保鲜书籍是笔者们的的心愿，也是当前我国水果贮运保鲜产业技术普及与提升的迫切需求，报答读者的期盼和心愿。所以，笔者丝毫不敢懈怠，做到尽心尽力，反复推敲。但书中有些论述、参数及工艺，难免有欠妥或不完善之处，个别地方难免会有疏漏和错误，不足之处，恳请读者批评指正。

王文生

2015 年 10 月

# 目 录

## 第一部分 水果贮运保鲜基础知识

|                                     |      |
|-------------------------------------|------|
| 第一章 水果贮运保鲜实用基础知识 .....              | (3)  |
| 一、采收后的水果是活的生命体，仍进行着旺盛的呼吸代谢 .....    | (3)  |
| 二、调控内外因素，使采后水果的呼吸代谢处于弱低状态 .....     | (4)  |
| 三、采前因素与水果采后的耐贮运性密切相关 .....          | (4)  |
| 四、把好果蔬入贮质量关是贮运保鲜的先决条件 .....         | (6)  |
| 五、适宜的低温是果蔬贮运保鲜的首要条件 .....           | (7)  |
| 六、精准控温与冰温储藏有密切联系但有区别 .....          | (8)  |
| 七、采后水果实现无缝冷链是未来理想的目标 .....          | (8)  |
| 八、果蔬种类不同，其贮运环境中要求的适宜相对湿度有显著不同 ..... | (10) |
| 九、调节气体储藏可延缓果蔬的后熟衰老 .....            | (11) |
| 十、气调库建设和管理需注意的几个技术问题 .....          | (12) |
| 十一、简易气调储藏方式在中国果蔬保鲜中占有较大比重 .....     | (14) |
| 十二、怎样鉴别果蔬低氧和高二氧化碳伤害症状 .....         | (15) |
| 十三、热带亚热带水果储藏期间应防冷害 .....            | (16) |
| 十四、水果贮运总损耗中包括腐烂损耗和自然损耗 .....        | (18) |
| 十五、通风换气是水果储藏库设计和贮运期间不能忽略的问题 .....   | (19) |

|                                         |      |
|-----------------------------------------|------|
| 十六、预冷是水果储藏保鲜中最重要的一环 .....               | (20) |
| 十七、温度波动可造成包装品结露,加重水果腐烂 .....            | (23) |
| 十八、水果品温与库温有密切关联但需认真区分 .....             | (24) |
| 十九、钙对提高果蔬耐藏性作用显著,应在田间科学增施<br>钙肥 .....   | (24) |
| 二十、乙烯是跃变型水果成熟衰老的启动剂 .....               | (26) |
| 二十一、1-MCP对乙烯的催熟作用能起到竞争性<br>抑制 .....     | (27) |
| 二十二、使用膨大剂、增色剂、增甜剂等调节剂会降低<br>果蔬耐藏性 ..... | (28) |
| 二十三、果蔬腐烂损耗大多由病原微生物引起 .....              | (29) |
| 二十四、科学使用保鲜剂和保鲜膜,对水果贮运保鲜作用<br>明显 .....   | (29) |
| 二十五、贮场所消毒可大大降低菌源基数 .....                | (32) |

## 第二部分 水果预冷、冷藏及运输设施

|                        |      |
|------------------------|------|
| 第二章 水果主要预冷设施及其应用 ..... | (37) |
| 一、水果预冷的概念和实践意义 .....   | (37) |
| 二、水果预冷的主要方式和注意事项 ..... | (38) |
| (一) 压差预冷 .....         | (38) |
| (二) 真空预冷 .....         | (41) |
| (三) 冷水预冷 .....         | (42) |
| 三、冷库内冷却方式 .....        | (43) |
| 第三章 水果冷藏设施设计与建造 .....  | (47) |
| 一、机械冷藏库建造的一般要求 .....   | (47) |
| (一) 果蔬储藏机械冷库建造概述 ..... | (47) |
| (二) 果蔬机械冷库制冷设备 .....   | (49) |

|                         |      |
|-------------------------|------|
| (三) 制冷工质 .....          | (61) |
| 二、果蔬小型和微型保鲜库 .....      | (63) |
| (一) 小型和微型冷库概述 .....     | (63) |
| (二) 微型冷库的参考设计参数 .....   | (65) |
| (三) 小型及微型冷库的建筑与施工 ..... | (66) |
| 第四章 水果运输设施及应用 .....     | (76) |
| 一、水果运输方式及选择 .....       | (76) |
| 二、水果主要运输设备介绍 .....      | (78) |
| (一) 冷藏汽车 .....          | (78) |
| (二) 铁路冷藏车 .....         | (81) |
| (三) 冷藏集装箱 .....         | (81) |

### 第三部分 主要水果贮运保鲜实用操作技术

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| 第五章 仁果类水果保鲜实用操作技术 ..... | (89)  |
| 一、苹果储藏保鲜实用操作技术 .....    | (89)  |
| (一) 储藏特性 .....          | (89)  |
| (二) 可参照储藏条件 .....       | (90)  |
| (三) 储藏场所和方式选择 .....     | (90)  |
| (四) 小微型冷库温度、湿度的调控 ..... | (91)  |
| (五) 苹果储藏简明工艺流程 .....    | (92)  |
| 二、梨储藏保鲜实用操作技术 .....     | (95)  |
| (一) 储藏特性 .....          | (95)  |
| (二) 可参照储藏条件 .....       | (98)  |
| (三) 储藏场所和方式选择 .....     | (98)  |
| (四) 小微型冷库温度、湿度的调控 ..... | (99)  |
| (五) 梨储藏简明工艺流程 .....     | (99)  |
| 三、山楂储藏保鲜实用操作技术 .....    | (104) |

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| (一) 储藏特性 .....          | (104) |
| (二) 可参照储藏条件 .....       | (105) |
| (三) 储藏场所和方式选择 .....     | (105) |
| (四) 小微型冷库温度、湿度的调控 ..... | (106) |
| (五) 山楂储藏简明工艺流程 .....    | (107) |
| 四、枇杷储藏保鲜实用操作技术 .....    | (110) |
| (一) 储藏特性 .....          | (110) |
| (二) 可参照储藏条件 .....       | (112) |
| (三) 储藏场所和方式选择 .....     | (112) |
| (四) 枇杷贮运简明工艺流程 .....    | (112) |
| 第六章 柑橘类水果保鲜实用操作技术 ..... | (115) |
| 一、柑橘类水果保鲜实用操作技术 .....   | (115) |
| (一) 储藏特性 .....          | (115) |
| (二) 可参照储藏条件 .....       | (118) |
| (三) 储藏场所和方式选择 .....     | (118) |
| (四) 小微型冷库温度、湿度的调控 ..... | (121) |
| (五) 柑橘类储藏简明工艺流程 .....   | (122) |
| 二、尤力克柠檬储藏简明工艺流程 .....   | (125) |
| 三、琯溪蜜柚储藏简明工艺流程 .....    | (126) |
| 第七章 浆果类水果保鲜实用操作技术 ..... | (128) |
| 一、葡萄储藏保鲜实用操作技术 .....    | (128) |
| (一) 储藏特性 .....          | (128) |
| (二) 可参照储藏条件 .....       | (130) |
| (三) 储藏场所和方式选择 .....     | (130) |
| (四) 小微型冷库温度、湿度的调控 ..... | (131) |
| (五) 葡萄冷藏简明工艺流程 .....    | (132) |
| 二、猕猴桃储藏保鲜实用操作技术 .....   | (135) |
| (一) 储藏特性 .....          | (135) |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| (二) 可参照储藏条件 .....             | (137) |
| (三) 储藏场所和方式选择 .....           | (137) |
| (四) 小微型冷库温度、湿度的调控 .....       | (138) |
| (五) 猕猴桃储藏简明工艺流程 .....         | (139) |
| 三、树莓、黑莓、蓝莓、桑葚储藏保鲜实用操作技术 ..... | (141) |
| (一) 储藏特性 .....                | (142) |
| (二) 可参照储藏条件 .....             | (144) |
| (三) 贮运方式选择 .....              | (145) |
| (四) 预冷装置及冰温库储藏温湿度的控制要求 .....  | (145) |
| (五) 储藏简明工艺流程 .....            | (145) |
| 四、草莓储藏保鲜实用操作技术 .....          | (147) |
| (一) 储藏特性 .....                | (147) |
| (二) 可参照储藏条件 .....             | (148) |
| (三) 贮运方式选择 .....              | (149) |
| (四) 预冷装置及冰温库储藏温湿度的控制要求 .....  | (149) |
| (五) 储藏简明工艺流程 .....            | (149) |
| 第八章 核果类水果保鲜实用操作技术 .....       | (151) |
| 一、桃储藏保鲜实用操作技术 .....           | (151) |
| (一) 桃储藏特性 .....               | (151) |
| (二) 可参照储藏条件 .....             | (153) |
| (三) 储藏场所和方式选择 .....           | (153) |
| (四) 小微型冷库温度、湿度的调控 .....       | (153) |
| (五) 桃储藏简明工艺流程 .....           | (154) |
| 二、李子储藏保鲜实用操作技术 .....          | (155) |
| (一) 李子储藏特性 .....              | (156) |
| (二) 可参照储藏条件 .....             | (157) |
| (三) 储藏场所和方式选择 .....           | (158) |
| (四) 小微型冷库温度、湿度的调控 .....       | (158) |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| (五) 李子储藏简明工艺流程 .....         | (159) |
| 三、樱桃储藏保鲜实用操作技术 .....         | (161) |
| (一) 樱桃储藏特性 .....             | (161) |
| (二) 可参考储藏条件 .....            | (162) |
| (三) 储藏场所和方式选择 .....          | (163) |
| (四) 樱桃贮运简明工艺流程 .....         | (163) |
| 四、杨梅储藏保鲜实用操作技术 .....         | (164) |
| (一) 杨梅储藏特性 .....             | (165) |
| (二) 可参照储藏条件 .....            | (166) |
| (三) 储藏方式选择 .....             | (166) |
| (四) 杨梅贮运简明工艺流程 .....         | (167) |
| 第九章 热带、亚热带大宗水果保鲜实用操作技术 ..... | (169) |
| 一、香蕉贮运保鲜实用操作技术 .....         | (169) |
| (一) 储藏特性 .....               | (169) |
| (二) 可参照储藏条件 .....            | (172) |
| (三) 储藏场所和方式选择 .....          | (172) |
| (四) 小微型冷库温度、湿度的调控 .....      | (173) |
| (五) 香蕉贮运简明工艺流程 .....         | (173) |
| 二、菠萝贮运保鲜实用操作技术 .....         | (177) |
| (一) 储藏特性 .....               | (177) |
| (二) 可参照储藏条件 .....            | (179) |
| (三) 储藏场所和方式选择 .....          | (179) |
| (四) 小微型冷库温度、湿度的调控 .....      | (179) |
| (五) 菠萝储藏简明工艺流程 .....         | (180) |
| 三、荔枝储藏保鲜实用操作技术 .....         | (180) |
| (一) 储藏特性 .....               | (181) |
| (二) 可参照储藏条件 .....            | (183) |
| (三) 储藏场所和方式选择 .....          | (183) |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| (四) 小微型冷库温度、湿度的调控 .....      | (183) |
| (五) 荔枝贮运简明工艺流程 .....         | (184) |
| 四、龙眼储藏保鲜实用操作技术 .....         | (186) |
| (一) 储藏特性 .....               | (186) |
| (二) 可参照储藏条件 .....            | (188) |
| (三) 储藏场所和方式选择 .....          | (189) |
| (四) 小微型冷库温度、湿度的调控 .....      | (189) |
| (五) 储藏保鲜简明工艺流程 .....         | (190) |
| 五、芒果储藏保鲜实用操作技术 .....         | (191) |
| (一) 储藏特性 .....               | (191) |
| (二) 可参照储藏条件 .....            | (194) |
| (三) 储藏场所和方式选择 .....          | (194) |
| (四) 小微型冷库温度、湿度的调控 .....      | (194) |
| (五) 储藏保鲜简明工艺流程 .....         | (195) |
| 第十章 热带、亚热带特色水果保鲜实用操作技术 ..... | (198) |
| 一、火龙果储藏保鲜实用操作技术 .....        | (198) |
| (一) 储藏特性 .....               | (198) |
| (二) 可参照储藏条件 .....            | (199) |
| (三) 贮运场所和方式选择 .....          | (199) |
| (四) 贮运保鲜简明工艺流程 .....         | (200) |
| 二、红毛丹储藏保鲜实用操作技术 .....        | (200) |
| (一) 储藏特性 .....               | (201) |
| (二) 可参照储藏条件 .....            | (202) |
| (三) 贮运场所和方式选择 .....          | (202) |
| (四) 贮运保鲜简明工艺流程 .....         | (203) |
| 三、山竹储藏保鲜实用操作技术 .....         | (203) |
| (一) 储藏特性 .....               | (204) |
| (二) 可参照储藏条件 .....            | (205) |

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| (三) 贮运场所和方式选择 .....      | (205) |
| (四) 贮运保鲜简明工艺流程 .....     | (205) |
| 四、莲雾储藏保鲜实用操作技术 .....     | (206) |
| (一) 储藏特性 .....           | (206) |
| (二) 可参照储藏条件 .....        | (207) |
| (三) 贮运场所和方式选择 .....      | (208) |
| (四) 贮运保鲜简明工艺流程 .....     | (208) |
| 五、番荔枝储藏保鲜实用操作技术 .....    | (209) |
| (一) 储藏特性 .....           | (209) |
| (二) 可参照储藏条件 .....        | (211) |
| (三) 储藏场所和方式选择 .....      | (211) |
| (四) 番荔枝贮运简明工艺流程 .....    | (212) |
| 六、橄榄储藏保鲜实用操作技术 .....     | (213) |
| (一) 储藏特性 .....           | (213) |
| (二) 可参照储藏条件 .....        | (214) |
| (三) 储藏场所和方式选择 .....      | (214) |
| (四) 橄榄贮运简明工艺流程 .....     | (215) |
| 第十一章 柿枣等水果保鲜实用操作技术 ..... | (216) |
| 一、鲜枣储藏保鲜实用操作技术 .....     | (216) |
| (一) 枣储藏特性 .....          | (216) |
| (二) 可参照储藏条件 .....        | (219) |
| (三) 储藏场所和方式选择 .....      | (219) |
| (四) 储藏场所温度、湿度的调控 .....   | (219) |
| (五) 枣储藏简明工艺流程 .....      | (220) |
| 二、柿子储藏保鲜实用操作技术 .....     | (221) |
| (一) 储藏特性 .....           | (222) |
| (二) 可参照储藏条件 .....        | (223) |
| (三) 储藏场所和方式选择 .....      | (223) |