

果蔬贮运学

冯双庆 主编

第二版



化学工业出版社

要 容 内

本书为果蔬贮藏保鲜技术领域的权威著作，由果蔬贮藏领域的专家——冯双庆主编。本书共分10章，主要介绍果蔬贮藏保鲜的理论与技术，包括果蔬贮藏保鲜的生理生化基础、贮藏保鲜的设施与设备、贮藏保鲜的包装与运输、贮藏保鲜的保鲜剂与保鲜技术、贮藏保鲜的保鲜效果评价与贮藏保鲜的保鲜技术展望等。

果蔬贮藏学

冯双庆 主编



第二版



ISBN 978-7-132-03132-8

中国标准书号: 155000·000000
定价: 32.00元



化学工业出版社

北京

交通客票 咨询热线

32.00元

内 容 提 要

本书在第一版多次印刷的基础上,根据人们当前的需要,经过修改补充,除介绍果蔬采前因素对果蔬采后寿命及品质的影响,果蔬成熟过程中组织结构和生理生化变化,果蔬的呼吸作用,乙烯对果蔬的调控作用,环境温度湿度及果蔬失水,果蔬贮藏期间的生理失调,冷害、冻害、气体伤害及其防治方法,果蔬的侵染性疾病,果蔬的采收及采后处理,果蔬的贮藏设施及其运输要求外,增加了近年来时尚水果、蔬菜的贮藏特点及贮藏方法和技术,更新了果蔬贮运方面的新知识、新技术、新方法。

本书可供高等农业院校食品科学、园艺、果蔬专业使用,也可供综合大学生物系及从事果蔬贮藏、运输、保鲜的人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

果蔬贮运学/冯双庆主编.—2版.—北京:化学工业出版社,2008.3
ISBN 978-7-122-02132-8

I. 果… II. 冯 III. ①水果-贮运②蔬菜-贮运 IV. S609

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 022680 号

责任编辑:杨立新
责任校对:凌亚男

文字编辑:韩 墨
装帧设计:韩 飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:三河市延风印装厂
850mm×1168mm 1/32 印张13 字数346千字
2008年5月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址:<http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:35.00元

版权所有 违者必究

果蔬贮运学（第二版）编写人员名单

主 编 冯双庆

副主编 周山涛

参加编写人员(按姓氏拼音字母顺序排列)

曹建康 (中国农业大学)

高瑞霞 (沈阳农业大学)

林伟振 (华南农业大学)

王学修 (南京农业大学)

申 琳 (中国农业大学)

赵玉梅 (中国农业大学)

张 平 (天津国家保鲜中心)

《果蔬贮运学 第二版》前言



膳食结构和食品营养是一个国家经济发达程度和人民生活水平高低的重要标志之一，而新鲜水果和蔬菜是人们科学合理膳食结构中不可缺少的重要食品。为了满足水果和蔬菜的周年供应，除了选育、改良品种和加强栽培技术措施之外，还要搞好采后贮藏保鲜和运输流通工作，以便调节水果和蔬菜生产淡旺季的矛盾，丰富市场水果和蔬菜的种类和品种。也只有经过科学的采后处理和先进的贮藏保鲜技术才能真正实现水果和蔬菜的丰产丰收、减少采后损失，增加农民收入。运输和流通是产区 and 销地之间的桥梁，疏通运输销售渠道也是促进生产发展、使产品异地销售增值和满足人们对果蔬花色品种需求的关键之一。

我国是一个农业大国，水果和蔬菜的栽培面积和总产量在世界上名列前茅。但是随着人口的逐年增长、消费水平的不断提高、对农产品需求量的增加，但耕地面积却不断减少，农业资源日趋紧张，农业的发展仍然面临着巨大的挑战。因此减少农产品采后损失和改进保鲜技术是缓解供需矛盾的关键措施之一。

我国的水果和蔬菜不仅种类繁多、风味独特、经济和营养价值高，而且总产量均居世界之首位。据联合国粮农组织的统计资料报道，中国水果总产量在1998年已达到5450万吨，具世界首位，1999年果品总产量达到6230万吨，2000年的果品总产量约7000万吨，预计2010年水果总产量将超过1亿吨。苹果的产量1950万吨，居世界第一、柑橘和梨的产量1998年分别为1948万吨、859万吨和727万吨，占水果总产量的36%、15.9%和13.5%。红枣

的产量也迅速增加，1998年总产量为110万吨，占总产量2%，红枣是中国的特产，作为一种上等滋补品，深受广大群众和国外朋友的欢迎。中国有70多种常见蔬菜供应消费者，市场周年供应的有40余种。1998年和1999年蔬菜的总产量分别为2.37亿吨和4.1亿吨。

近10年来我国的水果和蔬菜生产一直保持高速发展，特别是改革开放以来，水果和蔬菜市场放开以后，更加激发了农民发展生产的积极性。但是也存在一些问题，如单位面积产量低，品质差，缺乏市场竞争力，品种结构不合理，人均水果占有量还不高等。但我们每年蔬菜和水果出口量只有400~500万吨，还具有很大的发展潜力。

我国的水果和蔬菜产量虽高，目前存在采后损失严重，平均总损失达35%。主要原因在于水果和蔬菜还没有实现采后商品化处理及冷链流通。20世纪50年代根本没有水果和蔬菜冷藏库，1968年有了第一个水果冷库，1979年建了第一个气调库。从80年代开始，各种类型的水果和蔬菜贮藏库迅速建立起来，引进了气调库和调气设备。近10多年来冷藏设施发展较快，目前全国已有了各种大大小小的冷库和气调库，但有些气调库的利用率不高，主要原因是燃料缺乏、技术不过关和价格高等问题。

尽管水果和蔬菜的库容量在增加，还是远远不能满足要求。大部分产品采后不得不立即销售，水果的贮藏量只有总产量的10%~15%。我国幅员辽阔，许多水果和蔬菜仍使用无冷源车运输。为降低产品温度，采用在普通货车中加冰运输。只有约10%的水果和蔬菜在使用机保车和冰保车运输。现有的近百条冷藏运输、5000余辆冷藏汽车和7900余辆铁路冷藏车（其中冰保车5000余辆）还不能满足需要，运输中的损失可达15%~35%，与发达国家相差甚远。

商品化处理环节是水果和蔬菜采后增值和减少损失的重要措施。近年来我国逐步对水果和蔬菜进行采后商品化处理，在产品上市前进行挑选、修整加工、分等分级、清洗、预冷、药物处理、吹

干、打蜡，甚至对有些产品还进行催熟、愈伤，产品的包装也越来越引起人们的重视。当然，对于不同的产品来说，并不是上述所有的环节都要进行，应该根据产品的特点和上市目的，选择性采用适当方式和手段达到提高产品价值和保障供应的目的。

我国水果和蔬菜的种类和数量不仅应该满足国内市场需求，而且应该在国际市场上具有很强的竞争潜力。但是部分农产品仍然以原始状态上市，不分等级，没有包装，更没有预冷等其他采后处理措施，再加上贮藏、运输设备不完善，不能实现冷链流通等原因，果蔬采后损失严重，造成了人力、物力和财力的极大浪费。因此，还不能满足国内人民对产品花色品种多样化、新鲜、干净和精美的消费需求。在国际市场上，我们一流的产品却卖不出一流的价格。因此实施农产品采后商品化处理是很重要的，而且并不是一件轻而易举的事，每一项技术都有很高的科技含量，如产品的采后生理特点；各个环节的具体要求、标准和操作规范；必要的设备和冷藏设施及使用管理方法；农产品的出口标准和网络信息等。

我国“六五”、“七五”、“八五”和“九五”期间对部分水果、蔬菜的采后生理，贮藏技术、运输条件、产品标准进行了研究，在果蔬贮藏、保鲜技术的研究与应用上已取得一定进展，但是有些研究成果没有很好得到应用和推广，还没有在国民经济的发展中起到应有的作用。如苹果、蒜薹、鸭梨、猕猴桃、板栗、柑橘、花椰菜等都已有了比较成熟的保鲜技术。还有一些产品的采后生理和保鲜技术正处于研究之中，或已经有了初步研究成果，有待于深入和完善，如大樱桃、红枣等。我国是世界上的芒果主产区之一，但芒果采后极不耐贮运，因此鲜销范围有限，鲜销率很低。

随着各种洋水果涌入国门，我国的水果蔬菜市场面临着剧烈的竞争。如何让我国的名优特产在国际舞台上进一步受到世界人们的青睐、如何使我国的农民真正实现丰产丰收是一个迫在眉睫的大事。尤其是我们经营的水果和蔬菜是非常娇嫩的园艺产品，采收以后会发生着一系列的生理生化变化，保存不当便很快失去原有的风味和营养价值，甚至腐烂变质。因此，千方百计保持水果和蔬菜好

吃又好看，首先减少采后损失是我们的必修课之一，保持水果和蔬菜的营养和风味也是我们工作的当务之急。

采收以后的水果和蔬菜，其生理生化变化规律不完全相同于生长期中的植株，研究者经过长期努力，形成了植物生理学的一个重要分支——采后生理学，专门观察和研究采收以后水果和蔬菜的生理特性和周围环境对这些特性的影响。果品和蔬菜贮藏和运输技术则是以采后生理为基础的一门应用学科。近代先进科学仪器的发展，使采后生理学从宏观到微观的研究，日渐深入细微，有助于深入认识和发现果蔬采后生理过程的生物化学和物理学变化，从而找出更加有效的方法来控制这些变化过程，形成一系列的贮藏和运输操作控制技术，最大限度地延缓果实和蔬菜的衰老进程，减少变质腐烂损失，为满足市场对优质水果和蔬菜的需求提供保证。

学习水果蔬菜贮运学这门课程，要结合植物学、化学、物理学、植物生理学、植物病理学、植物解剖学、微生物学以及果树栽培学和蔬菜栽培学等基础知识，掌握这一门学科的基本原理，同时要熟悉过去和现代国内外有关果蔬贮藏和运输的经验，使理论密切联系实际，结合国情，了解和解决生产中存在问题，争取在这一领域中有所发现，创造出更加合理、有效的果蔬贮运技术，为改善和提高我国果蔬供应状况作出贡献。

鉴于近年来我国人民对水果蔬菜的花样、品种及营养水平的要求不断增高，市场上能见到的水果蔬菜种类、品种也越来越丰富，为了满足教学、生产和技术推广的需要，我们又新编写了12种水果和7种蔬菜的采后处理及贮藏保鲜方法。

本书出版目的在于告诉读者为什么说水果和蔬菜采后还是一个活体，它会发生哪些重要变化，这些变化会导致什么结果，如何通过控制这些变化来延长水果和蔬菜的贮藏寿命。根据我多年来的教学和科研实践，本书选择了多种常见的、经济价值高的、人们关心度高的水果和蔬菜具体讲述它们的贮藏特性，容易发生的问题，如何确定它们的商品化处理和贮运条件以及选择适当的贮藏方式方法和实践操作。本书主要内容有：水果和蔬菜的采后生理变化，如色

泽、风味、营养的化学构成及其在采收后的变化、产品的呼吸作用、乙烯对产品成熟和衰老的影响、产品的失水与控制方法；产品的采后商品化处理，如采收、分级、预冷、包装、催熟、脱涩、打蜡等方法和措施；产品的贮藏运输方式和设施，如堆藏、沟（埋）藏、假植贮藏、冻藏、窖藏、机械冷藏、气调贮藏和多种运输工具和优缺点。

本书适合作为农业院校的教材和该领域研究生的教学使用，也适合从事水果蔬菜贮藏、运输和销售人员、农民、基层农技人员、农村干部使用，还可作为家居短期保鲜水果和蔬菜的知识指南和城市居民参考。

2008年3月8日
冯双庆于北京

目录



第一章 采前因素对果蔬品质及耐贮性的影响

1

第一节 产品本身因素	1
一、种类和品种	1
二、砧木	3
三、树龄和树势	4
四、果实大小	4
五、结果部位	4
第二节 自然环境条件	5
一、温度	5
二、光照	7
三、降雨量和空气湿度	8
四、地理条件	9
五、土质	10
第三节 农业技术条件	12
一、施肥	12
二、灌溉	12
三、修剪、疏花和疏果	13
四、田间病虫害防治	14
五、生长调节剂处理	15

第二章 果蔬的结构和化学组成

18

第一节 果蔬的定义及产品器官的发育、成熟和衰老	18
一、果蔬的定义	18

二、产品器官的生长和发育	19
三、产品器官的成熟和衰老	20
第二节 果蔬细胞的组成及其在采后成熟衰老期中的变化	22
一、细胞器	23
二、细胞壁	23
三、角质层和蜡	23
四、开孔	24
五、细胞间隙(胞间空隙)	24
第三节 果蔬的化学组成及其在采后成熟衰老中的变化	25
一、水分及无机成分	26
二、维生素	27
三、碳水化合物	29
四、有机酸	33
五、色素物质	35
六、单宁物质	38
七、芳香物质	38
八、含氮物质	40
九、糖苷类	43
十、酶	45

第三章 果蔬采后生理

50

第一节 果蔬的呼吸代谢	50
一、呼吸的基本概念	50
二、糖的有氧降解和能量的释放	51
三、呼吸强度和呼吸系数	54
四、呼吸温度系数、呼吸热和呼吸高峰	56
五、影响呼吸强度的因素	58
六、呼吸与抗病性	64
第二节 乙烯对果蔬成熟和衰老的影响	65
一、乙烯研究的发展史	65
二、乙烯的生物合成途径及其调控	66
三、乙烯的生理作用及贮藏环境中乙烯的控制	68

第三节	果蔬的失水与环境湿度	75
一、	失水对产品的影响	75
二、	与失水有关的一些基本概念	77
三、	影响失水的因素	78
四、	防止果蔬采后失水的措施	81
第四节	果蔬贮藏中发生的生理失调	83
一、	低温伤害及其发生机制和症状	83
二、	其他的生理失调(病害)	93
第五节	休眠在蔬菜贮藏中的应用	98
一、	休眠类型及休眠期	98
二、	休眠期间的生理、生化变化	99
三、	控制休眠的方法及应用	100

第四章 果蔬贮运中的侵染性病害

102

第一节	与果蔬采后病害相关的常见病原菌种类与特点	102
一、	真菌	102
二、	细菌	113
第二节	果蔬采后侵染性病害的侵染、发生、发展及果蔬的抗病性	115
一、	病原物的寄生性与致病性	115
二、	果蔬采后病害的侵染	117
三、	影响侵染的因素	120
四、	病原物的传播	122
五、	果蔬的抗病性及其机制	123
六、	侵染循环	126
第三节	常见果蔬采后侵染性病害的诊断与识别	128
一、	症状	128
二、	常见病害的识别特征	128
三、	常见果蔬采后病害简介	129
第四节	果蔬采后侵染性病害的控制	138
一、	果蔬侵染性病害的类型	138
二、	病害三角关系	139
三、	病害防治原则	140
四、	果蔬采后病害的防治	140

第五章 果蔬的采收及采后处理

152

第一节 采收	152
一、采收成熟度	152
二、采收方法	155
第二节 分级与包装	157
一、分级	157
二、包装	165
第三节 预冷	169
一、预冷作用	169
二、预冷方法及设施	170
三、影响预冷速度的因素	172
第四节 果蔬的其他采后处理	173
一、催熟及脱涩	173
二、愈伤	177
三、辐射	177
四、涂膜处理	185
五、化学药剂处理	188

第六章 果蔬的运输

193

第一节 果蔬的流通特性	194
一、果蔬的特性	194
二、果蔬流通的基本要求	195
三、果蔬流通的组织体系	196
第二节 果蔬对运输的环境条件要求	197
一、振动	197
二、温度	201
三、湿度	202
四、气体成分	203
五、运输包装	203
六、堆码与装卸	206
第三节 运输方式与工具	214

一、各种运输方式的特点	214
二、运输工具	216
第四节 运输中的问题	222
一、果蔬采后的贮运损失	222
二、运输的注意事项	223

第七章 水果和蔬菜的贮藏方式与管理方法

224

第一节 水果和蔬菜的自然降温贮藏	224
一、堆藏（垛藏）	225
二、沟藏（埋藏）	228
三、假植贮藏	231
四、冻藏	232
五、窖藏	233
第二节 水果和蔬菜的机械冷藏	240
一、机械冷藏原理	242
二、冷库的结构	247
三、冷藏库的管理	249
第三节 水果和蔬菜的气调贮藏	250
一、什么是气调贮藏	251
二、气调贮藏的原理	251
三、气调方式	252
四、气调库的特殊设施	259
五、气调贮藏的管理	260
第四节 减压贮藏	261
一、减压贮藏的兴起	261
二、减压贮藏的理论和技术特点	262
三、减压贮藏保鲜设施、方式和技术	265
四、我国减压保鲜技术的现状和发展	267
五、减压保鲜的未来发展方向	268

第八章 果蔬的贮藏技术

270

第一节 温带果品贮藏	270
------------------	-----

一、苹果的贮藏	270
二、梨的贮藏	286
三、桃、杏的贮藏	292
四、柿的贮藏	297
五、葡萄的贮藏	299
六、猕猴桃的贮藏	304
七、板栗的贮藏	305
八、枣的贮藏	307
九、草莓的贮藏	308
十、樱桃	309
十一、石榴的贮藏	310
十二、葡萄柚的贮藏	313
第二节 热带水果的贮藏	314
一、柑橘的贮藏	314
二、芒果的贮藏	317
三、香蕉的贮藏	319
四、菠萝的贮藏	321
五、荔枝的贮藏	324
六、枇杷的贮藏	326
七、龙眼的贮藏	327
八、柠檬的贮藏	329
九、甜橙的贮藏	330
十、杨桃的贮藏	331
十一、杨梅的贮藏	332
十二、番木瓜的贮藏	333
第三节 蔬菜贮藏	338
一、结球白菜的贮藏	338
二、花椰菜的贮藏	346
三、萝卜的贮藏	349
四、番茄的贮藏	352
五、青椒的贮藏	356
六、黄瓜的贮藏	361
七、蒜薹的贮藏	363

八、蘑菇的贮藏	365
九、姜的贮藏	367
十、茄子的贮藏	370
十一、菜豆的贮藏	371
十二、洋葱的贮藏	372
十三、韭菜的贮藏	376
十四、大蒜的贮藏	377
十五、马铃薯的贮藏	378
十六、菠菜的贮藏	382
十七、芹菜的贮藏	385
十八、莴笋的贮藏	388
十九、生菜的贮藏	389
二十、菊苣的贮藏	390
二十一、甘蓝的贮藏	391
二十二、大葱的贮藏	392
二十三、豌豆的贮藏	393
参考文献	397

第一章 采前因素对果蔬品质及耐贮性的影响

第一节 产品本身因素

影响水果和蔬菜耐贮性的采前因素很多，如种类和品种、生长环境条件、所采用的农业技术措施等都会影响产品的品质，只有生长发育良好、健康、品质优良的产品才有可能贮藏得好，因此切不可忽视采前因素对采后寿命的影响。在选择长期贮藏的产品时，一定要考虑下列诸因素的影响。

一、种类和品种

1. 种类 蔬菜不仅种类繁多，而且可食部分可以来自于植物的根、茎、叶、花、果实和种子，由于它们的组织结构和新陈代谢方式不同，因此耐贮性也有很大的差异。

叶菜类耐贮性最差。因为叶片是植物的同化器官，呼吸和蒸腾作用旺盛，采后容易萎蔫和黄化。特别是幼嫩的叶菜其表层的保护组织尚未发育完全，最难贮藏；叶球为营养贮藏器官，是在营养生长停止后才收获的，新陈代谢已经有所降低，所以比较耐贮藏。

花和果实是植物的繁殖器官，新陈代谢也比较旺盛，成熟过程中还会形成乙烯，所以花菜类是很难贮藏的。如新鲜的黄花菜，花蕾采后 1d 就会开放，并很快腐烂，因此必须干制。花椰菜是成熟