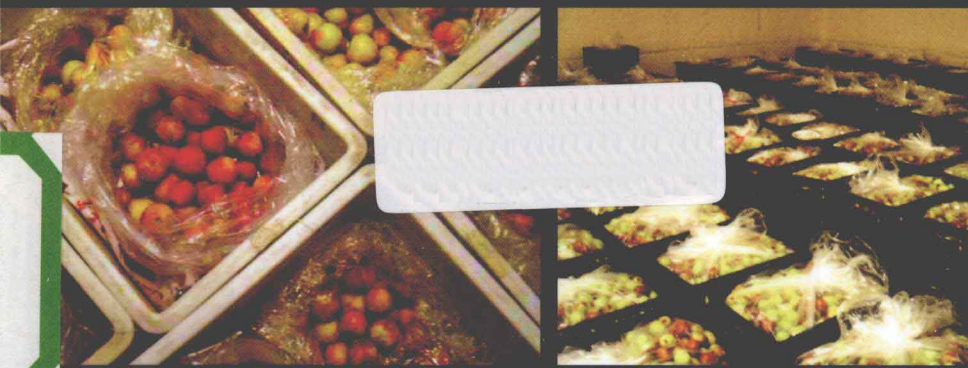


GUOSHU ZHUCANG JI
WULIU BAOXIAN SHIYONG JISHU

皮钰珍 主编

果蔬贮藏及 物流保鲜实用技术



化学工业出版社

GUOSHU ZHUCANG JI
WULIU BAOXIAN SHIYONG JISHU

果蔬贮藏及 物流保鲜实用技术

皮钰珍 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书从果蔬采后保鲜技术和现代物流技术两个角度出发,系统阐述了常见果蔬从田间到餐桌整个过程的关键保鲜技术与物流管理技术;既有适于农户小规模贮藏的简单常规方法,又有适于大规模贮藏的现代化先进技术;同时也介绍了国内外先进的果蔬物流技术及其操作要点,以及如何减少果蔬异地销售运输途中的损失、如何保证运输途中的新鲜度等。

本书通俗易懂,所介绍技术便于操作,适合广大果蔬种植专业户以及果蔬储藏加工行业的从业者参考使用,同时对从事果蔬物流业的生产者也会有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

果蔬贮藏及物流保鲜实用技术/皮钰珍主编. —北京:
化学工业出版社, 2013. 7
ISBN 978-7-122-17527-4

I. ①果… II. ①皮… III. ①果蔬保藏②水果-
物流-物资管理③蔬菜-物流-物资管理 IV. ①TS255.3
②F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 117864 号

责任编辑: 张林爽

文字编辑: 张春娥

责任校对: 陶燕华

装帧设计: 孙远博

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 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

850mm×1168mm 1/32 印张 8 $\frac{3}{4}$ 字数 224 千字

2013 年 9 月北京第 1 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: 28.00 元

版权所有 违者必究

前 言

新鲜水果和蔬菜是人们日常所必需维生素、矿物质及膳食纤维的重要来源。果蔬组织柔嫩，含水量高，易腐烂变质，不耐储存，采后极易失鲜，从而导致品质降低，甚至失去营养价值和商品价值，但通过贮藏保鲜及加工手段能消除季节性和区域性差别，满足各地消费者对果蔬的消费要求。

果蔬贮藏保鲜是农业生产的延续，保持果蔬质量和鲜度是人们追求的重要目标之一，是在果蔬贮藏、运输、流通过程中必须解决的问题。采用科学、合理的贮藏保鲜技术，能有效延长新鲜果蔬的贮藏期，调节淡旺季，繁荣果蔬市场，具有显著的经济效益和社会效益。

本书主要介绍了常见果蔬的贮藏保鲜技术，既有适于农户小规模贮藏的简单常规方法，又有适于大规模贮藏的现代化先进技术。本书针对严重制约我国农产品物流业发展的重点、难点问题，从现代物流技术和果蔬采后保鲜技术两个角度出发，将二者有机地集成到一起，系统阐述了果蔬从田间到餐桌整个过程的物流管理与关键保鲜技术。同时也介绍了国内外先进的果蔬物流技术及其操作要点，以及如何减少果蔬异地销售运输途中的损失、如何保证运输途中的新鲜度等，对从事果蔬物流业的生产者也会有一定的参考价值。

由于编者水平有限，书中定有不足之处，敬请读者批评指正，并欢迎提出宝贵意见。

编者

2013年6月

目 录

第一章 果蔬贮藏物流保鲜原理

第一节 果蔬采后呼吸作用与贮藏保鲜	1
一、呼吸作用概述	1
二、呼吸代谢类型	2
三、采后呼吸的类型及与贮藏保鲜的关系	3
四、呼吸作用的调控	4
第二节 果蔬采后蒸腾作用与贮藏保鲜	8
一、蒸腾失水对果蔬的影响	9
二、蒸腾作用的调控	10
三、结露及其危害	14
第三节 果蔬采后成熟衰老作用与贮藏保鲜	14
一、果蔬成熟与衰老的基本概念	14
二、果蔬成熟和衰老时的生理变化	16
三、果蔬成熟衰老的调控	19
第四节 果蔬采后生长、休眠与果蔬保鲜	23
一、果蔬采后生长与调控	24
二、果蔬采后休眠与调控	25
第五节 果蔬采后物流保鲜原理	28
一、果蔬物流的概念及其组成	28
二、影响果蔬物流保鲜质量的因素	31
三、果蔬运输设施与管理	36
四、果蔬冷链流通系统	45

第二章 果品贮藏及物流保鲜技术

第一节 苹果贮藏及物流保鲜技术	49
一、贮藏特性	49
二、采后处理	50
三、贮藏技术	51
四、物流保鲜技术	55
第二节 梨贮藏及物流保鲜技术	57
一、贮藏特性	58
二、采后处理	59
三、贮藏技术	59
四、物流保鲜技术	62
第三节 香蕉贮藏及物流保鲜技术	65
一、贮藏特性	65
二、采后处理	66
三、贮藏技术	67
四、物流保鲜技术	69
第四节 橘子贮藏及物流保鲜技术	72
一、贮藏特性	73
二、采后处理	74
三、贮藏技术	74
四、物流保鲜技术	76
第五节 葡萄贮藏及物流保鲜技术	78
一、贮藏特性	79
二、采后处理	80
三、贮藏技术	81
四、物流保鲜技术	83

第六节 桃贮藏及物流保鲜技术	86
一、贮藏特性	86
二、采后处理	87
三、贮藏技术	88
四、物流保鲜技术	91
第七节 柚子贮藏及物流保鲜	92
一、贮藏特性	93
二、采后处理	93
三、贮藏技术	93
四、物流保鲜技术	94
第八节 芒果贮藏及物流保鲜	95
一、贮藏特性	95
二、采后处理	96
三、贮藏技术	96
四、物流保鲜技术	98
第九节 甜瓜贮藏及物流保鲜	99
一、贮藏特性	99
二、采后处理	102
三、贮藏技术	103
四、物流保鲜技术	105
第十节 柿子贮藏及物流保鲜	106
一、贮藏特性	107
二、采后处理	108
三、贮藏技术	109
四、物流保鲜技术	110
第十一节 枣贮藏及物流保鲜	111
一、贮藏特性	111
二、采后处理	112

三、 贮藏技术	113
四、 物流保鲜技术	114
第十二节 猕猴桃贮藏及物流保鲜	116
一、 贮藏特性	116
二、 采后处理	117
三、 贮藏技术	119
四、 物流保鲜技术	121
第十三节 荔枝贮藏及物流保鲜	122
一、 贮藏特性	123
二、 采后处理	124
三、 贮藏技术	130
四、 物流保鲜技术	133
第十四节 龙眼贮藏及物流保鲜	134
一、 贮藏特性	135
二、 采后处理	136
三、 贮藏技术	137
四、 物流保鲜技术	140

第三章 蔬菜贮藏及物流保鲜技术

第一节 白菜贮藏及物流保鲜	142
一、 贮藏特性	143
二、 采后处理	144
三、 贮藏技术	145
四、 物流保鲜技术	150
第二节 甘蓝贮藏及物流保鲜	151
一、 贮藏特性	152
二、 采后处理	152
三、 贮藏技术	153

四、物流保鲜技术	155
第三节 芹菜贮藏及物流保鲜	156
一、贮藏特性	156
二、采后处理	157
三、贮藏技术	158
四、物流保鲜技术	162
第四节 番茄贮藏及物流保鲜	164
一、贮藏特性	164
二、采后处理	165
三、贮藏技术	166
四、物流保鲜技术	168
第五节 黄瓜贮藏及物流保鲜	172
一、贮藏特性	172
二、采后处理	174
三、贮藏技术	176
四、物流保鲜技术	182
第六节 辣椒贮藏及物流保鲜	185
一、贮藏特性	185
二、采后处理	187
三、贮藏技术	189
四、物流保鲜技术	193
第七节 豆角贮藏及物流保鲜	196
一、贮藏特性	197
二、采后处理	199
三、贮藏技术	201
四、物流保鲜技术	204
第八节 西兰花贮藏及物流保鲜	205
一、贮藏特性	206

二、采后处理	207
三、贮藏技术	209
四、物流保鲜技术	213
第九节 蒜薹贮藏及物流保鲜	214
一、贮藏特性	215
二、采后处理	215
三、贮藏技术	217
四、物流保鲜技术	220
第十节 萝卜贮藏及物流保鲜	223
一、贮藏特性	223
二、采后处理	224
三、贮藏技术	225
四、物流保鲜技术	227
第十一节 马铃薯贮藏及物流保鲜	227
一、贮藏特性	228
二、采后处理	229
三、贮藏技术	230
四、物流保鲜技术	232
第十二节 大蒜贮藏及物流保鲜	236
一、贮藏特性	236
二、采后处理	238
三、贮藏技术	241
四、物流保鲜技术	246
第十三节 苦瓜贮藏及物流保鲜	247
一、贮藏特性	247
二、采后处理	248
三、贮藏技术	248
四、物流保鲜技术	250

第十四节 南瓜、冬瓜的贮藏	251
一、 贮藏特性	251
二、 采后处理	252
三、 贮藏技术	252
四、 物流保鲜技术	254
第十五节 食用菌贮藏及物流保鲜	255
一、 贮藏特性	255
二、 采后处理	255
三、 贮藏技术	256
四、 物流保鲜技术	259

参考文献

第一章

果蔬贮藏物流保鲜原理

果蔬产品种类很多，种植地域广泛，生长周期长短不一，在田间生长期间的气候条件、农业技术措施等影响不同，导致果蔬采后贮藏特性差异较大。但各种果蔬采收后贮藏运输过程中会遵循一些基本的生理代谢规律，采后的产品脱离了母体水分和养分的供给，但仍然是有生命的生物体，依然进行着一系列的生命活动，主要包括呼吸生理和成熟生理。这些生命活动是采收前生长发育过程的延续，会对果蔬贮藏保鲜技术操作产生重要影响。要做好果蔬贮藏物流保鲜工作，就首先要了解果蔬采收后的生命活动规律，在满足果蔬基本生命活动的基础上，尽可能地抑制那些不利于贮藏的变化，促进那些利于贮藏的变化，才能达到较好的贮藏效果。

第一节 果蔬采后呼吸作用与贮藏保鲜

果蔬采后依然是一个活的生命有机体，其生命活动仍在有序地进行。组织的呼吸作用是提供各种代谢活动所需能量的基本保证。采后果蔬产品的呼吸作用与采后品质变化、成熟衰老进程、贮藏期、货架期、贮运病害、采后处理和贮藏技术都有着密切的关系。

一、呼吸作用概述

呼吸作用是指果蔬生活细胞经过一系列代谢途径使有机物质分

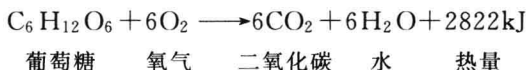
解，并释放出能量的过程。呼吸作用是果蔬采后生命活动的重要环节，它不仅提供采后组织生命活动所需的能量，而且是采后各种有机物质相互转化的中枢。果蔬采后呼吸的主要底物是有机物质，如糖类、有机酸和脂肪等。因此在贮藏过程中，随着呼吸作用的进行，果蔬组织内的有机物质逐渐消耗。

二、呼吸代谢类型

采后的园艺产品，根据呼吸过程是否有 O_2 的参与分为以下三种呼吸类型。

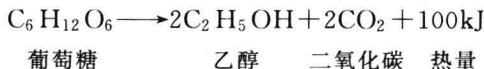
（一）有氧呼吸

有氧呼吸即是在有充足的 O_2 参与下，将糖、酸等有机物彻底氧化分解为 CO_2 和 H_2O ，同时释放出能量的过程。通常所说的呼吸作用即为有氧呼吸。



（二）无氧呼吸

无氧呼吸条件下，氧气供应不足，有机物质氧化不彻底，其产物如乙醇和乳酸等对细胞会产生毒害作用，且生成能量的效率很低，所以无氧呼吸是有害的。如葡萄糖在缺 O_2 条件下，生成乙醇或者乳酸等不彻底的氧化产物。



（三）愈伤呼吸

果蔬组织在受到机械损伤时呼吸速率显著增高的现象叫做愈伤呼吸，又称为伤呼吸。愈伤呼吸导致体内物质的大量消耗，所以对于采后园艺产品应尽量减少其机械损伤，防止愈伤呼吸发生。

呼吸过程中，有相当一部分能量是以热的形式释放，使贮藏环境温度提高，并有 CO_2 积累，因此在果蔬采后贮藏过程中，要注意产品码堆方式，注意通风降温。

三、采后呼吸的类型及与贮藏保鲜的关系

果蔬在整个生长发育过程中，其呼吸作用的强弱不是始终不变的，而是高低起伏的。各种果蔬采后呼吸强度高低起伏的变化趋势称为呼吸漂移。各种果蔬呼吸漂移的趋势是不同的（见图 1-1）。有一类果蔬呼吸强度在其生长发育过程中逐渐下降，达到一定的成熟度时又显著上升，上升到一个顶峰后又再度下降，直至果实衰老死亡，这种现象称为呼吸跃变。一般认为这是果实在完熟，即最佳食用状态前发生贮藏物质的强烈水解，不管在植株上还是在采收后，都会表现出相似的呼吸高峰。习惯上把开始成熟时出现呼吸上升的果实称为跃变型果实。而将另一类果实呼吸强度在采后一直下降，不会出现呼吸高峰的称之为非跃变型果实（见图 1-2）。主要果蔬产品的呼吸类型见表 1-1。

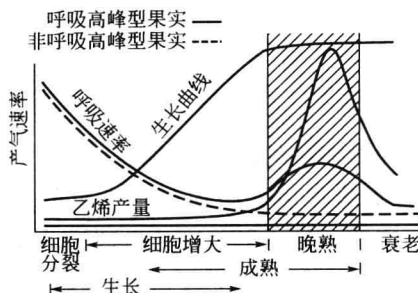


图 1-1 果实呼吸曲线的变化模式

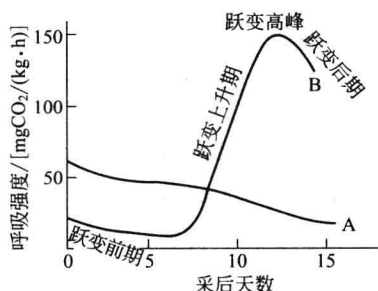


图 1-2 不同类型果实从生长结束到成熟的呼吸模式

A—非跃变型（如黄瓜）；

B—跃变型（如番茄）

表 1-1 主要果蔬产品的呼吸类型

跃变型	非跃变型
苹果、梨、油梨、香蕉、杏、李、猕猴桃、柿、桃、无花果、番石榴、芒果、面包果、番木瓜、菠萝蜜、蓝莓、蜜露甜瓜、网纹甜瓜、西番莲、木瓜、红毛榴莲、番茄	甜橙、红橘、温州蜜柑、柚、柠檬、葡萄柚、葡萄、草莓、荔枝、龙眼、凤梨、可可、腰果、橄榄、枣、樱桃、黑莓、树莓、越橘、枇杷、石榴、杨桃、西瓜、黄瓜、西葫芦、辣椒、茄子、豌豆、刺梨

注：资料来源于 Kader, 2002；韦三立, 2002。

不同种类跃变型果实呼吸高峰出现的时间和峰值不完全相同，一般原产于热带、亚热带的果实，例如油梨和香蕉，跃变顶峰的呼吸强度分别为跃变前的3~5倍和10倍，且跃变时间维持很短，很快完全成熟并衰老。原产于温带的果实，例如苹果、梨等跃变顶峰的呼吸强度仅比其跃变前的呼吸强度增加1倍左右，但维持跃变时间很长。这类果实比前一类型果实更慢成熟，因而更耐贮藏。有些果实，如苹果，留在树上也可以出现呼吸跃变，但与采摘果实相比，呼吸跃变出现较晚，峰值较高；另外一些果实，如油梨，只有采后才能成熟和出现呼吸跃变，如果留在植株上可以维持不断地生长而不能成熟，当然也不出现呼吸跃变。

呼吸跃变期是果实发育进程中的一个关键时期，对果实贮藏寿命有重要影响。它既是成熟的后期，同时也是衰老的开始，此后产品将不适宜继续贮藏。生产中要采取各种手段来推迟跃变型果实的呼吸高峰以延长贮藏期。

四、呼吸作用的调控

呼吸作用在给果蔬生命有机体提供能量的同时，也在不断地消耗着组织内部的营养物质，伴随着呼吸作用不断地产生大量的热量，因此在果蔬采后贮藏过程中，应在不妨碍果蔬正常生理活动和不出现在生理病害的前提下，尽可能地降低果蔬的呼吸强度，以减少物质消耗，延缓果蔬成熟衰老。因此，有必要了解影响果蔬呼吸大小的因素。

（一）果蔬自身因素

1. 种类和品种

果蔬由于可食用部位种类较多，这些器官在组织结构和生理方面有很大差异，其采后的呼吸作用也有很大的不同（图1-3）。在蔬菜中，生殖器官新陈代谢异常活跃，呼吸强度一般大于营养器官，所以通常以花的呼吸作用最强。叶子等营养器官的新陈代谢比贮藏器官旺盛，因为叶片结构扁平，有大量气孔分布，气体交换迅

速，散叶型蔬菜的呼吸强度要高于结球型。一般来说，蔬菜中叶菜类和花菜类呼吸强度最大，果菜类次之，作为贮藏器官的块根和块茎类蔬菜，如马铃薯和胡萝卜等的呼吸强度相对较小，也较耐贮藏，部分贮藏器官，如种子采后进入休眠期，呼吸就更弱。水果的呼吸强度，以浆果类的呼吸强度为最大，其次是柑橘类，苹果、梨的呼吸强度较小。同一类产品，品种之间的呼吸强度也有差异。一般来说，晚熟品种生长期较长，积累的营养物质较多，呼吸强度高于早熟品种；夏季成熟的品种比秋冬季成熟品种的呼吸强；南方水果比北方水果的呼吸强度大。

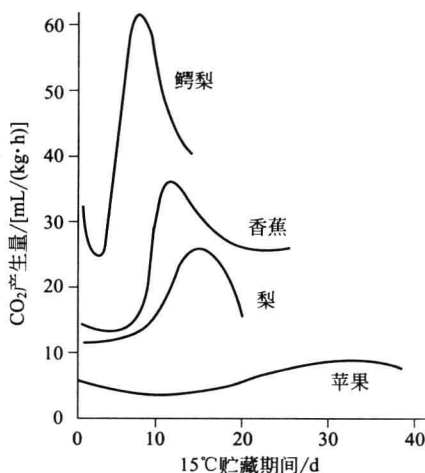


图 1-3 果实种类对呼吸强度的影响

2. 发育年龄与成熟度

果蔬在生长发育的不同阶段，呼吸强度大小也不同，以幼龄时期的呼吸强度最大，随着发育的进行，呼吸强度逐渐下降。幼嫩蔬菜的呼吸最强，此时生长最为旺盛，各种代谢活动都很活跃，加之表皮保护组织尚未发育完全，组织内细胞间隙大，便于气体交换。老熟的瓜果和其他蔬菜，新陈代谢强度降低，表皮组织、蜡质和角质等保护层加厚并变得完整，呼吸强度降低，更耐贮藏。块根、鳞

茎类蔬菜在完成田间生长期后，呼吸作用不断下降，进入休眠期，呼吸降至最低点，休眠结束，呼吸再次升高。

(二) 贮藏环境因素

1. 温度

温度是影响呼吸作用最重要的外界环境因素。在一定的温度范围内，温度与呼吸作用的强弱成正比关系。在 $0\sim 30^{\circ}\text{C}$ 范围内，温度对呼吸的加强呈指数关系，可以用呼吸温度系数 Q_{10} 来表示，在此范围内，温度每升高 10°C ，呼吸强度增加约 2~3 倍，温度与果实呼吸强度的关系如表 1-2 所示。因此贮藏低温的确定应以不出现低温伤害为前提，尽量降低果蔬采后的贮运温度，并且保持冷库温度的恒定，否则，温度的变动可刺激果蔬的呼吸作用，缩短贮藏寿命。

表 1-2 几种水果呼吸的 Q_{10} 同温度范围的关系

种类	品 种	$0\sim 10^{\circ}\text{C}$	$11\sim 21^{\circ}\text{C}$	$6.6\sim 26.6^{\circ}\text{C}$	$22.2\sim 32.2^{\circ}\text{C}$	$33.3\sim 43.3^{\circ}\text{C}$
草莓	哈瓦多 17	3.45	2.10	2.20		
桃	阿尔巴特	4.10	3.25	2.25		
柠檬	尤立克	3.95	1.70	1.95	2.00	
佛灵橙	加州脐橙	3.30	1.80	1.55	1.60	
葡萄柚	佛罗里达实生苗	3.35	2.00	1.45	1.65	2.50

此外，温度还会影响跃变型果蔬的跃变峰值和跃变时间。温度升高，呼吸跃变高峰出现的时间提前，贮藏寿命或货架寿命缩短。呼吸强度随着温度的降低而下降，但是如果温度太低，导致低温伤害，反而会出现呼吸逐渐增加的现象。

2. 湿度

贮藏环境湿度对果蔬的呼吸强度有一定的影响，如大白菜、柑橘采后要稍稍晾晒，使其表面失去一定的水分，有利于降低果实呼吸强度。较湿润的环境条件可促进柑橘类果实的呼吸作用，造成枯水或浮皮；低湿不仅有利于洋葱的休眠，还可抑制其呼吸强度。然而薯芋类却要求高湿，干燥会促进呼吸，产生生理伤害。