

“十一五”国家重点图书出版规划项目



服务三农·农产品深加工技术丛书

北方果蔬贮藏保鲜技术

王淑琴/主编

 中国轻工业出版社

“十一五”国家重点图书出版规划项目
服务三农·农产品深加工技术丛书

北方果蔬贮藏保鲜技术

王淑琴 主编



中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

北方果蔬贮藏保鲜技术/王淑琴主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2010. 7

(服务三农·农产品深加工技术丛书)

“十一五”国家重点图书出版规划项目

ISBN 978-7-5019-7607-2

I. ①北… II. ①王… III. ①水果-食品贮藏
②蔬菜-食品贮藏③水果-食品保鲜④蔬菜-食品保鲜
IV. ①S660.9②S630.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 067003 号

责任编辑: 马妍 责任终审: 滕炎福 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 王超男 责任校对: 李靖 责任监印: 马金路

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印刷: 河北高碑店市德裕顺印刷有限责任公司

经销: 各地新华书店

版次: 2010 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 850 × 1168 1/32 印张: 7.125

字数: 185 千字

书号: ISBN 978-7-5019-7607-2 定价: 16.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

90892K1X101ZBW

本书编委会

主 编 王淑琴

副主编 皮钰珍、颜廷才、贾福生、王恩旭

参 编 程顺昌、李喜宏、孙仁艳、张璇、赵春燕、
张宝忠、许金光

前 言

我国在果蔬贮藏保鲜方面，由于技术滞后等原因，每年造成的损失高达 20% ~ 30%，不仅浪费资源，降低了生产效益，而且产生垃圾，污染环境。北方地区，果蔬收获季节多集中于 6 ~ 10 月，气温高、易腐烂。为此，欲提高和强化果蔬的商品性，普及贮藏保鲜技术显得尤为重要。

本书作者多年来一直从事果蔬贮藏的科研工作，设立了多个实验基地，向农民朋友推广果蔬贮藏保鲜技术，在工作中，深感农民对果蔬贮藏知识的渴求，故著此书，希冀能将笔者几十年来的科研成果和生产实践经验，通过本书传授给农民朋友，为他们提供技术指导。

本书主要介绍了北方果蔬的贮藏技术，既有适合于农民朋友小规模贮藏的简单常规方法，又有适合于大规模贮藏的现代先进技术。微型冷库是一种特别适合小规模贮藏果蔬的冷库，本书详细介绍了这种冷库的设计，使农民朋友对其有全面的了解，以便更为合理地使用微型冷库。同时本书还介绍了国内外先进的果蔬物流技术，以及果蔬物流操作要点、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指导作用。

由于编者水平有限，书中不足和错误之处在所难免，敬请读者批评指正，提出宝贵意见。

编 者

目 录

第一章 果蔬贮藏保鲜原理	(1)
第一节 呼吸与果蔬贮藏保鲜	(1)
一、呼吸基本概念	(1)
二、呼吸高峰与果蔬贮藏	(3)
三、影响呼吸强度的因素及其调控	(4)
第二节 蒸腾与果蔬贮藏保鲜	(7)
一、蒸腾失水对果蔬的影响	(7)
二、影响蒸腾失水的因素及其控制	(8)
第三节 成熟、衰老与果蔬贮藏保鲜	(11)
一、成熟、衰老对果蔬贮藏保鲜的影响	(11)
二、果蔬成熟、衰老的控制	(13)
第四节 休眠与果蔬贮藏保鲜	(17)
一、休眠 - 生长的概念与特点	(17)
二、休眠 - 生长的调控	(19)
 第二章 果品贮藏保鲜	 (21)
第一节 大枣贮藏	(21)
一、贮藏特性	(21)
二、采收期及采后处理	(25)
三、贮藏方式	(26)
第二节 桃贮藏	(28)
一、贮藏特性	(28)

二、采收及预冷	(29)
三、贮藏方式	(31)
第三节 李贮藏	(33)
一、贮藏特性	(33)
二、采收及预冷	(35)
三、贮藏方式	(35)
第四节 杏贮藏	(36)
一、贮藏特性	(36)
二、采收成熟度	(37)
三、贮藏方法	(38)
第五节 樱桃贮藏	(41)
一、贮藏特性	(41)
二、采后处理	(42)
三、贮藏方式	(43)
第六节 葡萄贮藏	(45)
一、贮藏特性	(45)
二、贮藏方式及管理	(51)
三、防腐保鲜处理	(54)
第七节 草莓贮藏	(56)
一、贮藏特性	(56)
二、采收	(57)
三、贮前处理	(58)
四、贮藏方式	(58)
五、保鲜技术	(60)
第八节 树莓贮藏	(61)
一、贮藏特性	(61)
二、贮藏方式	(62)
第九节 蓝莓贮藏	(64)

一、贮藏特性	(64)
二、采收及采后处理	(66)
三、贮藏方式	(67)
第十节 榛子贮藏	(68)
一、贮藏特性	(68)
二、采收与干燥	(70)
三、贮藏方式	(72)
第十一节 板栗贮藏	(73)
一、贮藏特性	(73)
二、采收期及采后处理	(74)
三、贮藏方式	(75)
第十二节 南果梨贮藏	(78)
一、贮藏特性	(79)
二、采收	(79)
三、贮藏方法	(79)
 第三章 蔬菜贮藏保鲜	(81)
第一节 嫩鲜蒜贮藏保鲜	(81)
一、贮藏特性	(82)
二、对贮藏条件的要求	(82)
三、贮藏关键技术	(83)
四、贮藏方法	(84)
五、存在问题及解决办法	(86)
第二节 山野菜贮藏保鲜	(86)
一、贮藏特性	(86)
二、贮藏方式	(90)
第三节 蒜薹贮藏保鲜	(91)
一、贮藏特性	(92)

二、采收标准	(92)
三、贮藏技术	(93)
第四节 青椒贮藏保鲜	(95)
一、贮藏特性	(96)
二、采收及预冷	(96)
三、贮藏方式	(97)
第五节 菜花、西蓝花贮藏保鲜	(100)
一、贮藏特性	(100)
二、贮藏方式及管理	(101)
第六节 香菜贮藏保鲜	(106)
一、贮藏特性	(106)
二、采后处理	(107)
三、贮藏方式	(107)
四、贮藏病害及其防治方法	(109)
第七节 芹菜贮藏保鲜	(110)
一、贮藏特性	(111)
二、贮藏方式	(111)
三、贮藏病害及其防治方法	(114)
 第四章 果蔬运输流通系统	(117)
第一节 概念及其组成	(117)
一、果蔬的商品特性	(117)
二、果蔬的流通体系	(118)
第二节 影响果蔬运输流通中质量的因素	(119)
一、果蔬的质量	(119)
二、振动	(120)
三、温度	(121)
四、湿度	(123)

五、气体成分	(123)
六、混装情况	(124)
七、包装	(125)
第三节 运输中保持果蔬质量的控制系统	(125)
一、冷却能力	(126)
二、温度控制系统	(126)
三、空气循环系统	(128)
四、运输前的准备	(130)
五、运输方式及工具	(135)
第五章 微型保鲜冷库的设计与建造	(139)
第一节 微型保鲜冷库的技术标准与规格	(139)
一、微型保鲜冷库的技术标准	(139)
二、微型保鲜冷库规格	(141)
第二节 土建式微型节能保鲜冷库	(145)
一、设计原则与结构	(145)
二、库温设计标准与依据	(147)
三、库体无冷桥设计要点	(148)
四、库体保温材料筛选与设计	(153)
五、库体保温材料的防潮隔汽处理	(161)
六、地面防水、保温与承重设计	(166)
七、利用自然冷源与快速换气设计	(169)
八、库体走向与开门方位设计	(171)
九、库体经济结构设计	(174)
十、库体外观颜色设计	(176)
十一、机房设计	(177)
十二、库体材料与造价简明分析	(179)
十三、库体的施工进度	(179)

第三节 保温门与保温窗的设计	(180)
一、保温门	(180)
二、防鼠门	(184)
三、保温窗	(184)
第四节 土建式微型保鲜冷库的简明施工技术	(184)
一、库房整体施工工艺	(184)
二、保温材料施工要点	(185)
三、做法	(187)
第五节 土建式微型节能保鲜冷库的典型设计图解	(189)
一、 60m^3 独立式 10t 改造库设计	(189)
二、 90m^3 独立式 15t 库(稻壳)设计	(191)
三、 100m^3 独立式 20t 改造库设计	(195)
四、 120m^3 独立式 25t 库设计	(197)
五、 200m^3 独立式 50t 库设计	(201)
参考文献	(203)

第一章 果蔬贮藏保鲜原理

园艺产品种类繁多，在田间生长时都是由根系从土壤中吸收水分和养料，由叶片等吸收空气和阳光，经过一系列复杂的生物化学变化逐渐成长，长到一定时期才被采收消费。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。这些生命活动是采收前生长发育过程的延续，又对果蔬贮藏保鲜的效果产生着重要的影响。要做好果蔬贮藏保鲜工作，就要首先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 呼吸与果蔬贮藏保鲜

采收后的果蔬组织仍然是生活着的生命有机体，具有鲜活产品的品质。采收后产品的光合作用基本停止，呼吸作用成为新陈代谢的主导过程，是其生命活动的主要标志。

一、呼吸基本概念

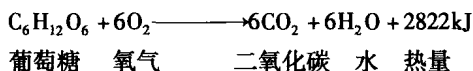
呼吸是维持果蔬采后正常生命代谢的前提条件。呼吸过程中需消耗果蔬体内的糖、酸、蛋白质或脂肪酸为生物体提供能量，同时伴随着热量的产生，大部分呼吸作用需要消耗 O_2 ，生成 CO_2 。

（一）呼吸类型及特点

采后的园艺产品，呼吸作用包括三种不同的呼吸类型。

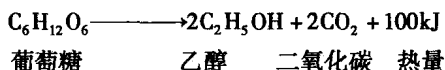
（1）有氧呼吸 有充足的 O_2 参与的呼吸，在酶的催化下，将

糖、酸等有机物经一系列氧化过程，最后分解为 CO_2 和 H_2O ，同时释放出能量。



有氧呼吸是植物的主要呼吸方式，它将呼吸底物彻底氧化分解，释放出大量的能量，供给各种生命活动之需。

(2) 无氧呼吸 葡萄糖在缺 O_2 条件下，生成乙醇、乳酸等不彻底的氧化产物。



(3) 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称为愈伤呼吸，又称伤呼吸。愈伤呼吸导致体内物质的大量消耗，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。

无论是何种呼吸类型，在呼吸过程中除了部分能量贮存起来用于维持果蔬的生命活动，其中大部分的能量以热的形式释放到贮藏空间，使果温、库温升高。因此，在贮藏过程中，无论采取何种包装都要注意码堆方式，注意通风降温。而无氧呼吸条件下产生的乙醇、乙醛、乳酸积累过多时，将导致细胞死亡。无氧呼吸产生的能量只有有氧呼吸的 2.5%，果实为了获得足够的能量，就必须消耗更多的有机物质，从而加速组织衰老、死亡。从这方面来看，无氧呼吸是不利或是有害的。

通常情况下，由于呼吸作用需要消耗 O_2 ，使得贮藏环境中的 O_2 浓度降低，由于无氧呼吸存在着上述的缺点，所以要通过通风或者换气等措施提高 O_2 浓度，从而避免出现无氧呼吸。大部分果蔬需要 O_2 浓度在 3% 以上，才能避免出现无氧呼吸。与此类似，呼吸作用消耗 O_2 的同时，生成大量的 CO_2 ，可能造成 CO_2 浓度过高，也会造成 CO_2 伤害，从而对正常的呼吸代谢过程产生破坏作用。

人们发现降低 O_2 浓度或者提高 CO_2 浓度可以抑制果蔬的呼

吸作用，人们利用此原理发展起来了各种气调贮藏技术，降低果蔬物质消耗，达到长期贮藏的目的。当然这种调节 O_2 和 CO_2 浓度抑制呼吸代谢是建立在不引起无氧呼吸和 CO_2 伤害的基础上的。

（二）呼吸强度

呼吸强度是衡量呼吸作用强弱的一个指标，指单位时间内、一定质量的果蔬产品吸收的 O_2 或放出的 CO_2 的量，其单位为 $mgO_2/(kg \cdot h)$ ， $mgCO_2/(kg \cdot h)$ 。

呼吸强度表明了组织内物质消耗的速度，反映物质质量的变化。呼吸强度高，呼吸消耗则大。因此，在采后生理研究和贮藏实践中，呼吸强度是重要的生理指标之一。园艺产品在贮藏期间要尽可能降低呼吸强度，以减少呼吸引起的干物质损失。

（三）呼吸热

呼吸消耗底物，同时释放出能量。根据计算，1mol 葡萄糖氧化分解应释放出 2815kJ 的能量，在正常的有氧呼吸过程中，1mol 葡萄糖彻底氧化分解后贮存化学能约 1274kJ，其余一半以上的能量则以热能的形式释放到体外，称为呼吸热（respiration heat）。呼吸热的积累使贮运环境的温度升高，所以，贮藏过程中必须随时消除产品本身释放的呼吸热及其他热源，才能保持恒定的温度条件，减少温度波动对贮藏产品的影响。

二、呼吸高峰与果蔬贮藏

果蔬在生长结束时，呼吸作用逐渐降低，有些果蔬在成熟时，呼吸作用突然升高，然后再下降，这种现象称为呼吸跃变。呼吸的突然升高称为呼吸高峰。呼吸高峰的出现标志着果蔬衰老、死亡的开始，表明果蔬品质与风味达到最佳。

非跃变型果实是指在生长、成熟、衰老过程中，呼吸作用始终缓慢降低，果实生长发育期间、成熟期间跃变型和非跃变型果蔬的呼吸模型见图 1-1、图 1-2。

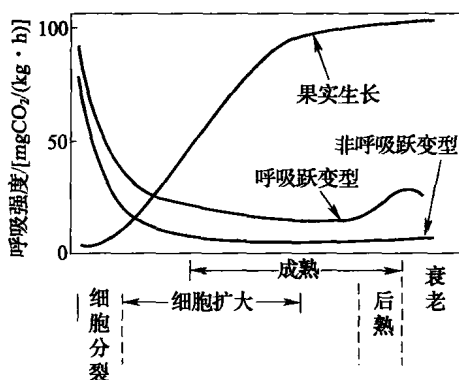


图 1-1 果蔬生长发育期间呼吸代谢模型

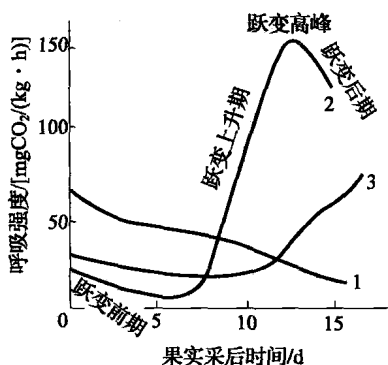


图 1-2 不同类型果实从生长结束到成熟的呼吸模式

1—非跃变型（如黄瓜） 2—跃变型（如番茄） 3—晚峰型

三、影响呼吸强度的因素及其调控

从消耗呼吸底物和产生呼吸热的角度来看，呼吸作用是消极的，所以贮藏中要求尽量降低园艺产品的呼吸强度，以减少消耗和温度波动，节约干物质和降低制冷负荷。但呼吸不只是消极的，还有其更重要的积极意义。呼吸作用是采后园艺产品生命活动的主导过程，一切其他的变化无不受到呼吸作用的影响和制约。因此，正常的呼吸作用是园艺产品具有一定耐贮、抗病能力的基础。

呼吸作用是高度复杂的生物化学过程，有多种因素对其产生影响，而不同种类果蔬的呼吸及其变化又各有特点，所有这些都会对采后贮藏保鲜产生直接的影响。

（一）产品内部因素

1. 种类和品种

不同种类和品种的园艺产品呼吸作用的差异很大。一般来说，南方水果的呼吸强度比北方的大，夏季成熟的比秋冬季成熟的大。就种类而言，浆果类的呼吸强度最大，其次是柑橘类，苹果、梨的呼吸强度较小。蔬菜中叶菜类呼吸强度最大，特别幼嫩的瓜果、花椰菜呼吸强度也很大，叶球类比散叶菜低，根茎类更低一些，具有休眠特性的鳞茎、块茎蔬菜及老熟瓜果，它们的呼吸强度就更低了。

2. 发育年龄与成熟度

在植物的个体发育和器官发育过程中，幼龄时期呼吸强度最大，随着年龄的增长，呼吸强度逐渐下降，果实一般在生长期呼吸最旺盛，以后总的趋势是下降，直至死亡。但跃变型果实在衰老之前还有短暂的呼吸高峰，待高峰过后，呼吸强度就一直下降。所以，生长期采收的果蔬，呼吸强度很高，如叶菜类在采收时，营养生长旺盛，各种机能非常活跃，衰老变质很快；以嫩果供食的瓜果，由于组织幼嫩，呼吸强度也很高，贮藏上困难也很大。老熟瓜果在充分成熟时采收，代谢活性已大大下降，呼吸强度很低，表面又形成了良好的保护结构，为贮藏创造了极为有利的条件。跃变型果实在生长末期采收，果实已基本长成，营养积累较充分，呼吸强度明显下降，采收以后，需经一段时间后呼吸高峰方出现，有人将这段时间称为临界期，如人为适当地拉长这一临界期，推迟高峰的到来，就达到了延长贮藏期的目的。

（二）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。温度对果蔬呼吸的影响主要体现在以下两个方面：

(1) 呼吸温度系数 (Q_{10}) 若 $Q_{10}=3$ 指在植物正常的生活温度范围 ($5\sim35^{\circ}\text{C}$) 内, 温度每升高 10°C 时呼吸强度增加 3 倍。不同产品呼吸的温度系数常有较大的差别, 而且同一种产品在不同温度范围内 Q_{10} 也有变化, 常常是低温范围比高温范围更大 (见表 1-1)。这表明园艺产品冷藏时应严格维持稳定的贮藏温度, 温度稍有上升就会使呼吸有大的增长。

表 1-1 几种水果呼吸的 Q_{10} 同温度范围的关系

种类	品种	温度/ $^{\circ}\text{C}$				
		0~10	11~21	6.6~26.6	22.2~32.2	33~43.3
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

(2) 温度与果实呼吸跃变的关系 降低温度不但呼吸减慢, 还使跃变型果实的跃变高峰延迟出现, 峰的高度降低, 甚至不出现跃变高峰, 减少干物质消耗。

2. 湿度

贮藏环境湿度对果蔬的呼吸强度也有影响, 如大白菜、柑橘采后要稍稍晾晒, 让果蔬表面失去一定的水分有利于降低其呼吸强度。较湿润的环境条件可促进柑橘类果实的呼吸作用, 造成枯水或者所谓的浮皮; 低湿不仅有利于洋葱的休眠, 还可抑制其呼吸强度。然而薯蓣类却要求高湿, 干燥会促进呼吸, 产生生理伤害。

3. 气体成分

气体成分是影响呼吸作用的另一个重要因素。降低 O_2 浓度可使有氧呼吸减至最低限度, 但不能激发无氧呼吸。一般果蔬贮藏环境中 O_2 浓度不可低于 $3\%\sim5\%$, 有的热带、亚热带作物要高达 $5\%\sim9\%$ 。但也有例外的情况, 如菠菜为 1% 、芦笋为 2.5% 、豌