

吴锦铸 张昭其 ◆ 编著



水果保鲜与加工



广东省出版集团
广东科技出版社



水果保鲜与加工

吴锦铸 张昭其 编著

广东省出版集团
广东科技出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

水果保鲜与加工/吴锦铸, 张昭其编著. —广州: 广东科技出版社, 2004. 11

(全面建设小康社会“三农”书系·加工编)

ISBN 7-5359-3690-3

I. 水… II. ①吴…②张… III. ①水果—食品保鲜
②水果加工 IV. S609

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 070853 号

Shuiguo Baoxian yu Jiagong

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路 11 号 邮码: 510075)

E-mail: gdkjzbb@21cn.com

http: //www. gdstp. com. cn

经 销: 广东新华发行集团

印 刷: 广东肇庆新华印刷有限公司

(广东省肇庆市星湖大道 邮码: 526060)

规 格: 787mm × 1 092mm 1/32 印张 3. 875 字数 78 千

版 次: 2004 年 11 月第 1 版

2004 年 11 月第 1 次印刷

印 数: 1 ~ 10 000 册

定 价: 4. 80 元

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

内 容 简 介

本书介绍了水果保鲜与加工的基本知识和方法，并介绍了柑橘、香蕉、荔枝、龙眼、芒果等10种热带亚热带水果贮藏保鲜技术，以及干制、糖制、罐头、果汁及果汁饮料、果酒、速冻水果等加工技术。

本书内容充实，通俗易懂，密切联系生产实际，适合水果贮运与加工从业人员和水果种植者阅读参考。

序

朱小丹

高度重视并认真解决“三农”问题，是我们党一以贯之的战略思想。党的十六大提出，要把建设现代农业、发展农村经济、增加农民收入，作为全面建设小康社会的重大任务。

改革开放以来，广东依靠党的政策指引和优越的地理位置，大胆探索，开拓进取，改革不断深化，经济发展迅猛，社会全面进步。广东农业产业化水平也不断提高，农村面貌发生了巨大的变化，农民收入大幅度增加。但是，我们也看到，农村经济与整个经济社会发展不尽协调，科学文化发展相对滞后，城乡居民收入差距较大等问题仍然比较突出，制约着广东城乡协调发展的水平和全面建设小康社会的进程。广东真正解决“三农”问题，任重道远。

党的十六大以来，在“三个代表”重要思想的指引下，广东省委、省政府认真贯彻以人为本、全面协调可持续发展的科学发展观，为进一步解决“三农”问题，作出一系列重大决策，统筹城乡产业发展，着力提升农村工业化、农业产业化水平；统筹城乡规划建设，加快推进城镇化，努力形成以城带乡、城乡联动的发展格局；统筹城乡体制改革，维护好农民的合法权益，建立有利于城乡一体化发展的新体制；统筹城乡居民就业，促进农村劳动力战略性转移；统筹城乡社会



事业发展，加快建立健全农村社保体系，促进农村社会的全面进步，等等，全省广大农村经济社会发展呈现新的面貌。

为了更好地促进广大农民思想道德和文化科技素质的提高，向广大农民提供智力和信息服务，中共广东省委宣传部、广东省文明办、广东省新闻出版局、广东省农业厅、广东省科技厅、广东省海洋与渔业局和广东省出版集团等单位，组织专家学者编写了这套《全面建设小康社会“三农”书系》。这是贯彻落实中央和省委关于解决“三农”问题精神的一个实际行动，为广大农民做了一件实事和好事。

贴近实际、贴近生活、贴近群众，是书系的重要特点。书系包括政策法规、文明生活、医疗保健、民居工程、创业、农民工、蔬菜、果树、植保土肥、畜牧、兽医、水产、食用菌、加工、培训教材等15编，共130个品种。既有农业种养生产技术知识，又有农村精神文明建设的内容；既注意满足在农村务农者的需要，也考虑到外出务工者的需求，是一套比较完整、全面、实用的知识性、大众化、普及型读物。而且，书系深入浅出，通俗易懂，图文并茂，价格低廉，可谓“‘三农’书系，情系‘三农’”。

“知识就是力量”。愿书系能使广大农民得益，能为我省建设经济强省、文化大省、法治社会、和谐广东和实现富裕安康提供智力支持。

是为序。

一、水果保鲜基本知识	1
(一) 采前因素与采后保鲜的关系	1
(二) 采后生理变化与保鲜的关系	3
(三) 采后病害与保鲜的关系	9
(四) 控制水果后熟、衰老与腐烂的措施	14
(五) 水果采后商品化处理技术	22
二、水果保鲜技术	27
(一) 柑橘	27
(二) 香蕉	34
(三) 荔枝	38
(四) 龙眼	42
(五) 芒果	45
(六) 菠萝	49
(七) 番木瓜	53
(八) 番石榴	55
(九) 枇杷	55
(十) 杨桃	57
三、水果加工基本知识	59
(一) 基本原理	59
(二) 加工原辅料及添加剂	64
四、水果加工技术	68
(一) 干制	68
(二) 糖制	75
(三) 罐头	90
(四) 果汁及果汁饮料	95
(五) 果酒	103
(六) 速冻水果	110

一、水果保鲜基本知识



(一) 采前因素与采后保鲜的关系

采前因素主要包括环境因素和栽培条件，环境因素中有温度、相对湿度、降水量、光照、土壤结构等。栽培条件中有品种、砧木、种植密度、施肥、灌溉、修剪、病虫害防治、化学药剂的喷施等。以上各种因素中有些可以人为地加以控制，有些则无能为力。它们对水果采后的贮藏保鲜具有至关重要的作用。

① 环境因素

生长在不同地区的同种水果，由于所得到的光照、温度、降水量及空气相对湿度的不同，水果品质和耐藏性具有明显差异。例如，海拔高的地区由于光照较强、昼夜温差大，因而有利于水果营养物质的积累，水果品质好且耐贮藏。

② 栽培技术

科学的栽培技术是获得健壮水果的重要保证。在了解



水果品种特性的基础上,为其提供一个合适的生长环境,对其进行适时适量的施肥,采取合理修剪、疏花疏果、及时防治病虫害等措施,对提高水果的耐藏性都有相当好的效果。

(1) 品种因素。种和品种是决定水果耐藏与否的重要因素。如苹果、梨、柑橘等果实耐藏,荔枝、龙眼、芒果等难贮藏,这是种与种之间的差异。同种而不同品种的果实其耐藏性也不相同,如柑橘类中的柚类、橙类耐藏,而柑类、橘类就不易长期贮藏;又如荔枝中的怀枝、桂味等较耐藏,而糯米糍就不耐藏。

(2) 施肥。施肥是保证水果生长健壮和保证产量及品质的重要条件之一,但施用肥料的种类、数量及时间,必须根据水果的需要来决定。施用氮肥过多,水果的品质差,贮藏寿命短。钙、磷、钾、镁等对果实贮藏寿命具有较好的作用。最好的水果管理措施之一就是在适当施用氮肥的同时增加钙、磷、钾肥和有机肥的用量,以利于果实的正常发育和贮藏。

(3) 采前喷药。采前对水果喷施杀虫杀菌剂、植物生长调节剂及其他矿物元素,是果园管理上增强水果耐藏力、防止某些生理病害和真菌病害的辅助措施之一。如2,4-D防止柑橘果蒂脱落效果显著,在四川、广东等柑橘产区已被广泛采用。

(二) 采后生理变化与保鲜的关系

① 呼吸作用与水果保鲜的关系

采收后的水果仍然是活着的有机体，还在进行着一系列的生命活动。其中，呼吸作用是水果采后最主要的生命活动之一，也是生命存在的最明显的标志。由于水果采后呼吸作用所需要的原料，只能是果品本身贮存的营养物质和水分，因此采后生命活动的结果，只能是贮存的营养物质的消耗，水分的减少，从而使水果品质逐渐下降。

(1) 呼吸消耗和呼吸热。呼吸作用是在酶作用下的一种缓慢的氧化过程，它把水果组织中复杂的有机物质（如糖分、有机酸等）分解成比较简单的物质，并释放出大量的能量。呼吸作用所消耗掉的营养物质叫做呼吸消耗。呼吸越旺盛，呼吸消耗就越多，水果风味、品质劣变也越快。应尽可能地降低水果在贮藏中的呼吸作用。

呼吸作用所释放的能量，一部分用来维持水果本身的生命活动。如果正常呼吸作用受到干扰，水果便会产生生理病害。呼吸作用所释放的大部分能量转变为热能释放到贮藏环境中去了，这部分热能称之为呼吸热。呼吸热与水果保鲜有很大关系。如果在贮藏中水果堆积过高或通风不良，呼吸热就难以散发，于是导致贮藏温度升高，而温度升高又促进呼吸作用，使得释放的呼吸热更多，从而形成恶性循环；在放出呼吸热的同时，又会释放出大量的水气，



从而出现高温高湿的情况，导致病菌滋生繁殖，水果腐烂变质。因此，在贮藏中应注意降温、通风透气和排除水气。

(2) 有氧呼吸和无氧呼吸。水果在贮藏中的呼吸作用有两种类型，一种是有氧呼吸，另一种是无氧呼吸。有氧呼吸是在氧气的参与下所进行的呼吸作用，结果是将糖、有机酸等基本营养物质氧化成二氧化碳和水，并释放出大量的能量。如果降低氧气浓度和增加二氧化碳浓度，则可以抑制呼吸作用，这就是气调贮藏的理论基础。

当贮藏环境中氧气不足时，就会出现无氧呼吸。水果营养物质被分解成不完全的氧化产物如酒精等，同时放出二氧化碳和少量能量。无氧呼吸所产生的能量比有氧呼吸少得多，是有氧呼吸的 $1/28$ 。由于无氧呼吸产生的能量极少，而水果正常的生命活动需要一定的能量才能进行，因此，在缺氧的情况下，必须消耗大量的营养物质才能产生足够的能量去维持水果的生命活动，因而促进了水果的品质劣变和衰老；另外，由于无氧呼吸产生了对细胞有毒害作用的酒精，积累过多就会对水果造成伤害，使品质恶化。无氧呼吸对水果的贮藏保鲜十分不利，因此贮藏期间必须注意通风，以保证一定的氧供应，避免无氧呼吸。

(3) 呼吸强度和呼吸跃变。呼吸作用的强弱可以用呼吸强度来表示。呼吸强度是指在一定的温度下每千克水果在一定的时间内吸入的氧气量或呼出的二氧化碳量。呼吸强度的大小，是关系到水果耐藏力大小的主要因素。在正常情况下，呼吸作用小，消耗的营养就少，耐藏性就强；反之，耐藏性就差。一般地说，呼吸强度低的水果比呼吸

强度高的水果耐藏。

同一品种中呼吸强度强弱规律一般是晚熟种 < 中熟种 < 早熟种，所以中晚熟果往往比早熟果耐藏。

水果幼时呼吸强度较高，随着水果的成熟，呼吸作用逐渐下降。具有后熟作用的水果，呼吸强度在成熟前降到最低点，然后突然提高，达到高峰后，随着水果衰老又迅速下降，这个变化称为呼吸跃变，这类水果称为呼吸高峰型或跃变型水果，如苹果、梨、芒果、香蕉、番木瓜等。另一类水果在成熟衰老时呼吸强度持续缓慢下降，没有呼吸跃变，称为无呼吸高峰型或无跃变型水果，如柑橘、荔枝、菠萝等。水果一旦出现呼吸高峰，就表明已后熟并进入衰老阶段，耐藏力大大降低，一般不宜继续贮藏。可见，呼吸跃变是水果从开始成熟走向衰老的转折时期，呼吸高峰的出现意味着贮藏寿命的结束。所以，在水果的贮藏保鲜中，通过对贮藏环境中的各种因子加以调节和控制，尽量延迟呼吸高峰的出现。

(4) 影响呼吸作用的因素。影响呼吸作用的外界因素主要有温度、气体成分、相对湿度等。与所有生物活动过程一样，温度是影响水果呼吸强度强弱的主要因素之一，在正常的植物生长温度范围内（5 ~ 35℃），温度越低，呼吸强度也越小。水果的正常呼吸作用需要吸收氧气和放出二氧化碳，因此，氧气和二氧化碳含量的变化必然导致水果呼吸强度的变化。新鲜水果中含有大量水分，贮藏环境的湿度过低，会使水果蒸发失水较多，组织内水解酶活性就加强，原来不溶于水的物质被水解成糖，为呼吸作用提



供了更多的基质，故会加强水果的呼吸强度。

水果在采收、处理、包装和贮运过程中，常会遭受挤压、碰撞、割裂等损伤。遭受机械伤后，水果能自行进行愈伤过程，阻止病原菌的侵入。表现为受伤部位呼吸强度提高，这就是所谓的“伤呼吸”。水果遭受病虫害的情况与机械伤类似。

② 乙烯的生理作用及其与水果成熟衰老的关系

水果进入成熟阶段以后，不断产生和释放乙烯，当乙烯含量达到一定水平时就启动水果的成熟过程，促进水果成熟。由于内源乙烯在水果成熟阶段不断提高并促进成熟，因此乙烯被称为“成熟激素”或“催熟激素”。应用外源乙烯可诱导水果产生大量的内源乙烯，从而加速水果的后熟过程，这就是人工催熟水果的理论依据。

(1) 乙烯促进呼吸作用。乙烯与呼吸作用有密切关系，对多数呼吸高峰型水果来说，乙烯高峰出现的时间与呼吸高峰出现的时间一致，或在呼吸高峰之前。凡能控制乙烯生成的措施，都可以抑制呼吸作用和延缓水果的后熟。对呼吸高峰型水果来说，在水果呼吸跃变发生之前，尚未大量合成乙烯时，施用外源乙烯，低浓度的乙烯即可使呼吸高峰提前出现，水果提前后熟；呼吸跃变之后施用乙烯，则没有作用。而对非呼吸高峰型水果来说，在水果收获后的任何时候，乙烯都能促使呼吸强度上升，呼吸强度上升的幅度随乙烯浓度的提高而增大，从而加快水果的衰老。

(2) 乙烯促进水果的衰老。无论是内源乙烯还是外源

乙烯都能加速水果的后熟、衰老和降低耐藏力。水果在低温中释放乙烯的能力明显地受到抑制，外源乙烯对刺激水果后熟衰老的能力也很低，因此，将采收后的水果迅速预冷是一项十分有效的技术措施。呼吸高峰型水果在贮运时，应在水果中乙烯浓度达到足以启动后熟过程之前，采用适宜的低温、低氧气和高二氧化碳等技术措施，抑制乙烯的产生，才能有效地抑制水果的后熟和衰老。另外，水果在受伤后，乙烯的产生和呼吸强度明显增加，从而加速了水果的后熟衰老，因此，在水果的采后处理过程中要尽量避免机械伤。

③ 水果的蒸发失水

新鲜水果的含水量很高，可达 85% 左右，这是维持水果正常生理活动和新鲜品质的必要条件。水果采后通过蒸发作用失水，水分的丧失导致水果重量的减少，果皮皱缩萎焉，并且代谢失调，降低水果的耐藏性。

(1) 失重和失鲜。水果失水引起的最明显的现象就是失重和失鲜。失重即所谓的自然损耗，包括水分和干物质的损失，但主要是水分的损失。这是果品在贮藏期中经常发生的现象，也是水果在贮藏中数量方面的损失，造成直接的经济损失。失鲜则是质量方面的损失，表现为果皮皱缩、萎焉、疲软、光泽消退，失去鲜嫩的外观，导致商品价值大大降低。

(2) 影响水果蒸发失水的因素。主要有相对湿度、温度和空气流速。影响水果失水的环境因素主要是空气湿度，



它的影响是直接而明显的。水果的蒸发失水与湿度的大小成反相关，提高贮藏环境中的空气湿度，能有效地降低水果的蒸发作用。空气湿度一般用相对湿度来表示，相对湿度是指在一定的温度下，空气中的绝对湿度与同温度时的饱和湿度之比，以百分率来表示。

相对湿度随温度的变化而变化，在相对稳定的贮藏库中，当空气中实际含水量不变时，温度越高，相对湿度就越低；反之，则相对湿度越高。当果温与库温一致时，影响水果蒸发失水的决定因素就是库内的相对湿度。因此，在果品的贮藏中，保持冷库稳定的低温是非常重要的。因为果温的变化要远远慢于库温的变化。

贮藏环境中空气的流动速度也影响水果的蒸发失水。因为空气流动把贴近水果的高湿度空气驱走，代之以湿度较低的空气，使水果不断地处于一个相对湿度较低的环境里，从而促使水果水分蒸发。流速越大，水果失水就越快。因此，在正常的冷库管理中，当果温降低到库温后，除非十分潮湿，否则就要尽量降低库内的空气流速，使其能带走水果的呼吸热和渗漏入冷库的外界热就行了。

(3) 减少水果失水的措施。

①对贮藏库进行加湿，如利用洒水、喷雾或挂湿麻布袋等方法提高贮藏库的相对湿度，减少水分蒸发。

②采用适当的包装材料，如聚乙烯薄膜袋、塑料薄膜大帐、薄膜袋或包果纸单果包装等，都可以有效地减少水果水分的损失。

③人工打蜡。采用适当的涂料也有一定的保水作用，

还可增加果品的美观。

④保持贮温低而稳定，对欲入冷库贮藏的水果，应尽量做好预冷工作。

(三) 采后病害与保鲜的关系

水果采后腐烂多由病害造成，水果的采后病害与田间病害一样，可分为两大类：一类由非生物因素造成的非侵染性病害，也叫生理病害；另一类是由真菌或细菌引起的侵染性病害，也叫病理病害，是贮藏病害中造成损失最大的。生理病害与侵染性病害在一定条件下可以互相影响，互相作用。生理病害为侵染性病害开辟了入侵的道路，使水果失去对病菌的抵抗力，容易受到病菌的侵染或诱发已经潜伏在水果组织中的病菌恢复活力。

① 生理性病害

水果的生理病害很多，如冷害、二氧化碳中毒、褐变、黑心、柑橘枯水病、苹果虎皮病等。由于冷害是水果贮运中最常见的生理病害，下面重点介绍冷害的发生和防治规律。其他生理病害在介绍具体某种水果的贮藏保鲜时再介绍。

冷害对水果的贮运保鲜来说是个大问题，因为它使得水果在贮运过程中不能采用较低的温度来延长贮运期，有时候冷害还可能造成重大的经济损失。

冷害虽然是在低温下发生的，但远不同于冻害，它是



水果远在冰点以上的低温中所造成的伤害，可导致水果呼吸强度异常升高，水果不能正常后熟，出现异味、褐变，并更易受病原菌的侵染。因此，在进行大规模贮运前，一定要预先确定水果的最适贮运温度，这是水果低温贮运中必须特别注意的问题。

温度是影响水果冷害的主要因素。在冷害临界温度以下贮藏时，温度高低和持续时间的长短是水果是否遭受冷害和冷害严重与否的决定因素。一般而言，在诱发冷害的温度范围内，温度越低，或低温持续时间越长，则遭受冷害的程度越严重。冷害与湿度也有关系，因为失水被认为是冷害症状之一。在同一致冷害温度下，湿度越高，则水果冷害的程度越轻。接近 100% 的相对湿度可使许多水果的冷害减少，但必须使用有效的杀菌剂以减少病原菌引起的腐烂。

冷害症状：水果冷害后，果皮变暗淡，出现浅灰色和褐色烫伤状斑块，严重者果皮凹陷、腐烂。受冷害水果不能正常后熟或后熟不一致，果皮难以正常转黄，果皮无光泽，水果无香味或香味不浓。受冷害的水果移到室温后，急剧腐烂变质。

减轻冷害的措施：

①最安全的方法是将水果贮藏于冷害温度之上，水果的冷害温度随品种的不同，差异很大，从 1℃ 到 15℃ 均有报道，因此，在贮运前应预先确定水果的最适贮运温度。

②温度预处理。在低温贮运前，先用稍高于冷害温度的低温处理，可减轻以后的冷害症状，如紫花芒果在