

朱世江 ◆ 编著



水果贮藏与加工



广东省出版集团
广东科技出版社



水果贮藏与加工

朱世江 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

水果贮藏与加工/朱世江编著. —广州: 广东科技出版社, 2004. 11

(全面建设小康社会“三农”书系·培训教材编)

ISBN 7-5359-3686-5

I. 水… II. 朱… III. ①水果—食品贮藏 ②水果加工 IV. TS255. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 069975 号

Shuiguo Zhucang 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: 广东肇庆市科建印刷有限公司

(广东省肇庆市星湖大道 邮码: 526060)

规 格: 787mm × 1 092mm 1/32 印张 3 字数 60 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: 4.20 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

本书主要介绍水果贮藏与加工。内容包括有水果采后生理、影响水果保鲜期的因素、水果采后的处理技术、水果采后的病害、主要南方水果的贮藏保鲜技术,以及水果的加工技术。

书中内容重点突出,紧密结合生产实际,文字简明扼要,可操作性强,适合果农和果树专业师生阅读参考。

《全面建设小康社会“三农”书系》编委会

组织单位名单

中共广东省委宣传部
广东省精神文明建设委员会办公室
广东省新闻出版局
广东省农业厅
广东省科学技术厅
广东省海洋与渔业局
广东省出版集团

编委会成员名单

顾 问： 蔡东士
主 任： 胡中梅
副 主 任： 陈俊年 谢悦新 谢明权 李珠江 朱仲南
黄尚立 王桂科
编 委： 李夏铭 李和平 刘 曦 郭仁东 姚国成
黄建民 黄达全 刘 蔚

出版策划成员

总 策 划： 李夏铭
策 划： 黄达全 陈锐军 崔坚志 冯常虎



《全面建设小康社会“三农”书系·培训教材编》编委会

主 任： 谢悦新
副 主 任： 潘嘉念
编 委： 郭仁东 黄建民 冯思华
 李耀武 黄恒福 林尤英
 陈奕娟 陈称康 黎建英
 欧汉英

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、水果采后生理	1
(一) 水果采后的呼吸作用	1
(二) 乙烯与水果保鲜寿命的关系	4
(三) 水果采后的蒸腾作用及其调控	5
二、影响水果保鲜期的因素	9
(一) 采前因素	9
(二) 采收因素	12
(三) 采后因素	15
(四) 其他采后处理的影响	16
三、水果采后的处理技术	17
(一) 水果采后的商品化处理技术	17
(二) 贮运技术	26
四、水果的采后病害	33
(一) 水果的采后生理病害	33
(二) 水果采后病理病害	36
五、主要南方水果的贮藏保鲜技术	41
(一) 荔枝	41
(二) 龙眼	50
(三) 香蕉	55
(四) 芒果	59
(五) 柑橘	61
(六) 其他南方水果	66
六、水果的加工技术	68
(一) 水果的加工原理	68



目
录

(二) 柑橘汁	73
(三) 柿果干制	74
(四) 话梅	77
(五) 果酱	79
(六) 果酒	82

一、水果采后生理



（一）水果采后的呼吸作用

① 呼吸作用

水果采收以后，虽然离开了树体，但是仍然是有生命的活体。在整个贮藏期间都要进行呼吸作用。

呼吸作用可分为有氧呼吸和无氧呼吸两类。有氧呼吸是指生活细胞在氧气的参与下，把某些有机物彻底氧化分解，形成二氧化碳和水，同时释放出能量的过程。在呼吸过程中，有相当一部分能量以热的形式释放，使贮藏环境温度提高，并有二氧化碳积聚。因此，在水果贮藏过程中要加以注意。无氧呼吸是指在无氧条件下，生活细胞对有机物质的降解产生的为不彻底的氧化产物，同时释放出能量的过程。无氧呼吸可以产生酒精，也可产生乳酸，产生的酒精会严重影响水果风味和品质。因此，在贮藏过程中，要尽量避免水果产生无氧呼吸。



②呼吸作用与水果贮藏的关系

(1) 呼吸强度。是指单位重量的水果组织在单位时间内消耗的氧气或释放的二氧化碳的量。由于在有氧呼吸中，在一定时间内消耗的氧气或释放的二氧化碳的体积几乎是同样多的。在实际工作中，通常用单位时间内释放的二氧化碳的体积来表示。呼吸强度越高，表明水果的生命活动越旺盛，水果中所包含的有机物就消耗得越快。要延长水果的贮藏寿命，保持水果的品质，必须采取措施降低水果的呼吸强度。

(2) 呼吸跃变现象。有些水果在贮藏初期呼吸强度逐渐下降，然后迅速提高，持续短时间后，又迅速降低，这种现象就叫呼吸跃变现象。根据有无呼吸跃变现象，可将水果分为呼吸跃变型水果和非呼吸跃变型水果。

呼吸跃变型水果包括：苹果、梨、猕猴桃、杏、李、桃、柿、鳄梨、荔枝、香蕉、番木瓜、无花果、芒果等。通常达到呼吸跃变高峰时水果的品质最佳，呼吸高峰过后，品质迅速下降。

非呼吸跃变型水果包括：柠檬、柑橘、菠萝、草莓、葡萄等。采后组织成熟衰老过程中的呼吸作用变化平缓，不形成呼吸高峰。

(3) 影响呼吸强度的因素。控制采后水果的呼吸强度是延长贮藏期和货架期的有效途径。影响呼吸强度的因素主要有：

①水果的种类和品种。一般来说，热带、亚热带果实

的呼吸强度比温带果实的呼吸强度大，高温季节采收的产品比低温季节采收的大。就种类而言，浆果的呼吸强度较大，柑橘类和仁果类果实的较小。

②温度。采后水果贮藏环境的温度会影响其呼吸强度。适宜的低温可以显著降低产品的呼吸强度，并推迟呼吸跃变型水果的呼吸跃变高峰的出现，甚至不表现呼吸跃变。过高或过低的温度对水果的贮藏不利。温度低于水果的适宜贮藏温度时，会造成低温伤害或冷害。

③湿度。呼吸跃变型水果香蕉在相对湿度小于80%时，果实无呼吸跃变现象，不能正常后熟。若相对湿度大于90%时，呼吸作用表现为正常的跃变模式，果实正常后熟。

④环境气体成分（氧、二氧化碳、乙烯）。在正常空气中，氧所占的比例为20.9%，二氧化碳为0.03%。在不干扰水果组织正常呼吸代谢的前提下，适当降低环境氧气的浓度，并提高二氧化碳浓度，可以有效抑制呼吸作用，减少呼吸消耗，更好地维持水果品质，这就是气调贮藏的理论依据。

乙烯是一种成熟衰老植物激素，它可以增强呼吸强度。水果采后贮运过程中，由于组织自身代谢可以释放乙烯，并在贮运环境中积累，这对乙烯敏感水果的呼吸作用有较大的影响。

⑤机械伤。任何机械伤，即使是轻微的挤压和擦伤，都会导致采后水果呼吸强度不同程度的增加。

⑥化学物质。有些化学物质，如青鲜素（MH）、矮



壮素 (CCC)、6-苄基嘌呤 (6-BA)、赤霉素 (GA)、2,4-D、一氧化碳等,对呼吸强度都有不同程度的抑制作用。如2,4-D 是水果保鲜剂的重要成分。

❖ (二) 乙烯与水果保鲜寿命的关系

植物体内存在着五大类植物激素,即生长素 (1AA)、赤霉素 (GA)、细胞激动素 (CTK)、脱落酸 (ABA) 和乙烯 (ETH),它们之间相互协调,共同作用,调节着植物生长发育的各个阶段。与水果保鲜关系最密切的是乙烯。

乙烯是一种植物自然代谢的产物,在植物的生命周期中起着重要的调节作用。在植物的成熟衰老时期,它的作用发挥得更加充分,同时植物组织本身对乙烯的敏感性增加,使得乙烯成为调节水果成熟衰老最为重要的植物激素。

乙烯的主要生理作用

(1) 提高水果的呼吸强度。呼吸跃变型和非跃变型两类果实对乙烯的反应不同。乙烯可以促进跃变型未成熟果实呼吸高峰的提早到来,并引发相应的成熟变化,但是在作用阈值以上,乙烯浓度的大小对呼吸高峰的峰值没有显著影响,乙烯对跃变型果实呼吸作用的影响只有一次,而且外源乙烯处理必须在果实成熟以前,处理之后果实内源乙烯便有自动催化作用,加速果实的成熟。

非跃变型果实的呼吸强度也受乙烯的影响,当施用外

源乙烯处理时，在很大的浓度范围内乙烯浓度与呼吸强度成正比，而且在果实的整个发育过程中呼吸强度对外源乙烯都有反应，每施用一次，都会有一个呼吸高峰出现。

(2) 促进水果成熟。果实对乙烯的敏感程度与果实的成熟度密切相关。幼果对乙烯的敏感度很低，随着果实成熟度的提高，对乙烯的敏感度也越来越高。

乙烯是一种成熟激素，用外源乙烯处理可诱导和加速果实成熟，排除乙烯可延迟果实的成熟。例如，用气密性塑料袋包装绿熟香蕉，在袋内放置用饱和的高锰酸钾溶液处理过的砖块或珍珠岩吸收乙烯，可以延缓香蕉的成熟。用减压贮藏提高乙烯的扩散率，降低了果实内乙烯的分压，同样可以延缓果实的成熟。气调贮藏中提高二氧化碳的浓度可提高贮藏质量。

(3) 其他生理作用。乙烯不仅能促进果实的成熟，而且还有许多其他的生理作用。乙烯可以加快叶绿素的分解，使水果转黄，促进水果的衰老，导致品质下降。乙烯还可引起水果质地的变化。用1微升/升乙烯利处理猕猴桃可加速果实的软化；用1000毫克/升的乙烯利浸泡未成熟的柑橘或葡萄10分钟，7~10天即可成熟；用300~900毫克/升的乙烯利浸泡柿子0.5~1.5分钟，3天后就可使柿子脱涩。

(三) 水果采后的蒸腾作用及其调控

新鲜果实组织一般含有很高的水分，占果实重量的



85%~95%。采收后的果实已不能从树体和土壤中获得营养和水分补充,但其蒸腾作用仍在继续进行,如贮藏环境不适宜,就会不断地蒸腾失水,逐渐失去新鲜度,并产生一系列的不良反应。

① 蒸腾与失重

蒸腾是指水分以气体状态,通过植物体的表面,从体内散发到体外的现象。

失重是指贮藏过程植物体组织的蒸腾失水和干物质损耗,所造成重量减少。如柑橘果实贮藏过程的失重有 $3/4$ 是由于蒸腾所致, $1/4$ 是由于呼吸作用的消耗;苹果在 2.7°C 下贮藏,每周由于呼吸作用造成的失重约为 0.05% ,而由于蒸腾造成的失重约是 0.5% 。

② 影响采后蒸腾作用的因素

水果采后蒸腾失重受本身的内在因素和外界环境条件的影响。

(1) 内在因素。

①表面组织结构。表面组织结构对植物器官、组织的水分蒸腾具有明显的影响。蒸腾的途径有两个,即自然孔道蒸腾和角质层蒸腾。

自然孔道蒸腾是指通过气孔和皮孔的水分蒸腾。苹果、梨的表皮上有皮孔,皮孔使较内层组织的细胞间隙直接与外界相通,从而有利于各种气体的交换。

角质层的结构和化学成分的差异对蒸腾有明显影响。

随着果实成熟，表皮角质层发育完整健全，有的还覆盖着致密的蜡质，这就有利于组织内水分的保持。

②细胞的持水力。细胞保持水分的能力与细胞中可溶性物质的含量、亲水胶体的含量和性质有关。原生质中有较多的亲水性强的胶体，可溶性固形物含量高，使细胞渗透压高，因而保水力强，可阻止水分渗透到细胞壁以外。

③比表面积。一般指单位重量的器官所具有的表面积，单位是厘米²/克。比表面积大，相同重量的产品所具有的蒸腾面积就大，因而失水多。

(2) 外界环境条件。

①相对湿度。常用空气相对湿度来表示环境空气的干湿程度。在同一贮藏温度下，贮藏环境越干燥，即相对湿度越低，水蒸气的流动速度越快，组织的失水也越快。

②环境温度。贮藏环境温度对相对湿度有重要影响，当温度升高时，空气可以容纳更多的水蒸气，这就必然导致产品更多地失水，因此，水果采收后，及时迅速将其放在低温环境中进行预冷。

③空气流速。贮藏环境的空气流速对相对湿度的影响主要是改变空气的绝对湿度。在一定的时间内，空气流速越快，产品水分损失越大。

③ 结露现象及其危害

在贮藏过程中，产品表面常常出现水珠凝结的现象，特别是用塑料薄膜帐或袋贮藏产品时，帐或袋壁上结露现象更是严重。