

农家科技服务丛书



全国“星火计划”丛书

冯双庆 主编

化学工业出版社



水果蔬菜保鲜实用技术

农 家 科 技 服 务 丛 书

全国“星火计划”丛书

农家科技服务丛书

水果蔬菜保鲜实用技术

冯双庆 主编

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

水果蔬菜保鲜实用技术/冯双庆主编. --北京: 化学工业出版社,
1997. 11

(农家科技服务丛书)

ISBN 7-5025-2004-X

I. 水… II. 冯… III. ①水果-保鲜-技术②蔬菜-保鲜-技术
IV. S609

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 18549 号

全国“星火计划”丛书

农家科技服务丛书

水果蔬菜保鲜实用技术

冯双庆 主编

责任编辑: 杨立新

责任校对: 马燕珠

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

新华书店北京发行所经销

北京市燕山联营印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

*

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 4¹/₄ 字数 94 千字

1997 年 11 月第 1 版 1997 年 11 月北京第 1 次印刷

印 数: 1--5000

ISBN 7-5025-2004-X/S·10

定 价: 7.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

前 言

众所周知,新鲜水果蔬菜是人民生活中不可缺少的副食品。它对人体健康有着不可忽视的作用,如提供人体所需的各种维生素、矿物质等,调节人体的生理机能,提高对各种食物营养成分的吸收以及增强对疾病的抵抗能力。

随着人民生活水平的不断提高,膳食结构也在不断地发展变化,要求新鲜水果蔬菜周年均衡供应,冬天能吃到西瓜、葡萄、蒜苗,春天能吃苹果,一年四季有鲜嫩黄瓜、番茄供应等等。人们除了在农业生产上加强排开种植、反季节栽培、选择品种和分期收获技术措施之外,水果蔬菜的保鲜就成了重要热门话题。为改善采后处理贮藏、延长供应期、减少产品损耗和满足市场需求提供保证,我们编写了《水果蔬菜保鲜实用技术》小册子。深入浅出地向读者介绍水果蔬菜采后色、香、味营养成分等品质变化及其控制其品质败坏的方法。简明扼要地阐明了近 10 多年来国内外最新采用的各种果蔬采后商品化处理方式,如整理、清洗、分级、药物处理、包装、预冷等提高农产品价值,实现商品化的各种措施和手段,同时还介绍了果蔬的各种行之有效的,可操作性强的贮藏方法及其贮藏设备要求、管理措施。详细地叙述了苹果、梨、猕猴桃、芒果、香蕉、蒜苔、番茄、花椰菜、黄瓜等 20 种水果蔬菜的具体贮藏保鲜技术,供农民,农村基层技术人员,从事果蔬贮、运、销的人员使用,也可作为农业学校师生教学和城市居民学习参考。

由于我们水平有限,积累经验还不十分丰富,书中难免有不足之处,请读者批评指正。

编者 1997. 7

内 容 提 要

本书为农家科技服务丛书之一。深入浅出地介绍了水果蔬菜采后的色、香、味和营养成分等品质变化及其控制它败坏的方法；阐明了近10余年来国内外最新运用的果蔬采后商品化处理方式、措施和手段。水果蔬菜的贮藏，除收集了民间行之有效的可操作性强的办法之外，还介绍了冷藏贮藏、气调贮藏等先进方法，包括设备条件要求、管理措施等。最后详细地叙述了苹果、梨、猕猴桃、芒果、香蕉、柑桔、蒜苔、番茄、花椰菜、黄瓜等20种水果蔬菜的具体贮藏保鲜技术。

可供农民、基层农技人员、从事果蔬贮藏、运输、销售人员使用，也可作为农业学校师生教学和城市居民学习参考。

目 录

第一章 水果蔬菜贮藏保鲜基本原理	1
第一节 水果蔬菜色香味和营养的化学构成及其在贮藏中的变化	1
一、水分	1
二、碳水化合物	2
三、有机酸	2
四、色素	3
五、维生素和矿物质	4
第二节 水果蔬菜采后的主要生命活动及其控制方法	4
一、呼吸作用	4
二、蒸发作用	8
三、休眠	9
四、乙烯与果蔬耐藏性的关系	11
五、水果蔬菜贮藏中的生理病害及控制	13
第二章 水果蔬菜产品的采后处理	16
第一节 采收、分级	17
一、采收、挑选、修整及清洗	17
二、分级	18
第二节 包装、预冷	23
一、包装	23
二、预冷	25
第三节 其他处理	28
一、涂被	28
二、催熟	29

第三章 水果蔬菜的贮藏方式、设施及其管理	31
第一节 水果蔬菜的简易贮藏	31
一、堆藏方式及其管理	31
二、沟藏方式及其管理	32
三、窖藏方式及其管理	33
第二节 水果蔬菜的冷藏	40
一、冷库的修建	41
二、冷藏的管理	41
第三节 气调贮藏	44
一、气调贮藏 (CA)	44
二、限制气调 (简易气调) 贮藏	46
第四章 水果蔬菜的贮藏保鲜技术	48
第一节 新鲜水果的贮藏保鲜技术	48
一、苹果	48
二、梨	57
三、葡萄	59
四、桃	62
五、猕猴桃	67
六、芒果	68
七、板栗	72
八、柑桔	73
九、柿	77
十、香蕉	81
第二节 新鲜蔬菜的贮藏保鲜技术	85
一、蒜苔	85
二、花椰菜	88
三、白菜	92
四、番茄	101
五、青椒	106
六、黄瓜	111

七、马铃薯	115
八、洋葱	119
九、萝卜	121
十、磨菇	124
主要参考文献	128

第一章 水果蔬菜贮藏保鲜基本原理

水果蔬菜是人类健康不可缺少的食品，采后虽然脱离了母体，但仍然具有生命，体内新陈代谢还在继续进行，发生一系列生理生化变化。化学成分的变化使水果蔬菜原来特有的色泽、风味和质地改变，营养物质减少，导致品质下降，失去耐藏性；同时由于自身衰老而对病原微生物的抵抗能力下降，失去抗病性，最终腐烂变质。因此在贮藏中需采取各种措施以维持水果蔬菜处于缓慢而正常的生命活动状态，推迟衰老，保持其耐藏性和抗病性，延长贮藏期。

第一节 水果蔬菜色香味和营养的化学构成及其在贮藏中的变化

不同的果品和蔬菜具有自身特有的色、香、味、质地和营养，这是由于组织内不同的化学成分及其含量决定的。这些化学成分的性质、含量及采后的变化与水果蔬菜的贮藏密切相关。

一、水分

水是生命活动的必要条件，对水果蔬菜的鲜度、风味有重要影响。含水多时水果蔬菜外观饱满挺拔、色泽鲜亮，口感脆嫩。一般来说，凡是幼嫩的、生长旺盛的器官或组织含水量高，大多数水果蔬菜产品含水量为75%~90%，某些瓜果可达95%以上。不同水果蔬菜含水量的差异也决定了口感不同的脆硬品质。采后的水果蔬菜，随贮藏条件和时间而发生不同程度失水，造成萎蔫、失重，使鲜度下降，商品价值受到影响；严重时代

谢失调，贮藏期缩短。因此，失水常作为保鲜措施的一个重要指标。

二、碳水化合物

除水分外的干物质中，碳水化合物是主要的成分，包括低分子量的糖和高分子的多聚物，其中又以可溶性糖最重要，通常也称可溶性固形物。以下几种是重要的碳水化合物。

(1) 糖类 多存在于后熟水果中，主要有蔗糖、葡萄糖和果糖，甜度分别为 100、74.3 和 173.3，不同果品由于含糖量及种类不同而有不同程度的甜味，含糖量一般为 10%~20%。水果蔬菜贮藏期间，糖作为呼吸基质被消耗而逐渐减少，糖分消耗慢，则说明贮藏条件适宜。

(2) 淀粉 主要存在于未熟果实及根茎类蔬菜中，果实成熟后淀粉转化为可溶性糖，使甜度增加。

(3) 纤维素 半纤维素和果胶物质：三者均是不被人体吸收消化的多聚物，是构成细胞壁和中胶层的主要成分，与水果蔬菜质地密切相关。幼嫩植物组织的细胞壁中是含水纤维素，食用时口感细嫩；贮藏中组织老化后，纤维素则木质化和角质化，使蔬菜品质下降，不易咀嚼。果实成熟时，纤维素水解和果胶物质的变化影响果实的硬度。在未成熟果实中，果胶物质以原果胶的形式存在于细胞壁中，并与纤维素和半纤维素结合，不溶于水，将细胞紧密粘接，组织坚硬；成熟时原果胶在酶的作用下逐渐水解而与纤维素分离，转变成果胶渗入细胞液中，细胞间即失去粘接，组织松散，硬度下降。因此，生产上常用硬度计可判断果实品质和成熟程度。

三、有机酸

有机酸与果实风味有关，在不同水果蔬菜中因所含的种类、数量及其存在的形式不同，而构成独特风味。几乎一切果实中

均含苹果酸；柠檬酸分布也很广，但在柑桔类果实中最普遍；葡萄中以酒石酸为主，酸味最强；除这三种主要有机酸外，水果蔬菜中常见的还有草酸、琥珀酸、 α -酮戊二酸。决定酸味的主要是可滴定酸，即游离酸的含量，而不是酸的总含量。在果实中，有机酸多以游离的形式存在，而其他组织的蔬菜，如叶菜中，常是有机酸盐占优势，且酸含量也少，因此水果大多比蔬菜酸味浓。果实成熟时一般含酸量增加，长期贮藏后由于呼吸作用而减少，使风味变淡，品质下降。

四、色素

许多色素的存在共同构成水果蔬菜各自的颜色，它们是决定果实采收期，鉴定果实品质的重要指标，主要有以下几种。

(1) 花青素 是一类糖苷型非常不稳定的水溶性色素，一般在果实成熟时才合成，存在于表皮的细胞液中。花青素在酸性溶液中呈红色，因此，许多有酸味的果实都有红色；在中性溶液中为淡紫色，在碱性中为蓝色，与金属离子结合时会呈现各种颜色，因此我们看到的食用的水果蔬菜色彩缤纷。一般含糖量多时花青素也多，因此红色果实色越深越甜。花青素可抑制有害微生物，因而红色品种的苹果比黄色或绿色品种的抗病力更强，着色好的果实通常较耐贮藏。

(2) 类胡萝卜素 是类异戊二烯多聚体，不溶于水，分为胡萝卜素类和叶黄素类两种，包含胡萝卜素、番茄红素、叶黄素、椒黄素和椒红素，使水果蔬菜呈现红色、黄色、橙红色。而类胡萝卜素常与叶绿素并存，当叶绿素分解时，它们才显示出各自的颜色。 β -胡萝卜素在人体内可转化为维生素 A。

(3) 叶绿素 有叶绿素 a 和叶绿素 b，两者一般以 3 : 1 比例存在，叶绿素 a 呈蓝绿色，叶绿素呈黄绿色。未成熟的果实和叶菜都含有大量叶绿素，含叶绿素的部位同时含有维生素 C，因

而含叶绿素多的蔬菜一般含维生素 C 也较多。采收后的水果蔬菜中叶绿素在酶的作用下易分解,在氧存在和日光下极易破坏,从而使它失去绿色。

五、维生素和矿物质

水果蔬菜是人体所需维生素的主要来源之一。人体所需的 90% 的维生素 C 和约 40% 的维生素 A 和维生素 B 均来自果蔬食品。果实成熟阶段维生素 C 含量增加,贮藏阶段易被氧化分解,失去生理活性;在温度高和氧供给充足的条件下均会使维生素 C 损失加快。果蔬中含有的许多矿物质,如钙、磷、铁、硫、镁、钾、铜等也是人体所必需的营养成分。

此外,在水果蔬菜中具有单宁和多种挥发性芳香物质,分别构成了涩味及不同品种特有的香味。果蔬中还含有许多酶参与采后生命活动。

第二节 水果蔬菜采后的主要生命活动及其控制方法

水果蔬菜采收脱离母体后,失去了水分和矿物质的供给,也无法通过正常的光合作用合成有机物质,但仍具有生命活动,利用自身有机物进行呼吸,保持其抗病能力,同时发生一系列生理变化,组织逐渐趋于衰老,最后腐烂变质。因此了解果蔬采后的主要生命活动及控制的方法,才能有效延长果蔬保鲜期。

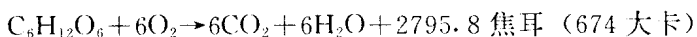
一、呼吸作用

1. 呼吸作用及其类型

果蔬的呼吸作用就是细胞中比较复杂的有机物在一系列酶的催化下逐步分解成简单物质并释放能量的过程。分两种类型。

(1) 有氧呼吸 在氧供应充足时,果蔬中贮存的糖、有机酸以及复杂的碳水化合物作为呼吸作用的底物被完全氧化,分

解成二氧化碳和水，并释放出大量能量，维持正常的生命活动。其化学反应为：



(2) 缺氧呼吸 缺氧条件下(氧含量低于2%)果蔬的呼吸作用不能使呼吸基质完全氧化分解，形成简单化合物，如乙醇、乙醛等，乙醛又被还原成乙醇，因而也称酒精发酵：



缺氧呼吸往往带来许多危害，在果蔬贮藏期间，当氧浓度低而发生缺氧呼吸时，由于产生的能量很少，约为有氧呼吸的1/24，为维持生命活动而必须大量消耗贮存的营养物，加速衰老；同时使最终产物乙醇和中间产物乙醛在组织中大量积累毒害细胞，使品质劣变，死亡。

产生呼吸热。果蔬在呼吸过程中必然产生能量，除维持果蔬自身生命活动外，一部分以热能的形式释放出来，即呼吸热，它使果蔬体温增高，进而又促进呼吸作用，导致体内有机物消耗更快，使果蔬贮藏期缩短。

2. 呼吸强度和呼吸商

(1) 呼吸强度 是衡量果蔬呼吸作用强弱的指标，指每小时每千克鲜重的果蔬放出二氧化碳或吸收氧的量(毫克或毫升数)，即 $\text{CO}_2 (\text{O}_2) \text{ mg (ml)} / (\text{kg} \cdot \text{h})$ 。呼吸强度大，则呼吸底物(或基质)消耗得多，果蔬的成熟或衰老就快，意味着贮藏期缩短。

(2) 呼吸商 也称呼吸系数，用RQ表示，指一定量的果蔬在一定时间内所释放的二氧化碳与吸收氧的体积比。呼吸商的大小可反映呼吸底物的种类，以葡萄糖为底物的有氧呼吸 $\text{RQ} = 1$ ；脂类、蛋白质完全氧化时 $\text{RQ} < 1$ ；有机酸为呼吸底物时， $\text{RQ} > 1$ 。通过测定呼吸商，还可判断呼吸类型， $\text{RQ} > 1$ 时即有

缺氧呼吸存在，呼吸商越大，缺氧呼吸所占的比例越大。如果缺氧呼吸和非糖呼吸底物同时影响呼吸商时，就难以准确判断了。

3. 呼吸作用与果蔬抗病性的关系

虽然呼吸作用是个物质消耗过程，使果蔬重量减轻，组织衰老；但也正是由于果蔬采后仍是具有生命的活体，进行呼吸作用，才具有耐藏性和抗病性，因此，新鲜蔬菜能在常温下贮藏，而炒熟的菜一昼夜就变味了。呼吸作用在愈伤和抗病性两方面均有积极的作用。当果实和蔬菜遭受机械损伤时，呼吸作用为形成愈伤组织所需新物质的合成提供了中间产物和能量。果实遭受微生物侵染时，入侵点周围细胞内迅速积聚的木质、木质素加厚细胞壁形成保护层或迅速应急产生多酚物质进而氧化成醌类毒杀微生物，这些物质的合成均需呼吸作用将细胞内原有的高分子化合物分解成可利用的物质，并需要呼吸作用提供的能量。当兼性寄生菌和腐生菌侵染时，通过呼吸作用可将它们分泌的毒素氧化分解成无毒物质；或抑制病原菌分泌水解酶造成的水解作用，使其无法利用寄主的营养物质而处于“饥饿”状态被杀灭。

4. 影响果蔬呼吸作用的因素

(1) 内在因素

①种类和品种 不同种类和品种的果实呼吸强度不一样，果品中较耐藏的仁果类（如苹果、梨等）和葡萄等的呼吸强度较低；不耐藏的核果类（如桃、李、杏）呼吸强度较大；蔬菜中叶菜类呼吸作用最强，果菜次之，直根、块茎、鳞茎类最弱。同一种果蔬，早熟品种呼吸强度比晚熟种大，南方生长的比北方的大，夏季成熟的比秋冬成熟的大。

②成熟度 大多数果蔬在生长的幼嫩阶段呼吸旺盛，呼吸

强度较大，随成熟度的增加，呼吸减弱。果实成熟时呼吸的变化有两种不同类型。一种是跃变型果实，如苹果、梨、杏、桃、李、香蕉、猕猴桃、番茄，成熟时有一明显呼吸高峰，高峰过后果实就很快失去耐藏性，呼吸跃变的发生意味着果实衰老的开始。另一种为非跃变型果实，成熟和衰老时呼吸作用一直缓慢减弱，不出现呼吸高峰，如桔柑类、葡萄、枣等。

(2) 外在环境因素

①温度 在一定的贮藏温度范围内，温度越低，水果蔬菜的呼吸越弱，贮藏期越长，但过低也会影响组织正常的生理代谢，造成损伤。因此，在不破坏水果蔬菜正常生理的条件下，尽可能维持较低的贮温，使其呼吸作用降至最低的限度。此外，贮藏温度忽高忽低的波动也会刺激果蔬的呼吸作用，增加营养物质消耗，缩短贮藏期，因此，要尽量保持稳定而适宜的低温。

②气体成分 贮藏环境中影响水果蔬菜呼吸的气体主要是氧气、二氧化碳和乙烯。一般氧浓度低于7%时对呼吸有抑制作用，当低于5%时可较大程度降低呼吸强度，但低于2%时常会造成果蔬的缺氧呼吸，因此，贮藏中一般将氧浓度保持在2%~5%。环境中二氧化碳增加也会减弱呼吸作用，推迟呼吸高峰出现，但浓度过高也造成果蔬组织伤害，缩短贮藏期；不同果蔬对二氧化碳的忍受力差异很大，但大部分果蔬在二氧化碳1%~5%的条件下不会产生较大损伤。乙烯是一种植物激素，在0.1毫克/升(0.1ppm)以上时就可刺激果蔬呼吸增强，还可使跃变型果实的呼吸高峰提前，促进衰老，因此，贮藏环境中应防止乙烯的作用，具体方法我们在本章四中将详细介绍。

③机械伤和病虫害 在采收、搬运时，受机械伤、被虫咬或受微生物侵染的果蔬，其呼吸强度增加，乙烯生成加快，缩短果蔬贮藏期。因此，要严格选择无伤害的水果蔬菜进行贮藏。

总之，在果蔬贮藏期间要采取各种措施抑制呼吸作用，减少营养物质消耗，推迟衰老，但也要保持其正常的生命活动，使其具有较强的耐藏性和抗病性。

二、蒸发作用

1. 蒸发对水果蔬菜贮藏的影响

蒸发是指水果蔬菜在预贮、运输和贮藏中所含水分的挥发和损失。果蔬中含有大量水分，水分蒸发是贮藏中重量减轻的主要原因，例如，柑桔自然损耗失重四分之三是由于失水，四分之一是呼吸消耗干物质造成的。水分是保持果蔬正常生理机能，保证新鲜品质的必要条件，蒸发不但使果蔬失重，使细胞膨压降低，造成萎蔫失去新鲜饱满的外观，而且当水分损失大于5%时，还会影响正常的呼吸作用，促使酶活性趋于水解，加速营养物消耗，削弱组织耐藏性和抗病性，缩短贮藏期。但也有的品种适当蒸发水分反而有利于防止微生物的侵染，增强抗病性，减轻生理病害。据报道，温州密柑在高温条件下易产生“浮皮”和“油脆褐变”等果皮病害，低温条件则能使果实保持较好的风味和品质。

2. 影响水果蔬菜蒸发作用的因素

(1) 内在因素 包括品种、成熟度及化学成分。一般来说，果蔬表面积与重量比值小的、成熟度高保护层厚的、表皮组织结构紧密的水分不易蒸发；原生质中亲水胶体和可溶性固形物含量高的细胞保持水分的能力强，蒸发也慢。

(2) 外在因素 是贮藏中可以调节的环境因素，主要有：

①空气湿度 是影响果蔬水分蒸发的直接因素，其大小在贮藏中一般用相对湿度（RH）表示。
$$RH = \frac{\text{绝对湿度}}{\text{饱和湿度}} \times 100\%$$
，其中绝对湿度指单位体积空气中的实际含水量，饱和湿度为一

定温度下单位体积空气中所含水汽的最大容量，超过此量就会凝结成水滴，温度越高，饱和湿度越大。因此在一定的温度下相对湿度体现达到饱和状态的程度，RH 值越大，水分蒸发越慢。贮藏中对空气湿度的要求一般分三种，即叶菜、幼嫩黄瓜、蒜台等蔬菜保护组织差，RH 需为 90%~95% 或更高；多数果品和果菜要求 RH 为 85%~90%；鳞茎、块茎等休眠器官 RH 一般要小于 70%，高湿会打破休眠，引起腐烂。

②温度 贮藏环境中温度升高时，表面水分子运动加快，蒸发加快；绝对湿度相同时，温度上升，饱和湿度增加，相对湿度下降，蒸发加快；温度下降时，饱和湿度减小，相对湿度增加，甚至达到过饱和，就会产生结露现象。例如，库温波动时，温度上升，蒸发加快，使环境中绝对湿度提高，温度下降时，达到过饱和，果蔬表面产生水珠，易造成腐烂。同一相对湿度而温度不同的两个库中，温度高的饱和湿度大，达到饱和所需的水蒸汽更多，水分蒸发更快些。因此，在贮藏中应尽可能控制贮藏环境中恒定低温，减少蒸发和结露。

③风速 在果蔬周围的空气中，由于蒸发作用绝对湿度比库内的高，风会带走果蔬的水分，加快蒸发速度，但库内也必须适当通风，排除不良气体。

3. 抑制水果蔬菜蒸发的方法

通过往贮藏库中洒水，喷水蒸汽的方法增加空气中的含水量可抑制果蔬失水，但库温高相对湿度也高时，会加速果蔬腐烂，因此控制贮藏温度，采用低温高湿较为适宜；同时通风要适当，以防带走大量水分；采用塑料薄膜、油纸包装或将果蔬放入箱、罐、瓶内，均可保持局部高湿，减少水分丧失；此外，还可以采用蒸发抑制剂涂被果蔬。

三、休眠