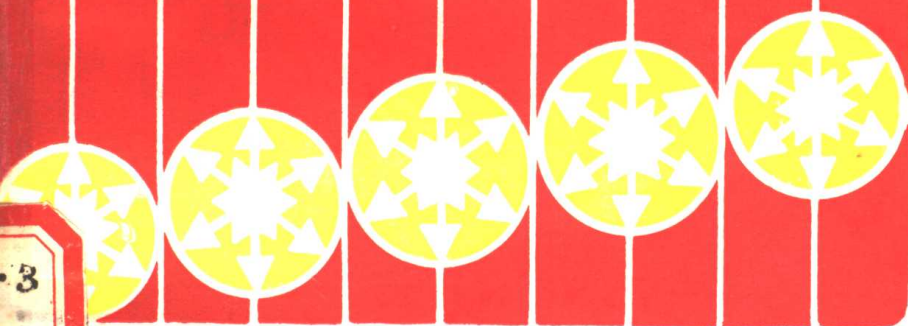


桂耀林 主编

科学出版社



水果蔬菜贮藏保鲜技术

水果蔬菜贮藏保鲜技术

桂耀林 主编

科学出版社

1990

内 容 简 介

水果蔬菜的保鲜与人们的生活、身体健康息息相关，也是商品经济发展中的重要环节。本书作者在阐述基本原理基础上分别介绍了日常食用的水果蔬菜的贮藏保鲜方法，既有先进的技术，也有适合各种条件的土方法。最后，还专门介绍了近几年新发展的贮藏保鲜技术。

本书是中国植物学会科普教育工作委员会组织科研、生产第一线的技术人员编写的，内容丰富，通俗易懂，实用性强。

本书可供水果蔬菜的生产者、销售部门的技术人员和有关人员以及家庭主妇阅读，亦可供有关专业师生参考。

水果蔬菜贮藏保鲜技术

桂耀林 主编

责任编辑 王伟济

科学出版社出版

· 北京东黄城根北街16号

邮政编码：100707

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1990年5月第一版 开本：787×1092 1/32

1990年5月第一次印刷 印张：10 1/4 插页：1

印数：0001—4000 字数：232 000

ISBN 7-03-001667-X/S·55

定价：5.30元

前 言

水果蔬菜是人们生活中每天必不可少的食品。随着人们生活水平的提高,对水果蔬菜的质量和品种多样化也日益提出新的要求。近10年来,我国水果蔬菜的生产发展较快,但由于在贮藏保鲜、运输等各个环节上存在不少问题,鲜果、鲜菜的损耗很大,一般达15—20%左右,有些鲜果,如柑桔的损耗率竟高达30—40%。这不但给生产者带来很大损失,而且对调节市场、保证供给也增添不少麻烦。因此,水果蔬菜的贮藏保鲜工作已为广大生产者及销售者所注意,在国民经济建设中也占有重要地位。

水果蔬菜的贮藏保鲜在国内外已广泛采用新技术。在我国,随着城乡商品经济的发展,在积极发展农村多种经营以及改善城乡人民食品生产和供应的形势下,水果蔬菜保鲜技术日渐普及。除了利用冷库等较完善的大型设备之外,不少乡镇企业、专业户,还因地制宜地采用各种“土法”进行贮藏保鲜,创造了很多好经验,取得了明显的经济效益。为了促进水果蔬菜贮藏保鲜技术的开展和交流这方面的工作经验,中国植物学会科普教育工作委员会于1987年在西安召开了“全国水果保鲜技术及资源植物开发利用交流会”,并邀请国内从事水果蔬菜贮藏保鲜工作的专家撰稿,共同编写了《水果蔬菜贮藏保鲜技术》一书,以供从事这方面工作的商业管理技术干部、专业户和广大消费者阅读和参考。

在此书编写过程中,我们本着普及推广贮藏保鲜技术为目的,较多地注意实用的原则,特别是对目前我国农村较有

成效的“土法”及家庭小型贮藏的方法也做了些介绍，以利于更好地适应群众性生产和生活的需要。

水果蔬菜的贮藏保鲜技术发展是迅速的，无论在贮藏的理论或技术上均有不少新的创造。本书的第五部分对这方面的研究成果也作了一些介绍，希望对有志于这方面工作的同志有些启发，并由此在实践中作出新的成绩。

参加此书编写的同志较多，而且分散于全国各地，加上时间较为仓促，书中疏漏和错误之处在所难免，尚希读者批评指正。

桂耀林

目 录

前 言

一、水果蔬菜贮藏保鲜基本原理.....	(1)
(一) 水果蔬菜的主要化学成分及变化.....	(2)
1. 水分 2. 碳水化合物 3. 无机成分 4. 有机酸 5. 含氮物质 6. 维生素 7. 色素 8. 芳香物质 9. 涩味物质 10. 酶	
(二) 呼吸作用.....	(6)
1. 呼吸作用的基本概念 2. 水果蔬菜生长成熟过程中的呼吸变化 3. 不同种类和品种的水果蔬菜在呼吸作用上的差异 4. 贮藏环境对水果蔬菜呼吸作用的影响	
(三) 植物激素与呼吸作用.....	(14)
1. 植物激素 2. 乙烯	
(四) 蒸发作用.....	(16)
1. 蒸发作用的意义 2. 影响水果蔬菜蒸发作用的因素	
(五) 低温与水果蔬菜的耐贮性.....	(20)
1. 田间热和呼吸热 2. 水果蔬菜的冻害 3. 水果蔬菜的冷害	
二、水果蔬菜的贮运设施与设备.....	(29)
(一) 采后处理设备.....	(29)
1. 清洗设备 2. 脱水设备 3. 分级设备 4. 打蜡设备 5. 包装设备与设施	
(二) 常规冷藏库及其设备.....	(37)
1. 冷藏室(库体)的结构 2. 制冷系统的设备	

3. 附属设备	
(三) 气调库及其设备	(48)
1. 气调贮藏室 2. 气调设备	
(四) 预冷设备	(53)
1. 水预冷 2. 差压式空气预冷 3. 真空预冷	
(五) 运输设备	(56)
1. 公路运输设备 2. 铁路运输设备 3. 航空运输设备 4. 海上运输设备	
三、水果贮藏保鲜	(62)
(一) 葡萄	(62)
1. 采前管理及采收 2. 包装和运输 3. 贮藏方法与效果	
(二) 猕猴桃	(76)
1. 成熟度和采收 2. 分级包装运输 3. 呼吸与预冷 4. 生理特性及贮藏条件 5. 贮藏方法	
(三) 香蕉	(86)
1. 采前管理 2. 贮藏保鲜 3. 贮藏的环境条件 4. 铁路运输 5. 催熟	
(四) 荔枝	(96)
1. 概况 2. 采收与包装 3. 贮藏保鲜方法 4. 耐贮性和化学成分变化	
(五) 柑桔	(103)
1. 锦橙采前管理 2. 锦橙的保鲜 3. 柑桔的预贮处理 4. 柑桔的选果和分级 5. 柑桔的贮藏与运输 6. 脐橙的贮藏保鲜	
(六) “温州”蜜柑	(118)
1. 采前管理 2. 采摘技术 3. 采后预贮及化学防腐剂处理 4. 包装和运输 5. 贮藏方法	
(七) 夏橙	(129)
1. 采前管理 2. 采收与采后处理 3. 贮藏方法	
(八) 梨	(135)

1. 采收、包装、运输	2. 贮藏方法	
(九) 冬果梨		(148)
1. 贮藏窖的构造	2. 果实的发汗	3. 地窖贮藏
(十) 桃子		(151)
1. 贮藏方法	2. 病害及其防治	
(十一) 苹果		(158)
1. 采收、分级、包装和运输	2. 贮藏条件	3. 贮藏的场所与方法
4. 病害及其防治	5. 利用辐射技术保藏苹果	
(十二) 甜瓜		(169)
1. 采前管理和采后处理	2. 包装和运输	3. 贮藏方法与效果
(十三) 柿子		(179)
1. 贮藏方法	2. 脱涩技术	
(十四) 板栗		(188)
(十五) 山楂		(193)
1. 贮藏方法	2. 贮藏中应注意的问题	
(十六) 野生果汁		(196)
1. 一般特性和技术处理	2. 保鲜方法	
四、蔬菜及切花的贮藏保鲜		(201)
(一) 果、瓜、豆类及茎菜类蔬菜的贮藏保鲜		(201)
1. 番茄	2. 茄子	3. 菜豆
4. 豇豆	5. 马铃薯	
6. 洋葱	7. 大蒜	8. 黄瓜
9. 南瓜	10. 冬瓜	
11. 甜椒和辣椒		
(二) 叶菜、根菜类及其他蔬菜的贮藏保鲜		(231)
1. 大白菜	2. 菠菜	3. 芹菜
4. 洋白菜	5. 菜花	
6. 蒜苔	7. 萝卜	8. 莴苣
9. 甜玉米	10. 芋头	
11. 蘑菇		
(三) 切花的保鲜		(250)
1. 采收与采后处理	2. 采后生理	3. 保存液
4. 贮藏	5. 保鲜技术	

五、水果蔬菜贮藏保鲜新技术.....	(263)
(一) 辐射贮藏保鲜的研究和应用.....	(263)
1. 利用辐射贮藏保鲜食品的优点 2. 辐照食品的卫生安全性研究 3. 辐照对食品营养成分的影响	
4. 辐照保鲜应用 5. 辐照装置简介	
(二) 果蜡的研制及应用.....	(279)
1. 果蜡的保鲜原理 2. 果蜡的主要成分 3. 果蜡合成方法与物理性能 4. 水果蔬菜采后保鲜程序及打蜡方法 5. CFW型果蜡及其应用实例	
(三) SM保鲜剂的作用机理和应用效果.....	(290)
1. 作用机理 2. 应用与效果	
(四) 天然防腐剂的研制及在保鲜中的应用.....	(298)
1. 天然防腐剂CH、CD的化学成分 2. CH天然防腐剂的生物学试验 3. 天然防腐剂CH、CD在“温州”蜜柑上的应用 4. CH天然防腐剂对果皮结构的影响	
(五) 空气中的离子在贮藏保鲜中的应用.....	(308)
1. 原理 2. 空气中的离子的产生 3. 实例	

一、水果蔬菜贮藏保鲜

基本原理

采收后的新鲜水果蔬菜虽已脱离母体，但并不意味着生命的结束，而只不过是开始了它们生命活动的又一阶段，即后熟衰老阶段，是生命的延续。

水果蔬菜生命活动的存在表现出对各种不良环境和病原微生物的抵抗性，其中，在一定环境条件下，一定期限内贮存材料保持不发生明显质量变化的特性，称为该材料的耐贮性；而贮存材料对病原微生物侵害的抵抗作用，称为此材料的抗病性。耐贮性和抗病性都是新鲜植物材料生命活动的结果。

水果蔬菜采后新陈代谢活动中的同化作用基本停止，异化分解作用成为主导方面。呼吸作用可作为异化分解作用的标志，它一方面在水果蔬菜的生命活动中提供能量及多种中间代谢产物参与体内物质的相互转化过程，并参与调节控制体内酶的作用和抵抗病原微生物的侵害；另一方面，又不断地在体内氧化分解有机物，使水果蔬菜衰老变质。这是呼吸作用的二重性。为了解决这个矛盾，水果蔬菜的贮藏目的是维持水果蔬菜处于缓慢的、正常的生命活动。所以，调控呼吸作用是水果蔬菜贮藏保鲜技术的关键所在，而蒸发作用、激素作用、环境因素等则直接或间接地影响呼吸作用的进行。下面将分别加以介绍。

（一）水果蔬菜的主要化学成分及变化

在人们的生活中，种类繁多的水果蔬菜都在以它们独特的色、香、味、质地和营养来满足广大消费者的不同需要，而它们的这种特点是以其内部所含化学成分及其含量来决定的。通常，表现水果蔬菜颜色的成分有叶绿素、类胡萝卜素、花青素、花黄素等；表现香味的成分有醇类、酯类、醛类和酮类等挥发性的芳香物质；表现风味的成分有碳水化合物、有机酸、单宁和糖苷等；表现质地的成分有纤维素、果胶和水等；表现营养的成分有糖、有机酸、蛋白质、维生素、矿物质和脂肪等。另外，水果蔬菜中所含化学成分也可根据其状态分为水和干物质两部分。其中，干物质又可分为水溶性物质（如低糖、果胶、有机酸、多元醇、单宁、无机盐及部分含氮物、维生素等）和非水溶性物质（如纤维素、半纤维素、原果胶、淀粉、脂肪及部分含氮物质、维生素等）两部分。

1. 水分

新鲜水果蔬菜中水分含量一般都在80—90%之间。水分不仅是水果蔬菜生命活动的必要条件，而且是影响水果蔬菜鲜度、风味的极重要的组成部分。水果蔬菜的鲜嫩程度常常意味着水分含量的多少。不同种类的水果蔬菜含水量差异很大。例如，大白菜与红枣相比，含水量显然不同。对于同一类的水果蔬菜，通常幼嫩的、生长旺盛的、生理活动强烈的组织含水量高。根据水分在水果蔬菜体内的存在状态分为自由水和结合水两部分。自由水呈游离状态，存在于水果蔬菜组

织细胞中，显示水的性质，容易蒸发散失；结合水在水果蔬菜体内形成包围在胶体微粒周围的一层水膜，常与蛋白质、多糖类、胶体等结合比较牢固，难以分离。

在水果蔬菜贮存过程中，常常以鲜重的损失量作为保鲜的一个重要指标。因为，贮存过程中鲜重变化常常影响水果蔬菜的商品价值。在贮存中影响水果蔬菜鲜重的因素有贮藏环境的温度、相对湿度及通风速度等等。

2. 碳水化合物

水果蔬菜体内碳水化合物的种类很多，大致包括单糖类（葡萄糖、果糖）、寡糖类（蔗糖、乳糖）、多糖类（淀粉、纤维素）及复合多糖类（果胶物质）。

1) 葡萄糖。葡萄糖可以以游离状态存在于水果蔬菜体内，它是淀粉、纤维素、蔗糖的组成部分。葡萄糖作为果蔬生命活动中的呼吸基质有着极其重要的意义。在贮藏中，水果蔬菜体内葡萄糖含量因呼吸消耗而不断降低。

2) 果糖。果糖与葡萄糖结合成为蔗糖，果糖的甜度是葡萄糖的两倍多。

3) 蔗糖。蔗糖广泛存在于水果蔬菜中，特别是在甘蔗和甜菜中含量较高。

4) 淀粉。淀粉是由葡萄糖基长链形成的多糖，作为贮存物质存在于果实中。未成熟的果实含有大量淀粉，如香蕉的绿果中淀粉含量占20—25%。

5) 纤维素。纤维素也是由葡萄糖组成的多糖类，大量广泛地存在于果蔬的细胞壁中，构成果蔬骨架。纤维素和木质素在植物体内形成后，就不再被代谢过程所利用。

6) 果胶物质。果胶物质是构成细胞壁的重要物质，分

原果胶、果胶、果胶酸、低分子果胶酸4种。也可因其溶解度不同分为3部分。在未成熟的果实中，细胞壁上积累着大量的原果胶。原果胶又称为不溶性果胶，它伴随着纤维素而存在，使果实坚实脆硬。随着果实的成熟，在原果胶酶的作用下，原果胶分解成水溶性果胶，与纤维素分离。同时果胶酸盐从中胶层消失，使细胞间结合松弛，果肉变软。

3. 无机成分

水果蔬菜中所含无机营养元素可按含量不同分为两类，即大量元素（如N，P，K，Ca，Mg，S等）和微量元素（如Fe，Zn，Mn，Cu等）。这些矿物质元素构成的盐类使水果蔬菜成为一种碱性食品，因而能够中和鱼、肉、蛋类等食物产生的酸，以维持人体血液正常的pH值，避免血液酸性中毒。食物中盐基性稍多一些，能使人更好地消化吸收蛋白质。

4. 有机酸

水果蔬菜中所含有机酸主要包括苹果酸、柠檬酸、酒石酸。蔬菜中还含有草酸。不同种类的水果蔬菜中所含有机酸的种类和数量都不一样，因而表现出独特的风味。随着贮藏时间的延长，各种有机酸的含量都有所下降，但下降的速度因贮藏情况而异。

5. 含氮物质

在水果蔬菜中，含氮物质主要以蛋白质形式存在，其次是氨基酸、酰胺及胺盐。其中氨基酸大约有14—15种之多。

例如，苹果果汁中可溶性氮平均为9.4（毫克/100毫升），梨汁为8.4（毫克/100毫升），它不仅是重要的营养成分，而且是形成水果蔬菜风味的物质之一。

6. 维生素

水果蔬菜含有维生素A、B、C、E、K、P，以及叶酸、尼克酸等丰富的维生素，这些是维持人体正常生命所必需而又是肉类、粮食类中所缺乏的营养成分。胡萝卜素可以在人体内转变成维生素A，故又被称为维生素A源，在绿色和黄色蔬菜中含量最多。在贮藏中，维生素很容易损失，尤其是维生素C，极易被氧化。而低温和二氧化碳条件有利于保存维生素C。

7. 色素

叶绿素是光合作用所必须的色素，也是果实贮藏和成熟过程中的重要指标。花色素包括花黄素、花青素等。

8. 芳香物质

芳香物质是水果蔬菜特殊气味的主要来源，与其它营养成分一起是决定果实品质的重要因素，也是判断果实成熟的重要指标之一。芳香物质的主要成分一般是醇类、酯类、醛类、酮类、烃类等挥发性油。另外还有酚类、含硫及含氮化合物。这些物质若在果实内积累过多会加速果实的成熟与衰老。

9. 涩味物质

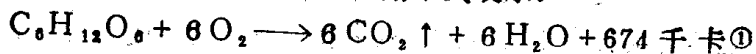
水果蔬菜中的涩味成分主要是单宁类物质，是多酚类化合物，其中以儿茶酚和无色花青素为主。此成分能使舌头粘膜蛋白质凝固，令人有收敛性味感。例如，柿子中含有1—2%的可溶性单宁。若把可溶性单宁转变为不溶性单宁即可脱涩。

10. 酶

在植物体内几乎每一步生物化学反应都是在酶的催化下进行的。而且不同的酶作用于不同的生化反应。所以，水果蔬菜中含有多种多样的酶。但酶需要在一定的温度条件下才具有活性，因此，调节温度，控制酶活性是延长水果蔬菜贮藏寿命的重要手段。

(二) 呼吸作用

采收后的水果蔬菜生命活动的重要标志是进行着呼吸作用。那么，什么是水果蔬菜的呼吸作用呢？简单地说就是水果蔬菜从外界贮藏环境中吸取氧，并在许多酶的参与下来氧化分解其本身存在的有机物，如碳水化合物、蛋白质、脂肪、有机酸。特别是碳水化合物，在氧充足的情况下，分解出维持生命活动的能量和水，同时释放二氧化碳。如果用葡萄糖($C_6H_{12}O_6$)来代表水果蔬菜体内存在的碳水化合物，那么呼吸作用就可以简单地用下式表示：



呼吸作用全过程是一系列酶促氧化还原反应，所释放出

$\textcircled{1}$ 1卡=4.1840焦耳。

的能量一部分供给果实本身进行新陈代谢，以维持生命活动的需要；另一部分以热的形式从果实中散发出来，这种散发到果实周围环境中的热能被称作呼吸热。往往在水果蔬菜堆存时，发现堆中央发热，温度升高，从而导致腐烂的现象，特别是在通风不良的情况下更为严重，究其原因就是呼吸热作用的结果。

1. 呼吸作用的基本概念

1) 有氧呼吸和无氧呼吸。水果蔬菜的呼吸过程可分为两部分。一部分是不需要分子状态氧参加的过程，叫做无氧呼吸或发酵；另一部分是必须有分子态氧参与的过程，叫做有氧呼吸。

无氧呼吸过程是一个葡萄糖分子被分解成两个丙酮酸分子。在无氧条件下丙酮酸分子进一步被分解成乙醛和二氧化碳，乙醛又被还原成乙醇。在无氧条件下一部分丙酮酸还可以直接变成乳酸。

有氧呼吸过程的前一部分与无氧呼吸的前部分相同，即一分子葡萄糖被分解成两个丙酮酸分子，但在有氧条件下丙酮酸分子通过三羧酸循环被氧化分解成二氧化碳和水。

将有氧呼吸和无氧呼吸过程及其关系简单以图 1-1 示之。虚线以上为无氧呼吸过程，实线以下为有氧呼吸过程。其中，葡萄糖分子形成丙酮酸的过程又称为糖酵解途径。它是有氧呼吸和无氧呼吸所共有的途径，但下一步则因氧的存在与否分别走了两种不同的途径。图 1-1 表明葡萄糖通过糖酵解途径变成丙酮酸之后在有氧存在时丙酮酸通过三羧酸循环被氧化，放出二氧化碳、水和能量；在无氧时，丙酮酸走向三羧酸循环的路被卡断，这样丙酮酸就朝乙醛或乳酸的方

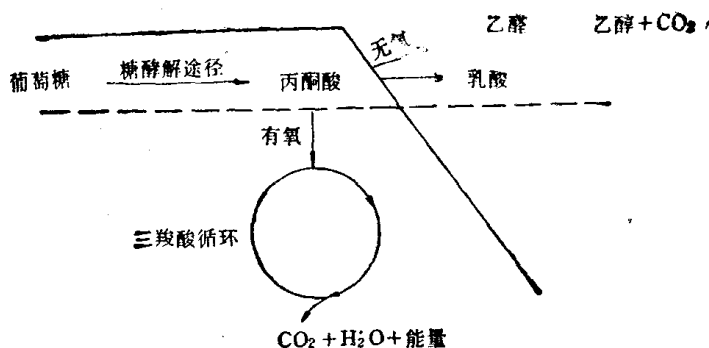
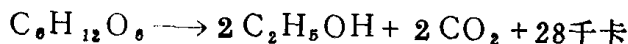


图 1-1 有氧呼吸和无氧呼吸过程及关系

向转化，放出28千卡的能量和少量二氧化碳。无氧呼吸可以简单地以下式表示：



在外界氧供应充足的条件下，水果蔬菜组织中仍进行一定程度的无氧呼吸，微量无氧呼吸产物的存在并不产生有害的影响。

显然，无氧呼吸所产生的能量只有氧呼吸的1/24。在无氧条件下水果蔬菜为了维持生命活动就必须消耗贮存的营养物质以产生足够的能量，同时产生大量的乙醛和乙醇。这些物质的产生和积累必然要毒害水果蔬菜组织，使之品质变劣、坏死。因此长时间的无氧呼吸对其贮藏是有害的。

2) 呼吸强度和呼吸商。为了掌握果实的生理活动状况和对环境的适应能力，我们应确切地知道呼吸作用进行的情况。测量呼吸作用的指标通常用呼吸强度和呼吸商来表示。

(1) 呼吸强度：用于衡量呼吸作用的数量水平，它是单位重量的果实（如1000克）在单位时间内（如一小时）放出的二氧化碳毫克数（或毫升数）或吸收氧气的毫升数来