



千乡万村书库

水果和蔬菜的贮藏保鲜技术

艾启俊 韩涛 李丽萍 编

贵州科技出版社

中国农业出版社

水果和蔬菜的贮藏保鲜技术

艾启俊 韩 涛 李丽萍 编

贵州科技出版社

·贵阳·

总策划/丁 聪 责任编辑/苏北建 封面设计/黄 翔
装帧设计/朱解艰

图书在版编目(CIP)数据

水果和蔬菜的贮藏保鲜技术/艾启俊等编. —贵阳:
贵州科技出版社, 2001. 1

ISBN 7-80662-037-0

I. 水… II. 艾… III. ①水果—贮藏②水果—保鲜
③蔬菜—贮藏④蔬菜—保鲜 IV. S609.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 53009 号

贵州科技出版社出版发行

(贵阳市中华北路 289 号 邮政编码 550004)

出版人:丁 聪

贵阳云岩通达彩印厂印刷 贵州省新华书店经销

787mm×1092mm 32 开本 5.125 印张 110 千字

2001 年 1 月第 1 版 2001 年 1 月第 1 次印刷

印数 1—3 000 定价:6.50 元

序

王 三 运

为我省乡村图书室配置的《千乡万村书库》130余种图书,在建国50周年之际,由贵州科技出版社正式出版发行了。该丛书的出版发行,给贵州大地带来了一股科学的春风,为广大农民朋友脱贫致富提供了有力的智力支持,必将为推进我省“科教兴农”战略的实施,促进我省农村经济的发展起到积极而重要的作用。

贵州农业比重大,农村人口多。多年的实践表明,农业兴则百业兴,农村稳则大局稳,农民富则全省富。要进一步发展农村经济,提高农业生产力水平,实现脱贫致富奔小康,必须走依靠科技进步之路,从传统农业开发、生产和经营模式向现代高科技农业开发、生产和经营模式转化,逐步实现农业科技革命。而要实现这一目标,离不开广大农民科学文化素质的提高。出版业,尤其是科技出版社,是知识传播体系、技术转化服务体系的重要环节。到目前为止,出版物仍然是人类积累、传播、学习知识的最主要载体,是衡量知识发展的最重要的标志之一。编辑出版《千乡万村书库》的目的,正是为了加大为“三农”服务的力度,在广大农

村普及运用科学知识,促进科技成果转化。

《千乡万村书库》在选题上把在我省农村大面积地推广运用农业实用技术、促进农业科技成果转化和推广作为主攻方向,针对我省山多地少、农业科技普及运用不广泛,农、林、牧、副业生产水平低的实际情况,着重于实用技术的更新,注重于适合我省省情的技术推广,偏重于技术的实施方法,而不是流于一般的知识介绍和普及。在技术的推广上强调“新”,不是把过去的技术照搬过来,而是利用最新资料、最新成果,使我省广大农民尽快适应日新月异的农业科技发展水平。在项目选择上,立足于经济适用、发展前景好的项目,对不能适应市场经济发展需要的项目进行了淘汰,有针对性地选择了适合我省农村经济发展、适应农民脱贫致富的一些项目,如肉用牛的饲养技术、水土保持与土壤耕作技术、蔬菜大棚栽培与无土栽培技术,以及适应城市生活发展需要的原料生产等。在作者选择上,选取那些专业知识过硬,成果丰硕,信息灵敏,目光敏锐,在生产第一线实践经验丰富的现代农业专家。《千乡万村书库》本着让农民买得起、看得懂、学得会、用得上的原则,定价低廉,薄本简装,简明实用,通俗易懂,可操作性强。读者定位是具有小学以上文化程度的农民群众,必将使农民读者从中得到有价值的科学知识和具体的技术指导,尽快地走上致富之路,推动我省农村经济的发展。

发展与繁荣农村出版工作,是出版业当前和跨世纪所面临的重要课题。贵州科技出版社开发的《千乡万村书库》在这方面开了一个好头,使全省农村图书出版工作有了较

大的改观。希望继续深入调查研究,进一步拓展思路,结合“星火计划”培训内容、“绿色证书”工程内容,使农业科技成果在较大范围内得到推广运用。并从我省跨世纪农业经济发展战略的高度出发,密切关注并努力推动生物工程、信息技术等高科技农业在农村经济发展中的广泛应用,围绕粮食自给安全体系、经济作物发展技术、畜牧养殖业发展技术保障、农业可持续发展技术支撑、绿色产业稳步发展技术研究等我省 21 世纪农业发展和农业创新问题,将科研成果和实用技术及时快捷准确地通过图书、电子出版物等大众传媒,介绍给我省的农民读者。

相信通过全体作者和科技出版社领导、编辑们的共同努力,这套“书库”能真正成为广大农民脱贫致富的好帮手,成为农民朋友提高文化素质、了解科技动态、掌握实用技术的好朋友。希望今后不断增加新的内容,在帮助广大农民朋友脱贫致富的同时,逐步为农村读者提供相关的经济、政治、法律、文化教育、娱乐、生活常识和新科技知识,让千乡万村的图书室不断充实丰富完善起来。

目 录

一、水果、蔬菜贮藏保鲜的基本原理.....	(1)
(一)水果、蔬菜的化学成分	(2)
(二)水果、蔬菜收获后主要的生命活动及控制	(6)
二、水果、蔬菜的采收及采后处理技术	(22)
(一)采前因素对水果、蔬菜贮藏性能的影响.....	(22)
(二)采收	(25)
(三)水果、蔬菜产品的分级.....	(27)
(四)水果、蔬菜产品的包装与运输.....	(28)
(五)预冷	(30)
(六)贮藏前的其他采后处理	(34)
三、水果、蔬菜的贮藏方式和技术	(42)
(一)简易贮藏	(42)
(二)冷库贮藏	(56)
(三)气调贮藏	(59)
四、主要水果的实用贮藏技术.....	(65)
(一)苹果的贮藏	(65)
(二)梨的贮藏	(74)
(三)柑橘类果实的贮藏	(78)
(四)香蕉的贮藏	(90)

(五)葡萄的贮藏	(97)
(六)猕猴桃的贮藏	(100)
(七)荔枝的贮藏	(103)
(八)芒果的贮藏	(106)
(九)菠萝的贮藏	(109)
(十)桃的贮藏	(110)
五、主要蔬菜的实用贮藏技术	(116)
(一)番茄的贮藏	(116)
(二)青椒的贮藏	(122)
(三)黄瓜的贮藏	(127)
(四)食用菌的贮藏	(132)
(五)茄子的贮藏	(137)
(六)菜豆的贮藏	(138)
(七)花椰菜(花菜)的贮藏	(141)
(八)冬瓜的贮藏	(144)
(九)结球甘蓝的贮藏	(146)
(十)其他蔬菜的贮藏技术要点简介	(147)
附表 1 常见蔬菜的冷害症状	(152)
附表 2 各种蔬菜的贮藏条件和特性	(153)

一、水果、蔬菜贮藏 保鲜的基本原理

水果、蔬菜(简称果蔬)是人类健康不可缺少的食品,但采后久置会发生败坏。败坏的原因:一是微生物侵害引起腐烂变质;二是周围环境中的理化因素(如温度、湿度、气体等)和产品自身的生命活动引起的物理、化学和生理生化变化,造成品质下降。果蔬的贮藏和加工就是采用两种不同方式来控制和消除上述的不利因素,使产品得到保护,不发生败坏变质。各种加工方法的共同结果是使果蔬食品失去了生命活动,不会由于自身的代谢作用造成品质劣变,然后通过各种手段控制一种或几种环境条件来控制微生物的侵染或生长繁殖,达到防止败坏变质的目的。而贮藏与加工的根本区别是贮藏方法的结果是使产品保持鲜活,利用自身的生命活动控制败坏。果蔬在田园生长发育到一定阶段,达到人们鲜食、贮藏或加工的要求后,就需要进行采摘和收获。采后的果蔬虽然脱离了母体,失去了来自土壤或母体的水分和养分的供应,却仍然具有生命力,体内的新陈代谢还在进行,继续发生着一系列生理生化变化,并能抵抗微生物的侵害,具有耐藏性和抗病性。但果蔬在自身代谢作用的同时也使品质不断劣变,内部的

化学成分变化使原有的色泽、风味和质地发生改变,营养物质减少,导致产品品质下降,失去耐藏性;同时由于果蔬自身衰老而对病原微生物的抵抗能力逐步下降,最后失去抗病性,进而腐烂变质。

果蔬的贮藏就是通过控制环境条件,对产品采后的生命活动进行调节,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,尽可能延长产品的寿命。这样,一方面由于保持了生命活力而可以抵抗微生物的侵染和繁殖,达到防止腐烂败坏的目的;另一方面产品自身品质的劣变也得以推迟,达到保质的目的。只有掌握了水果、蔬菜采后的各种生命活动规律后,才能更好地对其进行调节和控制,延长贮藏期。

(一)水果、蔬菜的化学成分

各种水果和蔬菜组织内的不同化学成分和含量,决定了自身特有的营养和色、香、味、质地。这些化学成分的性、含量及采后的变化与水果、蔬菜的贮藏有很大关系。

1. 水分 水是果蔬产品维持生命活动的必需成分,对其外观的鲜度、风味、口感也有重要影响。产品含水多时,外观饱满挺拔、色泽鲜亮、口感脆嫩;含水少时,外观饱满度下降、色泽变暗、失去脆嫩口感。一般来说,凡是幼嫩的、生长旺盛的器官或组织含水量都高,大多数果蔬产品含水量为75%~90%,某些瓜果可达95%以上。采后的水果、蔬菜,随贮藏条件的变化和时间的推移,会发生不同程度的失水,表现萎蔫、失重、鲜度下降,使商品价值受到影

响;失水严重时还会造成果蔬代谢失调,耐藏性下降。因此,常将果蔬的失水量作为检验保鲜措施是否适当的一个重要指标。

2. 碳水化合物 水果和蔬菜除了水分外,其余的部分是干物质。碳水化合物是干物质的主要成分,包括低分子糖和高分子多聚物,其中又以可溶性糖最重要,通常也称可溶性固形物。下面是一些重要的碳水化合物。

(1)单糖和双糖:是使果实有甜味的成分,果实的含糖量一般为10%~20%,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含糖种类不同而有不同程度的甜味。水果、蔬菜在贮藏期间,由于呼吸作用的消耗会使含糖量逐渐减少;而适宜的贮藏条件会使糖分消耗减慢,使产品质量得以保持。

(2)淀粉:未熟果实及根茎类蔬菜中含有淀粉。淀粉在果实成熟过程中能转化为可溶性糖,使甜度增加,因此,成熟的果实比未熟的甜。产品贮藏期可溶性糖也能合成淀粉,使有些蔬菜的品质下降。如:甜玉米和豌豆,这种变化会使其老化。

(3)纤维素、半纤维素和果胶物质:它们都是多糖类物质,虽然均不被人体吸收消化,但有促进人体排泄,预防高血压、心脏病的作用。由于这类物质是构成植物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有含水纤维素,食用时口感细嫩;贮藏过程中组织逐渐老化后,纤维素则发生木质化和角质化,使蔬菜品质下降,不易咀嚼。在未成熟果实中,由于果胶

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,因而组织较坚硬;果实成熟时,由于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,因而组织松散,硬度下降。因此,用硬度可判断果实品质和成熟程度。

3. 有机酸 有机酸在不同水果、蔬菜中因种类、数量及其存在形式的不同,构成了一些产品的独特风味。苹果酸几乎存在于一切果实中;柠檬酸的分布也很广,但在柑橘类果实中最普遍;酒石酸是葡萄的主要有机酸,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。决定酸味的不是酸的总含量,主要是游离酸的含量。在水果中有机酸多以游离的形式存在,而绝大多数蔬菜,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的消耗使有机酸减少,风味变淡,品质下降。

4. 色素 水果、蔬菜各自的颜色是由许多色素物质共同存在造成的,产品的颜色是确定果实采收成熟度,鉴定果实品质的重要指标。果蔬中的主要色素有以下几种:

(1)叶绿素:是在植物茎、叶、果实等组织中最为普遍存在的色素,分叶绿素 a 和叶绿素 b,两者一般以 3:1 的比例同时存在。叶绿素 a 呈蓝绿色,叶绿素 b 呈黄绿色。未成熟的果实和叶菜叶绿素含量最多,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,有氧和日光条件下也极易受到破坏,从而失去绿色。

(2)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形成,存在于果实表皮的细胞液中。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,在碱性溶液中为蓝色,与金属离子结合时会呈现各种颜色,因此我们看到的食用水果、蔬菜的颜色是多种多样的。一般含糖量高时花青素也多,因此红色果实的颜色越深越甜。花青素可抑制有害微生物,对苹果而言,红色品种比黄色或绿色品种抗病力强,一般着色好的果实通常较耐贮藏。

(3)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,它们的存在使水果、蔬菜呈现红色、黄色、橙红色。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。因此,老化的叶菜中,叶绿素降解后就呈现出黄色。胡萝卜素在人体内可转化为维生素 A,含有该色素的蔬菜是人体维生素 A 的来源之一。

5. 其他成分 水果、蔬菜是人体所需维生素和矿物质的主要来源之一。人体所需的 90 % 的维生素 C、约 40 % 的维生素 A 和 B 族维生素均来自果蔬食品。果实在成熟阶段维生素 C 的含量是逐渐增加的,而在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加速维生素 C 的损失。果蔬中含有的许多矿物质,如

钙、磷、铁、硫、镁、钾、铜等,均为人类身体组成和维持正常代谢所必需的营养成分。有些产品中还有多种氨基酸、延缓人体衰老的元素(如:硒、锗)等。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。果蔬中还含有一些能抵抗微生物侵害的植物抗生素(如:大蒜中的蒜素、辣椒中的辣椒素)。

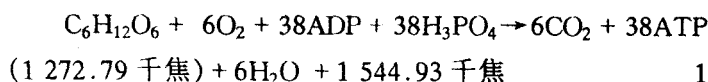
(二)水果、蔬菜收获后主要的生命活动及控制

水果、蔬菜被采收脱离母体或离开土壤后,虽然失去了水分和矿物质的供应,也无法通过正常的光合作用合成有机物质,但仍是具有生命活动的活体。它们利用自身在田园积累的有机物质进行呼吸,以保持其抵抗病虫害的能力,同时体内也会发生一系列生理变化,使组织逐渐趋于衰老最后腐烂变质。因此了解果蔬收获后贮藏期间发生的主要生命活动,掌握控制劣变过程的方法,才能有效延长果蔬保鲜期。

1. 呼吸作用 呼吸作用是在许多复杂的酶系统参与下,经由许多中间反应环节进行的生物氧化还原过程,能把复杂的有机物逐步分解成较为简单的物质,同时释放出能量。呼吸作用是基本的生命现象,也是植物具有生命活动的标志。水果、蔬菜和花卉等园艺产品采后同化作用基本停止,呼吸作用成为新陈代谢的主导,它直接联系着其他各种生理生化过程,也影响和制约着产品的寿命、品质变化和抗病能力。因此,控制和利用呼吸作用这个生理过程来延长贮藏期是至关重要的。

(1)呼吸作用及其类型:

①有氧呼吸。有氧呼吸通常是呼吸的主要方式,是在有氧气参与的情况下,将本身复杂的有机物(如:糖、淀粉、有机酸及其他物质)逐步分解为简单物质(水和二氧化碳),并释放出能量的过程。葡萄糖直接作为底物时,可释放能量2 817.22千焦* (方程 1),其中的 46% 以生物能形式(38 个 ATP)贮藏起来,为其他的代谢活动提供能量,剩余的1 544.93千焦以热能形式释放到体外。



②无氧呼吸。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成水和二氧化碳,而是形成如乙醇、乙醛等简单化合物,乙醛又被还原成乙醇,因而也称酒精发酵(方程 2)。



③无氧呼吸的危害。果蔬采收以前在田园生长时,氧气供应充足,一般进行有氧呼吸;而在采收以后的贮藏条件下,如:产品放在容器内或封闭的包装中、埋藏产品的沟积水、贮藏环境通风不良等情况下,氧气供应不足,果蔬则进行无氧呼吸。无氧呼吸对于产品贮藏是不利的,一方面无氧呼吸提供的能量少,如:以葡萄糖为底物,无氧呼吸产生的能量约为有氧呼吸的 1/32,在需要一定能量的生理过程中,无氧呼吸消耗的呼吸底物更多,使产品更快失去生

* 1 千卡 = 4.1868 千焦。

命力；另一方面，无氧呼吸生成的乙醛、乙醇和其他有毒物质会在细胞内积累，造成细胞死亡或腐烂。因此，果蔬在贮藏期应防止产生无氧呼吸。但当产品体积较大时，因内层组织气体交换差，为适应环境也会发生部分无氧呼吸；有时即使在外界氧气充分的情况下，果实中也会进行一定程度的无氧呼吸，这是正常的。

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，反过来又促进呼吸作用，导致体内的有机物消耗更快，使果蔬贮藏期缩短。

(2)呼吸强度和呼吸商：

①呼吸强度。即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)，单位是 CO_2 (或 O_2) 毫克(毫升)/ 千克·小时，是衡量果蔬呼吸作用强弱的指标。呼吸强度大，说明呼吸旺盛，则呼吸底物(或基质)消耗得多，果蔬的成熟衰老就快，贮藏期就短。

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 $RQ = 1$ ；脂类、蛋白质完全氧化时， $RQ < 1$ ；有机酸为呼吸底物时， $RQ > 1$ 。通过测定呼吸商，还可判断呼吸类型， $RQ > 1$ 时即有缺氧呼吸存在，呼吸商越大，缺氧呼吸所占的比例就越大。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：正是由于果蔬采

后仍是具有生命的活体,可以进行呼吸作用,才具有耐藏性和抗病性,因此,新鲜蔬菜能在常温下保存,而炒熟的菜一昼夜就变味了。呼吸作用对愈伤和抗病均有积极的作用,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,入侵点周围细胞的细胞壁迅速加厚形成保护层,或在这些细胞内迅速产生多酚物质进而氧化成酮类毒杀微生物,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。当果蔬受到兼性寄生菌和腐生菌侵染时,通过呼吸作用可将病菌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。

呼吸作用虽然能使产品自身具有抗病性,能够贮藏,但呼吸也是一个物质消耗的过程,呼吸旺盛就会使果蔬重量减轻,组织衰老加快,寿命缩短。因此,要尽可能降低呼吸,延长贮藏期。

(4)影响果蔬呼吸作用的因素:

①内在因素。

种类和品种:不同种类和品种的产品,由于自身的原因,呼吸强度不一样。水果中较耐藏的大仁果(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)的呼吸强度较大;蔬菜中叶菜类的呼吸作用最强,果菜次之,直根、块茎、鳞茎类最弱。同一种果蔬,其呼吸强度,早熟品种比晚熟品种大,南方生长的比北方生的的大,夏