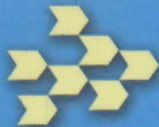


新农村建设丛书

张鸣喑 主编



水果蔬菜贮藏技术



吉林出版集团有限责任公司
吉林科学技术出版社

新农村建设丛书

水果蔬菜贮藏技术

张鸣喆 主编

吉林出版集团有限责任公司
吉林科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

水果蔬菜贮藏技术/张鸣嘀编.

—长春:吉林出版集团有限责任公司,2007.11

(新农村建设丛书)

ISBN 978-7-80720-876-1

I. 水... II. 张... III. ①水果—食品贮藏②蔬菜—食品贮藏 IV.
S660.9 S630.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 163965 号

水果蔬菜贮藏技术

主编 张鸣嘀

出版发行 吉林出版集团有限责任公司 吉林科学技术出版社

印刷 大厂书文印刷有限公司

2010年3月第2版

2010年3月第1次印刷

开本 880×1230mm 1/32

印张 3.75 字数 89千

ISBN 978-7-80720-876-1

定价 15.00元

社址 长春市人民大街4646号

邮编 130021

电话 0431—85661172

传真 0431—85618721

电子邮箱 xnc 408@163.com

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

《新农村建设丛书》编委会

主 任 韩长赋

副 主 任 荀凤栖 陈晓光

委 员 (按姓氏笔画排序)

王守臣 车秀兰 冯晓波 冯 巍

申奉澈 任凤霞 孙文杰 朱克民

朱 彤 朴昌旭 闫 平 闫玉清

吴文昌 宋亚峰 张永田 张伟汉

李元才 李守田 李耀民 杨福合

周殿富 岳德荣 林 君 苑大光

侯明山 闻国志 徐安凯 栾立明

秦贵信 贾 涛 高香兰 崔永刚

葛会清 谢文明 韩文瑜 靳锋云

责任编辑 司荣科 祖 航

封面设计 姜 凡 姜 旬 恂

总 策 划 刘 野 成 与 华

策 划 齐 郁 司荣科 孙中立 李俊强

水果蔬菜贮藏技术

主 编 张鸣喏

副主编 刘静波 张铁华 武军

编 者 (按姓氏笔画排序)

于亚莉	王作昭	刘静波	庄 红
邢贺钦	张鸣喏	张铁华	庞 勇
林松毅	武 军	宫新统	高 峰
潘风光			

出版说明

《新农村建设丛书》是一套针对“农家书屋”、“阳光工程”、“春风工程”专门编写的丛书,是吉林出版集团组织多家科研院所及千余位农业专家和涉农学科学者,倾力打造的精品工程。

本丛书共分五辑,每辑 100 册,每册介绍一个专题。第一辑为农村科技致富系列;第二辑为 12316 专家热线解答系列;第三辑为普通初中绿色证书教育暨初级职业技术教育教材系列;第四辑为农村富余劳动力向非农产业转移培训教材系列;第五辑为新农村建设综合系列。

丛书内容编写突出科学性、实用性和通俗性,开本、装帧、定价强调适合农村特点,做到让农民买得起,看得懂,用得上。希望本书能够成为一套社会主义新农村建设的指导用书,成为一套指导农民增产增收、脱贫致富、提高自身文化素质、更新观念的学习资料,成为农民的良好益友。

目 录

第一章 概述	1
第一节 果蔬的化学成分及其在采后贮藏中的变化	1
第二节 果蔬的采后生理	9
第二章 水果的贮藏技术	27
第一节 仁果类	27
第二节 柑橘类	37
第三节 浆果类	46
第四节 核果类	56
第五节 坚果类	61
第六节 其他水果	68
第三章 蔬菜的贮藏技术	72
第一节 叶菜类	72
第二节 根茎类	84
第三节 果菜类	92
第四节 其他蔬菜	102

第一章 概 述

第一节 果蔬的化学成分及其在采后贮藏中的变化

果蔬中含有许多化学物质，这些化学物质是人们生活所不可缺少的。采收以后的果蔬化学物质将发生很多变化，由此引起果蔬耐贮性和抗病性以及果蔬品质、营养价值的变化。因此，了解果蔬中的化学成分及其变化对于搞好果蔬贮藏以及运输具有非常重要的作用。

果蔬所含的化学成分可分为水分、矿物质、碳水化合物、有机酸、含氮化合物、维生素、色素、单宁类物质和芳香物质。这些物质有各种各样的特性，这些特性是决定果蔬本身品质的重要因素。

一、水分

新鲜果蔬中主要构成是水，一般约占鲜重的 80%~90%，而西瓜、草莓、番茄、黄瓜等可达 90% 以上。水分是影响果蔬嫩度、鲜度和味道的重要成分，与果蔬的风味品质有密切关系。果蔬中的水分通常是以游离状态和胶体结合状态存在。前者以游离态分布在植物体内，具有水的所有性质，采后极易蒸发、损失，从而造成果蔬的萎蔫，降低果蔬的品质；后者是与蛋白质、多糖类和胶体结合的水，这类水不仅不蒸发，就是在高温或冷冻处理时也难以分离、排除。

果蔬含水量高，是其贮存性能差、容易变质和腐烂的重要原

因之一。果蔬采收后，水分得不到补充，在贮运过程中容易因蒸腾失水而引起萎蔫、失重和失鲜，其失水程度随着环境温度的升高、湿度的降低、贮藏时间的延长而增加。

二、矿物质

矿物质是人体结构的重要组分，又是维持体液渗透压和 pH 不可缺少的物质，同时许多矿物离子还直接或间接地参与体内的生化反应。人体缺乏某些矿物元素时，会产生营养缺乏症，因此矿物质是人体不可缺少的营养物质。

矿物质在果蔬中分布极广，占果蔬干重的 1%~5%，平均值为 5%，而一些叶菜的矿物质含量可高达 10%~15%。果蔬中矿物质大多与酸结合成盐类（如磷酸盐、有机酸盐等），还有一部分参与高分子物质的构成，如蛋白质中的硫、磷和叶绿素中的镁等。由于果蔬中的矿物质在食用消化后呈碱性，可中和人体中过多的酸而能维持正常的酸碱值，有利于人体健康，因此果蔬食品在营养学中又被称为“碱性食品”

在食品矿物质中，钙、磷、铁与健康的关系最为密切，人们通常以这 3 种元素的含量来衡量食品的矿质营养价值。果蔬含有较多量的钙、磷、铁，尤其是某些蔬菜的含量很高，是人体所需钙、磷、铁的重要来源之一。

三、碳水化合物

果蔬的碳水化合物来源于叶绿体的光合作用，是果蔬生理代谢的营养物质（又称底物、基质）。碳水化合物在果蔬中的种类多达 40 多种，主要有糖、淀粉、纤维素、半纤维素、果胶物质等。

（一）糖

糖是反映果蔬味道的重要物质成分，它不仅能供给人体所必需的热能，也是果蔬从生长到衰老过程中变化较为明显的物质之一。一般水果含糖较为丰富，蔬菜含糖较少。大多数水果的含糖量在 7%~15%，而蔬菜含糖量大多在 5% 以下。常见果蔬糖的种类及含量见表 1-1。

表 1—1 常见果蔬糖的种类及含量 单位：克/100 克（鲜重）

名称	蔗糖	转化糖	总糖
苹果	1.29~2.99	7.35~11.61	8.62~14.61
梨	1.85~2.00	6.52~8.00	8.37~10.00
香蕉	7.00	10.00	17.00
草莓	1.48~1.76	5.56~7.11	7.41~8.59
桃	8.61~8.74	1.77~3.67	10.38~12.41
杏	5.45~8.45	3.00~3.45	8.45~11.90
白菜	—	—	5.00~17.00
胡萝卜	—	—	3.30~12.00
番茄	—	—	1.50~4.20
南瓜	—	—	2.50~9.00
甘蓝	—	—	1.50~4.50
西瓜	—	—	5.50~11.00

果蔬的甜味不仅与糖的含量有关，还与所含糖的种类相关，各种糖的相对甜味差异很大（表 1—2）。不同果蔬所含糖的种类，及各种糖之间的比例各不相同，甜度与味感也不尽一样。一般地，仁果类中果糖含量较多，葡萄糖和蔗糖次之，核果类中蔗糖含量较多，葡萄糖、果糖次之；浆果中主要是葡萄糖和果糖；柑橘中蔗糖含量较多，占总糖量的 60% 以上。

表 1—2 几种糖的相对甜度

名称	相对甜度	名称	相对甜度
果糖	173	木糖	40
蔗糖	100	半乳糖	32
葡萄糖	74	麦芽糖	32

果蔬甜味的强弱除了与含糖种类与含量有关外，同时还与共存的有机酸、单宁等物质有关。在评定水果口味时，常用糖酸比值来表示，糖酸比越高，甜味越浓，反之酸味增强，如红星、红玉苹果的含糖量基本相同，红玉苹果含酸量约为 0.9%，而红星

苹果的酸含量在 0.3% 左右，故红玉苹果食之有较强的酸味。同一种类不同品种的水果，或同一品种不同成熟度的水果，其糖酸比是不同的，所以糖酸比常被用做评定果品品质好坏和成熟与否的一个指标。

果蔬在贮藏中，是以呼吸代谢形式来维持生命活动的，糖作为基质不断地被消耗，其含糖量逐渐减少。并且在高温或有机机械伤害条件下，糖的消耗速度增大。因此，在贮藏时要根据不同果蔬的特征，选择适宜的贮藏条件，尽量降低糖分的消耗速度。

（二）淀粉

淀粉广泛存在于豆类、菱、薯芋类、板栗、香蕉等果蔬内。通常未成熟果实内淀粉含量较多，如香蕉绿果果肉中含淀粉 20%~25%，苹果可达 12% 左右。随着果实的成熟，淀粉逐渐水解转变成糖，使果实变甜。

在蔬菜中，一些富含淀粉品种，如马铃薯、红薯、山药、芋头、豆类、菱、藕等的淀粉含量与其成熟度成正比。同时，这些蔬菜种类，由于是以淀粉形态作为贮藏物质的，都能保持休眠状态，所以较耐贮藏。由于淀粉在贮藏中较易转化，故应控制较低的贮藏温度。

（三）纤维素和半纤维素

纤维素和半纤维素是构成果蔬细胞壁和输导组织的主要成分，是促使植物质地坚硬的重要因素。纤维素又能与木素、栓质、角质、果胶等结合成复合纤维素。这些物质含量的多少，影响着果蔬的品质、耐藏性和耐运输性。若果蔬中纤维素含量太多，吃起来有多渣、粗老的感觉。人体虽然不能消化纤维素，但纤维素可促进肠道的蠕动和刺激肠腺分泌，以维持正常的消化功能。

（四）果胶

果胶物质是构成细胞壁的主要成分，它也是反映果蔬质地的重要物质，水果中的山楂、苹果、番石榴、柑橘等果实含量较多。果胶通常有原果胶、果胶和果胶酸 3 种形态。原果胶不溶于

水，常与纤维素和半纤维素结合存在于细胞壁之间，质地坚硬，黏着力强。未成熟的果实内原果胶含量较多，故其果肉质度较为坚硬。随着果实的成熟，原果胶在原果胶酶的作用下，分解为溶于水的果胶，与纤维分离，从而导致细胞结合力的松弛、果肉软化。当果实进一步成熟或贮藏时间过长时，果胶在酶的作用下转变成果胶酸和甲醇。果胶酸没有黏合能力，使果实完全变成水烂状态。

需要长期贮藏或长途运输的水果和蔬菜，应适当提前采收，以保持有较多的原果胶。在贮藏中可溶性果胶含量是不断增加的，而原果胶含量是逐渐减少的，并且这种变化与果肉硬度的变化密切相关，所以可将果胶含量作为评定果蔬品质指标之一。

霉菌和细菌因能分泌出分解果胶的酶，使原果胶分解，而易使果实软化腐烂。故需要在采前或贮藏前进行适当的消毒防腐处理，以保持果实中原果胶的含量。

四、有机酸

果蔬中含有各种有机酸，因呈酸味，故是影响果蔬风味的重要因素。有机酸主要有苹果酸、枸橼酸、酒石酸、草酸等。一般地说，苹果、梨、桃、杏等以含苹果酸为主；柑橘类以含枸橼酸为主；葡萄以含酒石酸为主；蔬菜除番茄等外大多含酸量很少，感觉不出其酸味。常见果蔬中的有机酸种类见表 1—3。

果蔬的酸味并不完全取决于其含酸量的多少，还与组织中 pH 值高低有关，pH 值愈低，味愈酸。另外，酸味还与温度等因素有关，如新鲜果汁，经加热后味更酸。

表 1—3 常见果蔬中的主要有机酸种类

名称	有机酸种类	名称	有机酸种类
苹果	苹果酸	菠菜	枸橼酸、苹果酸、草酸
桃	苹果酸、枸橼酸、奎宁酸	甘蓝	枸橼酸、苹果酸、琥珀酸、草酸
梨	苹果酸、果心含枸橼酸	石刁柏	枸橼酸、苹果酸
葡萄	苹果酸、酒石酸	莴苣	枸橼酸、苹果酸、草酸
樱桃	苹果酸	甜菜叶	草酸、枸橼酸、苹果酸
柠檬	枸橼酸、苹果酸	番茄	枸橼酸、苹果酸
杏	苹果酸、枸橼酸	甜瓜	枸橼酸
菠萝	苹果酸、枸橼酸、酒石酸	甘薯	草酸

果蔬中的有机酸与糖一样，也可以作为呼吸代谢的基质而逐渐被消耗。因有机酸含氧较糖多，往往首先被呼吸代谢，所以一些果实在贮藏之后品味趋甜。果蔬含酸量下降的速度，与果实的种类和贮藏条件等有密切关系。一般在适宜的低温、低氧和较高二氧化碳的贮藏条件下，可降低呼吸强度，有利于保持原有风味。

五、含氮物质

果蔬中的含氮物质主要是蛋白质，其次是氨基酸、酰胺及其某些胺盐和硝酸盐。一般蔬菜中的含氮物质含量高于水果，如豆类蛋白质含量高达 2.5%~13.5%、甘蓝为 1.5%~4.5%、葱蒜类为 1.4%~4.4%、绿叶菜为 1.2%~3.0%，而瓜果类大多为 0.3%~1.5%。但也有含蛋白质较丰富的果蔬，如核桃、扁桃、巴梨、鳄梨、冬菇、紫菜等可达 11%~23%。果蔬除了直接供给人体所需的蛋白质外，还能增进粮食中蛋白质在人体中的吸收率。在贮藏中，果蔬含氮物质，特别是氨基酸与贮藏条件密切相关。新鲜果蔬在贮藏时，常发生内部变黑等生理病害。如马铃薯在贮藏中，所含酪氨酸在酶作用下，易产生黑色素而使其内部变黑。

六、维生素

果蔬是人类食品中维生素的主要来源之一，它对人体正常的新陈代谢活动起着重要的作用。虽然人体只需微量维生素，但如果人体中缺乏某种维生素，就会影响人的健康。果蔬中含有多种维生素，特别是维生素 C，对维持人体的生理功能起着重要的作用。人类摄取的维生素 C 中 64.2% 来自蔬菜，20% 来自水果（表 1-4）。维生素 C 易溶于水，在酸性条件下比较稳定，在抗坏血酸酶作用下易被氧化而失去生理活性。所以通常采用低温、低氧贮藏，抑制抗坏血酸酶的活性来减少果蔬维生素 C 的损失。

表 1-4 人类维生素 C 的摄取量构成

种类	维生素 C	种类	维生素 C
蔬菜	64.2	薯类	7.4
水果	20.0	其他	8.4

七、色素

果蔬中含有各种不同的色素物质。表现出各种鲜艳美丽的颜色。主要有非水溶性的叶绿素、胡萝卜素等，及水溶性的花青素、花黄素等。

（一）叶绿素

植物由于光合作用普遍存在叶绿素，在叶绿体中叶绿素常常与类胡萝卜素共存，其所占比例约为 3.5 : 1，故表现为黄绿色。随着果实的成熟，果蔬的衰老，叶绿素在酶的作用下，水解成叶绿醇和叶绿酸盐等水溶性物质，于是绿色渐渐消退，显出从黄到橙红的类胡萝卜素颜色。这一变化过程表现果实逐渐趋于成熟，故可将颜色的变化作为果实成熟的标志。另外，对于已黄熟的夏橙等果实，若不及时采收，由于叶绿素在分解之后又能重新合成，所以要出现返青现象。

（二）类胡萝卜素

类胡萝卜素是胡萝卜素、叶黄素、番茄红素、辣椒红素、椒黄素的总称，常呈黄到红的颜色，但由于常常被叶绿素掩盖而显

现不出来，所以水果的着色或黄化是不受日光影响的，在贮藏中，随着叶绿素的分解而逐渐变黄。

（三）花青素

花青素是果实、花等的红、蓝、紫等色的水溶性色素总称。它的形成需要糖的积累和阳光的直接照射，所以在遮阴处生长的果实着色不充分及在贮藏时不再形成红色。花青素的颜色与细胞液的酸碱性有关，即花青素在酸性环境中呈红色，在碱性环境中呈蓝色，在中性环境中呈紫色。

（四）黄酮类色素

在柑橘和白色蔬菜中存在有多种黄酮类色素。它在弱酸性条件下无色，在碱性条件下呈黄色，与铁盐作用则变成绿色或紫褐色。其水溶液略带涩味或苦味，广泛分布在柑橘、洋葱、杨梅、大豆、芹菜中。

八、单宁物质

单宁属多元酚类化合物，多存在于水果中，而蔬菜中较少。未成熟的果实大多含有水溶性单宁，特别是柿、香蕉等因水溶性单宁含量较多，涩味重。随着果实的成熟或经人工脱涩，水溶性单宁就转变成不溶性单宁，果实就脱去了涩味。单宁与果蔬的风味、色泽有密切的关系，易氧化生成黑褐色物质，如苹果、藕、梨、柿子等切伤或其他伤害后，与空气接触就迅速变色。这是由于单宁物质在氧化酶作用下，生成黑色醌的聚合物之故。果蔬中的单宁物质主要是缩合型单宁，多数为儿茶素的衍生物，如根皮酚儿茶酚酮、没食子儿茶素、儿茶素没食子酸等。

九、芳香物质

果蔬的香味物质大多具有挥发性，故又称为挥发性物质或芳香物质，也有人称之为精油。正是这些物质的存在赋予果蔬特定的香气和味感。果蔬的风味物质多种多样（表 1-5），与其他成分相比，香味物质含量甚微，除了柑橘类果实外，其他的含量通常在百万分之几。水果的香味物质以酯类、醇类和酸类物质等

为主，而蔬菜中则主要是一些含硫化合物和高级醇、醛和萜等。

表 1-5 几种果蔬的主要香味物质

名称	香味主体成分	名称	香味主体成分
苹果	乙酸戊酯	萝卜	甲硫醇、异硫氰酸烯丙酯
梨	甲酸异戊酯	叶菜类	叶醇
香蕉	乙酸戊酯、异戊酸异戊酯	花椒	天竺葵醇、香茅醇
桃	乙酸乙酯、 γ -癸酸内酯	蘑菇	辛烯-1-醇
柑橘	蚁酸、乙酸、乙醇、丙酮、 苯乙醇及甲酯和乙酯	蒜	二烯丙基二硫化物、丙烯丙 基二硫化物、烯丙基
杏	丁酸戊酯		

果蔬的香味物质多在成熟时开始合成，进入完熟阶段时大量形成，产品风味也达到了最佳状态，在贮藏过程中，由于芳香油的挥发和酶的分解作用而使芳香物质减少。芳香物质在贮藏库内的积累，会加速果实的成熟与衰老，不利于贮藏，所以在保鲜贮藏时，应注意定时通风换气或采用低温贮藏以降低芳香油挥发减少。

第二节 果蔬的采后生理

一、果蔬的呼吸代谢

果蔬采收以后，断绝了水和无机物的供应，同化作用基本停止，但仍然是活体，其主要代谢过程是呼吸作用。呼吸是在许多复杂系统的参与下，经过许多中间反应环节，把复杂的有机化合物逐步分解成较简单的物质，同时释放出能量的过程。呼吸作用一方面为果蔬的正常生理活动提供能量，另一方面消耗大量有机物质并产生大量呼吸热。由于果蔬采后呼吸作用的结果是贮存的营养物质的消耗，水分的减少，果蔬品质逐渐下降，所以，果蔬

贮藏的中心问题是抑制果蔬的呼吸，以减少有机物质的损耗，保持果蔬的品质。

（一）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，它把果蔬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称呼吸消耗。呼吸越旺盛，呼吸消耗就越多，果蔬风味、品质劣变也越快。从保存营养物质，减少呼吸消耗的角度来说，应尽可能地降低果蔬在贮藏中的呼吸作用。

呼吸作用所释放的能量，一部分用来维持果蔬本身的生命活动。如果正常呼吸作用受到干扰，果蔬便会产生生理病害。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。呼吸热与果蔬保鲜有很大关系。如果在贮藏中果蔬堆积过高或通风不良，呼吸热就难于散出，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汽，从而出现高温高湿的情况，导致病菌滋生繁殖，果蔬腐烂变质。因此，在贮藏中应注意降温、通风透气和排除水汽。

（二）有氧呼吸和无氧呼吸

果蔬在贮藏中的呼吸作用有 2 种类型。一种是有氧呼吸，一种是无氧呼吸。有氧呼吸是在 O_2 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 CO_2 和水，并释放出大量的能量。如果以葡萄糖为呼吸底物，则化学反应式可表示如下：



根据有氧呼吸的化学反应式可以看出，如果降低 O_2 浓度和增加 CO_2 浓度，则可以降低化学反应的速度，即抑制呼吸强度，事实上确是如此，这就是气调贮藏的理论基础。

当贮藏环境中 O_2 不足，就会出现无氧呼吸。糖、有机酸等