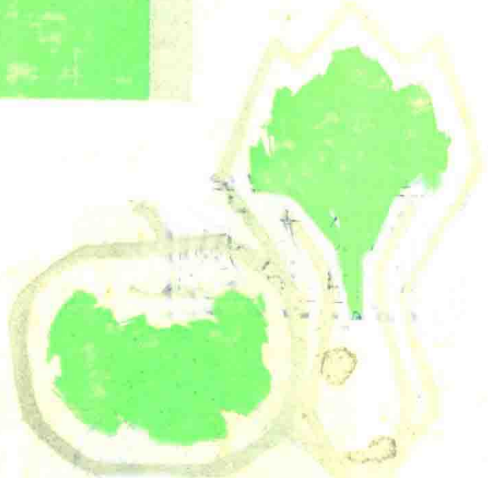


果蔬贮藏保鲜技术



江西科学技术出版社

果 蔬 贮 藏 保 鲜 技 术

王士刚 编写

江西科学技术出版社

果蔬贮藏保鲜技术

王士刚 编写

江西科学技术出版社出版

(南昌市新魏路)

江西省新华书店发行 江西湖口县印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 5.125 字数: 12万

1988年9月第1版 1988年9月第1次印刷

印数: 1—6,000

ISBN 7—5390—0173—9/S·62

统一书号: 16425·95 定价: 1.40元

前 言

各种水果、蔬菜色泽鲜艳，营养丰富，味美爽口，是人们日常生活中不可缺少的副食品，也是重要的保健食品。果蔬中含有的多种维生素，特别是维生素C，对维持人体的生理功能起着十分重要的作用。果蔬中还含有各种矿物质，如钙、磷、铁、钾、钠、镁等。这些矿物质大都呈碱性反应，可以中和因食用米、面、鱼、肉、禽、蛋、糖、酒等所形成的酸性反应，达到酸碱性相对平衡。这对维持人体适当的酸碱值，增进人的健康，也具有重要的意义。

我国果蔬生产有着悠久的历史，也有丰富的品种资源和栽培经验。近年来，随着农村经济政策的贯彻落实，我国果蔬产量有了大幅度增长。但是，果蔬生产的季节性和地区性很强，这就和周年均衡地满足广大人民群众的需要有很大的矛盾。果蔬含水量很高，容易腐烂变质。成熟的果品、蔬菜要经过很多环节，如采收、分级和包装，然后运往市场，有的还要通过贮藏加工，以调节市场的需要。由于果蔬产量大，收获期集中，而目前运输、贮藏等设备不足，操作管理又较粗放，并缺乏贮藏保鲜方面的科技知识，因而腐烂损失很大，出现“旺季烂，淡季断”的现象。因此，如何提高果蔬保鲜技术水平，减少损失，已成为当前亟待解决的重要课题。为了普及果蔬贮藏的理论知识和技术，采用国内外的先进经验，土洋结合，因地制宜，促进我国果蔬保鲜事业的发展，笔者总结了多年来从事果蔬贮藏保鲜方面的教学和科研的实践经验，并深入全国各地

进行调查研究，参考了国内外有关文献资料，编写了本书。在编写过程中注意到理论和实践、普及和提高的紧密结合，并着重介绍了一些简便实用的技术，以方便群众应用。1986年美国食品专家陆伯勋教授来华中农业大学讲学，在贮藏保鲜方面提供了一些有益的资料，亦为本书增色不少。

本书可供广大城市、农村水果蔬菜购销、贮藏、加工经营管理人员、技术人员和从事果品蔬菜生产、教学、科研人员参考。

由于编者水平有限，错误之处，请读者批评指正。

王士刚

1987年2月于武昌

目 录

第一章 新鲜果蔬贮藏保鲜的基本原理

- 第一节 果蔬贮藏保鲜的化学特性…………… (1)
- 第二节 果蔬贮藏保鲜的生理特性…………… (13)
- 第三节 果蔬种类、品种的贮藏特性…………… (20)

第二章 果蔬的采收、分级、包装和运输

- 第一节 果蔬的采收…………… (24)
- 第二节 果蔬的分级与包装…………… (27)
- 第三节 果蔬的预冷…………… (31)
- 第四节 果蔬的运输…………… (33)

第三章 果蔬贮藏的方式

- 第一节 简易贮藏场所…………… (36)
- 第二节 通风贮藏库…………… (41)
- 第三节 机械冷藏库…………… (46)
- 第四节 调节气体成分贮藏…………… (51)
- 第五节 减压贮藏法…………… (62)
- 第六节 树上留果贮藏法…………… (65)

第四章 果蔬保鲜辅助技术的应用

- 第一节 植物激素的应用…………… (67)
- 第二节 钙的应用…………… (70)
- 第三节 涂蜡处理…………… (72)
- 第四节 空气放电处理…………… (74)
- 第五节 电离辐射的应用…………… (76)

第五章 各种果品贮藏保鲜的方法

第一节	柑桔的贮藏	(83)
第二节	苹果和梨的贮藏	(104)
第三节	香蕉的贮藏	(118)
第四节	葡萄的贮藏	(121)
第五节	草莓的贮藏	(128)
第六节	桃和李的贮藏	(131)
第七节	板栗的贮藏	(133)
第八节	核桃的贮藏	(135)
第九节	柿子的贮藏	(137)

第六章 各种蔬菜贮藏保鲜的方法

第一节	大白菜的贮藏	(140)
第二节	大萝卜和胡萝卜的贮藏	(142)
第三节	马铃薯的贮藏	(143)
第四节	洋葱的贮藏	(146)
第五节	番茄的贮藏	(148)
第六节	青椒的贮藏	(150)
第七节	大蒜和大葱的贮藏	(151)
第八节	生姜的贮藏	(152)
第九节	芋头和莲藕的贮藏	(153)
第十节	南瓜、冬瓜、黄瓜、甜瓜的贮藏	(154)
第十一节	蒜苔的贮藏	(155)
第十二节	花椰菜的贮藏	(156)

第一章 新鲜果蔬贮藏保鲜的基本原理

第一节 果蔬贮藏保鲜的化学特性

了解“果蔬化学特性”是正确理解和掌握果蔬贮藏加工所必须具备的知识，可以为研究果蔬贮藏加工提供科学的根据。

果蔬是由各种化学成分所组成的复杂综合体。这些化学物质在它们的生长发育、成熟、贮藏、加工过程中都会发生一系列的物理的、化学的、生化的变化，从而引起新鲜果蔬及其加工品在食用品质和营养价值方面的改变。

果蔬贮藏加工的目的，并不是单纯为了在形式上保存产品不腐烂，更重要的是在实质上保存产品的营养价值和原有的风味，也就是尽可能控制果蔬中化学成分的变化，使它们符合食用要求。要做到这一点，就要了解果蔬中的化学成分及其在贮藏加工中的变化，并掌握这种变化的规律，研究控制的措施，以达到防腐保鲜的目的。

果蔬中含有的化学成分，大致可分为两类：

水溶性物质：糖、有机酸、果胶、单宁、部分含氮物质、花青素、部分维生素和无机盐类。

非水溶性物质：矿物质、淀粉、纤维素、半纤维素、原果胶、脂肪、叶绿素、部分含氮物质、部分维生素和有机盐类。

水溶性和非水溶性物质的总和称为干物质。果蔬还含有大量的水分，水分的多少与果蔬的风味品质有密切关系，并且是

微生物和酶的活动所必需的媒介。

一、碳水化合物

主要有：糖、淀粉、纤维素、半纤维素、果胶物质等。

1. 糖：大多数果蔬中含有糖。水果一般含糖较为丰富，蔬菜的含糖量少于果品的。

种类	含糖量	种类	含糖量
葡萄	10~21%	番茄	2 ~ 5%
苹果	6~12%	南瓜	2.5~8%
柑桔	8~12%	甘蓝	2.5~5.7%
		西瓜	10%左右

水果、蔬菜中所含糖分的主要形式有三种：葡萄糖、蔗糖和果糖。这三种糖的甜度差别很大，如以蔗糖的甜度为100，果糖则为173，葡萄糖为74。不同种类的果实，因含糖种类的比例不同，甜度也不一样。苹果、梨、枇杷等以含果糖为主，葡萄和草莓中含有较多的葡萄糖和果糖，桃、杏、李、柑桔和香蕉中含有较多的蔗糖。各种果实的含糖量一般为10~20%。大多数蔬菜含有的糖分比果品少。番茄和甘蓝中主要含葡萄糖，甜瓜和胡萝卜主要含蔗糖，西瓜主要含果糖。

果蔬中糖分含量的多少，并不能完全决定它们的甜度。因为糖的种类不同，其甜度也不同。例如西瓜很甜，但西瓜的含糖量并不很高，主要是因为果糖的含量较高。此外，果实甜味的浓淡还受果实中有机酸含量多少的影响。所以在评定果实风味时，常用糖酸比值（固酸比）来表示，即可溶性固形物与酸的比例。比值愈高则愈甜。在实践中常用手持测糖仪测定可溶性固形物代替含糖量。人们吃水果，用“酸”或“甜”来形容它的滋味，但果实味酸并不一定就是含糖少。例如山楂的含糖量

高达20%左右，但吃起来却很酸，而苹果、梨、桃等水果含糖量只有6~12%，吃起来却感觉甜。这是因为苹果含酸量约为0.5~0.8%，含糖量为10~12%，其糖酸比值约为20左右；而山楂的含糖量虽在20%左右，可它的含酸量却超过苹果的2~3倍，其糖酸比值约为10左右。糖酸比值高，水果味甜，否则味酸。

果蔬中含有的糖分可供果蔬进行呼吸作用，维持生命活动。果蔬在贮藏过程中，糖作为呼吸基质不断地被消耗，含糖量就逐渐减少。贮藏环境的温度愈高或者受到机械损伤，能使果蔬的呼吸作用加强，糖的消耗也加快。因此在贮藏时要根据各种果蔬的特性，创造适宜的低温贮藏条件，以取得良好的贮藏效果。

2. 淀粉：香蕉、柿子、梨、苹果等在未成熟时，其淀粉含量较多。当果实成熟时，随着淀粉的减少而糖分增加。在贮藏初期由于剩余淀粉继续转化为葡萄糖而变得更甜。如苹果采收时还含有1~1.5%淀粉，贮藏1~2个月后，淀粉消失，甜味增加。果品中含淀粉最多的是板栗和香蕉，板栗含淀粉44~70%，生香蕉含淀粉20~25%。桃、杏、李、葡萄、樱桃、柑桔和西瓜在成熟之后没有淀粉存在，果实所含糖分也不再增加。

在蔬菜中有很多种类富含淀粉，如马铃薯、甘薯、豆类、藕、芋头、菱、山药等，其淀粉含量与老熟成度成正比。凡是以淀粉形态作为贮藏物质的蔬菜种类，都能保持休眠状态而有利于贮藏。贮藏温度对淀粉的转化影响很大，如青豌豆在采收后存放在高于6℃的温度条件下，经过1~2天后，所含有的糖分能合成淀粉，使含糖量下降，甜味减少，品质降低。因此豌豆、蚕豆应采用冷藏，温度维持在0℃左右，以利于保持优良的品质。

3. 纤维素和半纤维素：纤维素是反映果蔬质地的物质之一。果蔬中如果含纤维素太多，吃起来有渣，影响品质。纤维素和半纤维素是构成果实细胞壁的主要成分，质地坚硬。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，影响到果蔬的品质和耐藏性和耐运输性。从贮运的角度来看，纤维素起到支持和保护作用。含有角质的纤维素皮层有耐酸、耐氧化和不透水的特点，还可抵抗机械损伤和微生物的侵害，对果蔬贮藏有利。幼嫩的果蔬细胞壁的纤维素含有水分，老时产生木素和角质，因而变得粗糙，品质下降。有些果实如洋梨，随着果实的后熟，在酶的作用下，石细胞纤维的木质被还原，质地变软而适于食用。人体不能消化纤维素，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。

果品中纤维素含量为0.2~4.1%，其中桔含纤维素的量为0.2%，桃为4.1%，苹果为1.3%，梨为2.6%。蔬菜含纤维素0.2~2.8%，其中根菜类为0.2~1.2%，西瓜和甜瓜为0.2~0.5%。

4. 果胶物质：果胶主要存在于果实、直根、块根、块茎等器官中。在果品中，山楂、苹果、梨、桃、杏、李、柑桔等果实含果胶较多，果胶通常有三种形态：

(1) 原果胶：原果胶不溶于水，常与纤维素结合存在于细胞壁之间，粘着力强，使细胞相互紧密结合。未成熟的果实含原果胶多，故果肉质度显得坚硬。

(2) 果胶：原果胶在酶的作用下，变成水溶性果胶，使粘着力变得松弛。所以，果实贮藏一个时期后果肉就变软了。

(3) 果胶酸：当果实贮藏时间过长，果实过熟时，果胶在酶的作用下变成果胶酸，失去了粘性，使果实完全变成软烂状态。

霉菌和细菌都能分泌出分解果胶的酶，破坏原果胶，使果实变软而腐烂，应注意防腐保鲜。防腐处理的方法将在本书后面介绍。

需要长期贮藏或长途运输的水果或果菜类，应适当提前采收，以便含有较多的原果胶。果实较坚硬，有利于贮藏和运输。在贮藏中可溶性果胶含量的多少，可以作为鉴定果蔬能否继续贮存的标志之一。

二、有机酸

果实内含有各种有机酸，因而具有酸性。未成熟的果实含有机酸最多，因而味酸，随着成熟度的提高，酸味逐渐减少。有机酸一般包括苹果酸、柠檬酸、酒石酸、草酸等。苹果、梨、桃、杏以含苹果酸为主；柑桔以含柠檬酸为主；葡萄以含酒石酸为主。果蔬中含酸量的多少，并不能完全决定酸味的强弱，还取决于果蔬组织中pH值的高低，也就是氢离子离解度的大小。pH值愈低，氢离子浓度愈大，味愈酸。酸的种类不同，氢离子离解度也不同，酸味强弱也不同。新鲜的番茄汁和柑桔汁等加热后变得更酸，其原因是因为加热使果汁中的蛋白质凝固，失去了其缓冲作用，引起pH值降低，使氢离子浓度增加，导致其味更酸。

一般在果实中含酸量为0.1~0.5%时，感觉较为适口。在蔬菜中，除番茄等少数有酸味外，大多因含酸量很少，感觉不出酸味。番茄中含苹果酸和柠檬酸较多，洋葱中主要含苹果酸；甘蓝中以含柠檬酸为主；菠菜中以含草酸为多；芹菜中含有醋酸；黄瓜含有绿原酸和咖啡酸。

果蔬中所含的有机酸和糖一样，可作为呼吸物质逐渐被消耗。因有机酸含氧较多，往往首先被呼吸所利用，所以在果实

贮藏中酸的消耗更快。因此，在贮藏中制造适宜的低温、低氧和较高二氧化碳的贮藏条件，可以降低呼吸强度，有利于保持优良的品质。

三、色素物质

各种水果蔬菜色泽鲜美，含有不同的色素物质。一类是非水溶性色素，如叶绿素、胡萝卜素；另一类是水溶性色素，如花青素、黄色素。

1. 叶绿素：未成熟的果实和蔬菜之所以呈现绿色，是因为果皮细胞中含有大量的叶绿素。随着果实的成熟，叶绿素在酶的作用下水解成叶绿醇和叶绿酸盐等溶于水的物质，于是绿色渐渐消退而显出黄色或橙黄色。这个变化过程即果实底色的变化，可作为成熟度的参考。

2. 类胡萝卜素：果实成熟时，当叶绿素分解后，类胡萝卜素就显出从黄到橙红的颜色。类胡萝卜素属于非水溶性色素。类胡萝卜素是胡萝卜素、叶黄素、番茄红素、椒红素、椒黄素的总称。柑桔、柿子、黄肉桃、杏、李等所表现出来的橙黄色泽，都是类胡萝卜素的颜色。这种黄色和橙色不受日光的影响而着色，故可在果实采收之后，在贮藏库内继续表现出来。绿色的果实贮藏一段时间后可以变黄。夏橙成熟后如果留在树上不采收，由于叶绿素在分解后又能重新合成，故转黄后又会返青。

胡萝卜素也存在于胡萝卜、南瓜、番茄和辣椒之中。绿色蔬菜中也有胡萝卜素，但被叶绿素所掩盖而显现不出来。番茄红素呈红黄色，存在于番茄、西瓜中，合成的适温为19~24℃，在30℃以上则不能形成，所以在炎热季节番茄较难变红。叶黄素与胡萝卜素同时存在于黄色番茄中。辣椒中存在椒

黄素和椒红素。

胡萝卜素是维生素A元，是一种重要的营养成分。

3.花青色素和花黄色素：花青色素溶于水，呈溶液状态，存在于果皮、果肉中，表现为红色至紫色。花青素的形成需要糖的积累和阳光的直接照射。果实进入成熟期，逐渐生成花青色素，覆盖在底色上面，称为面色或彩色。它受日光的影响而着色，未着色的果实采后在库内不见阳光，就不再形成红色。在遮荫处生长的果实，彩色不充分。花青素的颜色与细胞液的酸碱性有关：花青素在酸性细胞液中呈红色，在碱性中呈蓝色，在中性中呈紫色。果实成熟时，在强烈日光照射下，果实内新陈代谢旺盛，酸性物质发生变化，果实内的花青素就会变成深浅不同的红颜色，而出现有红晕或全红的果实。果实内产生的乙烯，能促进花青素的形成，因此苹果在采收前喷乙烯利有增进着色的作用。提前采收的尚未成熟的苹果和梨，色泽不好，在销售前堆置于树下，经2~4日阳光照射，可加速着色。有些黄色果实如葡萄和柑桔的果皮中，还含有花黄色素，对果实颜色影响不大。蔬菜中存在的花青素主要有两种，如茄子中含有飞燕草色素，红皮洋葱中含有矢车菊色素，表现出红、蓝、紫等色泽。

四、芳香物质

各种水果到成熟时散发出的特有的香味，主要成分是醇类、酯类、醛类、酮类、酚类等。苹果、梨、桃、李的芳香成分主要为有机酸和醇产生的酯类。柑桔类果实的芳香物质主要是柠檬醛，含柠檬香味。香蕉的芳香主要是含有醋酸异戊酯和醋酸丁酯。葡萄的芳香主要是含有氨基酸甲酯。番茄的芳香主要含有乙醇、醋酸丙酯。果实只有达到一定的成熟度，才具有足

够的香气。如香蕉只有在达到呼吸高峰后24小时，才产生较多的芳香物质。

果蔬贮藏后所含的芳香油量会由于挥发和酶的分解而降低。如果贮藏库房温度过高，芳香油损失得更快。利用冷藏，可减少香味的损失。

苹果在贮藏库内挥发出来的芳香成分，如乙酸乙酯、乙酸戊酯积累过多时，可引起苹果的“烫伤病”，应适当注意通风换气。

挥发油也是蔬菜所具有的香味和其它特殊气味的主要来源。大多数挥发油类都具有杀菌作用。

五、油脂类

果实成熟时果皮上产生油脂类的蜡质层，有时堆积于果面形成果粉。成熟的苹果、梨、李、葡萄上的果粉特别显著。蔬菜的种子富含油分，如南瓜子含油量为35%，西瓜子为19%。核桃含油量为40~65%，杏仁为23%，桃仁为25%。在蔬菜的叶面和果面也有一层蜡质果粉，如南瓜、冬瓜、甘蓝等的蜡质层较明显，可加强外皮的保护作用，减少水分的蒸发，阻止病菌的侵染。过早采收的果蔬，其表面蜡质层还未充分形成，保护结构不完善，故不耐贮藏。果实上蜡质的生成与否及多少也是判断成熟的一个标志。

六、单宁物质

单宁在水果中存在较普遍，在蔬菜中较少。单宁属于多元酚物质。单宁有水溶性和不溶性两种形式。水溶性单宁是有涩味的。未成熟的果实大多含有水溶性单宁，故有涩味。在成熟后或经过人工催熟，单宁由水溶性变成不溶性的单宁盐，使单宁聚合凝固，就不涩了。单宁对果蔬鲜品和加工品的品质影响

很大。单宁与果蔬风味、色泽也有密切的关系。单宁氧化可生成黑褐色物质，因此，苹果、马铃薯、藕等受伤后接触空气，就会迅速变色。在贮藏时应避免损伤，防止褐变。柿子是含单宁最多的果实，含量一般在0.5~2.0%左右。在柿果肉的单宁细胞中，单宁呈水溶性状态，所以味道很涩，需要经过脱涩处理才能食用。柿子脱涩的方法将在柿子贮藏中详述。

七、含氮物质

果蔬中的含氮物质主要是蛋白质和氨基酸。水果中的含氮物质含量较少，而在蔬菜中含量较多。豆类的蛋白质含量相当高，达到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%；瓜果类为0.3~1.5%。

水果、蔬菜不仅可以供给人体所需的蛋白质，而且能增进粮食中蛋白质在人体中的吸收率。研究证明：人体对粮食中蛋白质的可消化率是75%，如多吃些蔬菜和水果，会使粮食中蛋白质可消化率提高到90%。果蔬中存在的含氮物质与果蔬贮藏也有密切关系。贮藏中受影响最大的就是氨基酸。新鲜果蔬贮藏常发生内部变黑的生理病害。如马铃薯变黑，这是由于酪氨酸在酶的作用下产生黑色素的結果。果实中含有的蛋白质在贮藏过程中的变化不明显，一般不把蛋白质含量的多少作为贮藏质量好坏的指标。

八、维生素

各种水果蔬菜含有多多种维生素，特别是维生素C，对维持人体的生理机能起着重要的作用。许多维生素和蛋白质结合成酶，如果人体缺乏某种维生素，就会影响人的健康。各种果蔬的维生素C含量见表1。

表1 各种果蔬中维生素C的含量

果蔬种类	每百克可食部分含Vc毫克%
猕猴桃	420
枣	380
山楂	89
柑桔	40~60
苹果、梨、桃、李	5~20
青椒	103
花椰菜、雪里红	80
甘蓝、白菜、菠菜	24~42
芥菜	41~44
青毛豆	25

西红柿的维生素C含量相当于西瓜的10倍，每人每天吃100~200克西红柿，就能满足人体对Vc和矿物质的需要。一般来说，果皮的Vc含量高于果肉的。如苹果皮含Vc60毫克%，而苹果肉仅含Vc12毫克%。在胡萝卜直根的顶部和外围组织中的胡萝卜素又多于直根下部和髓部。栽培环境条件也影响Vc含量，如南方生产的苹果Vc含量只有5毫克%左右，而北方生产的苹果Vc含量可达20毫克%。

果实中的Vc可在抗坏血酸酶的作用下，迅速氧化而失去生理活性。柑桔类的抗坏血酸酶含量很少，所以柑桔贮藏期间Vc的损失也很少；葡萄的抗坏血酸酶含量较多，在贮藏期Vc的损失也较多。有些蔬菜，如甘蓝、番茄、辣椒的抗坏血酸酶含量少，在贮藏期Vc很少破坏；而菠菜、菜豆、青豌豆含有较多的抗坏血酸酶，在贮藏中Vc容易被破坏，需用冷藏。在