

综合卷

蔬菜采收与

简易贮藏

奔小康农业新技术丛书



●河北科学技术出版社

张子德 马俊莲 编著

奔小康农业新技术丛书

(综合卷)

蔬菜采收与简易贮藏

张子德 马俊莲 编著

河北科学技术出版社

《奔小康农业新技术丛书》

编辑委员会

主 任	赵金铎	郭庚茂	李炳良
	陈立友	张润身	
编 委	李荣刚	李兴源	李志强
	王永贵	郭 泰	胡金城
	汤仲鑫	郭书政	刘庆国
	李广敏	夏亨熹	
策 划	多嘉瑞		

图书在版编目(CIP)数据

蔬菜采收与简易贮藏/张子德,马俊莲编著. —石家庄:
河北科学技术出版社,1998

(奔小康农业新技术丛书·综合卷)

ISBN 7-5375-1874-2

I. 蔬… II. ①张…②马… III. ①蔬菜-收获②蔬菜-食
品贮藏 IV. S630.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 40511 号

奔小康农业新技术丛书

(综合卷)

蔬菜采收与简易贮藏

张子德 马俊莲 编著

河北科学技术出版社出版发行 (石家庄市和平西路新文里 8 号)

石家庄北方印刷厂印刷 新华书店经销

787×1092 1/32 4.25 印张 92000 字 1999 年 1 月第 1 版

1999 年 1 月第 1 次印刷 印数:1—5000 定价:4.00 元

(如发现印装质量问题,请寄回我厂调换)

前 言

蔬菜含有丰富的维生素、矿物质、碳水化合物等多种营养物质,对维持人体正常的生理机能、保证人体健康具有重要意义,是人们日常生活中不可缺少的重要副食品。随着人们生活水平的不断提高,对蔬菜的消费量也逐年增加,保证蔬菜的周年供应,必将产生良好的经济效益和社会效益。

蔬菜栽培在我国有着悠久的历史,特别是近年来随着蔬菜生产的发展,产量大幅度提高。蔬菜生产的季节性、地区性、易腐性较强;蔬菜含水量很高、组织脆嫩、生理代谢旺盛,任何一个环节操作不当,都会导致大量的腐烂与损失,其腐烂损失率常达到20%~30%,甚至更多。蔬菜的采收、采后商品化处理及贮藏保鲜也是“菜篮子工程”的重要组成部分。只有做好上述各个环节的工作,才能真正达到丰产丰收,减少采后损失,增加菜农收入,保证周年供应。

基于上述指导思想,我们在参阅大量资料的基础上,总结群众经验并结合多年指导生产实践的体会,编写了这本实用性较强的技术读物。

本书从蔬菜贮藏保鲜的基础知识入手,阐述了影响蔬菜保鲜的各种因素,介绍了国内蔬菜贮藏保鲜的方法以及24种常见蔬菜的贮藏技术;无论是对农家少量贮藏,还是大规模商业化贮藏,都具有一定的指导意义。

在本书编写过程中,参考了《蔬菜贮藏加工学》(华中农业大学主编)、《果蔬粮油贮藏保鲜》(陆美英、仇志荣编著)、《果品蔬菜贮藏运销学》(李效静等编著)等有关书籍和其他相关读物,在此向原作者表示感谢。在书稿编写中,得到河北农业大学刘彩莉教授的指导与帮助,在此表示深深的谢意。由于我们水平有限,书中错误在所难免,望广大读者指正。

作 者

1998年2月

目 录

一、蔬菜的化学成分及其对品质和耐贮性的影响·····	(1)
(一)水、碳水化合物和有机酸·····	(2)
(二)含氮物质、单宁和色素·····	(6)
(三)糖苷、芳香物质和脂类·····	(8)
(四)维生素、矿物质和抗生素·····	(10)
二、蔬菜贮藏保鲜基本原理·····	(16)
(一)呼吸作用·····	(16)
(二)水分蒸腾与结露·····	(23)
(三)冻害和冷害·····	(26)
(四)休眠和春化·····	(29)
三、蔬菜的采后处理·····	(33)
(一)蔬菜的采收·····	(33)
(二)蔬菜的分级与包装·····	(42)
(三)蔬菜的运输·····	(44)
四、蔬菜贮藏保鲜方法·····	(46)
(一)简易贮藏·····	(46)
(二)冷库贮藏(冷藏)·····	(63)
(三)气调贮藏·····	(70)
(四)辐射处理贮藏·····	(75)
五、主要蔬菜的贮藏保鲜技术·····	(76)

(一)蒜薹·····	(76)
(二)辣椒·····	(85)
(三)番茄·····	(87)
(四)萝卜和胡萝卜·····	(91)
(五)大白菜·····	(94)
(六)甘蓝·····	(98)
(七)花椰菜·····	(100)
(八)黄瓜·····	(102)
(九)南瓜·····	(103)
(一〇)冬瓜·····	(104)
(一一)洋葱·····	(105)
(一二)大蒜·····	(108)
(一三)大葱·····	(109)
(一四)茄子·····	(111)
(一五)菠菜·····	(112)
(一六)芹菜·····	(115)
(一七)生姜·····	(118)
(一八)马铃薯·····	(120)
(一九)莲藕·····	(122)
(二〇)茭白·····	(123)
(二一)菜豆·····	(124)
(二二)芋头·····	(125)
(二三)西瓜·····	(125)
(二四)哈密瓜·····	(127)

一、蔬菜的化学成分及其对品质和耐贮性的影响

蔬菜的品质决定于蔬菜所含化学成分的组成与含量，而化学成分的组成与含量的差异，又与蔬菜的贮藏性能密切相关。

蔬菜由许多化学物质组成。这些化学物质大多是人体所需的营养成分，是维持人体正常的生理机能、保证健康所不可缺少的物质。这些物质在蔬菜的生长、发育、成熟、衰老和贮藏过程中会发生一系列变化，从而影响它们的品质。如嫩茎花椰菜（青花菜）放久了会变黄、石刁柏（芦笋）采后纤维逐渐增多、蒜薹采后会老化等等。蔬菜的这些生理变化对其品质和贮藏都是不利的。因此，了解蔬菜化学成分的变化规律，控制其变化过程，是研究贮藏的重要科学依据。

蔬菜中的化学成分可分为两部分，即水分和干物质。干物质中的化学成分又可分为下列两大类：

水溶性物质：此类物质可溶解于水，组成蔬菜的汁液部分。它们是糖、果胶、有机酸、多元醇、单宁，以及部分含氮物质、色素、维生素和大部分无机盐类。

非水溶性物质：它们是组成蔬菜固体部分的物质。这类物质有纤维素、半纤维素、原果胶、淀粉、脂肪，以及部分含氮物质、色素、维生素、矿物质和有机盐类。

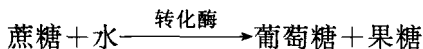
(一) 水、碳水化合物和有机酸

1. 水 水是蔬菜的主要成分，其含量依蔬菜的种类和品种而不同，一般含量 80%~90%，黄瓜则高达 98%，大蒜却只有 70%。水分的存在是蔬菜完成全部生命活动的必要条件，也是影响风味、品质和鲜度的重要成分。一方面水分能溶解许多营养物质，易被人体吸收；另一方面由于蔬菜含水量高，在贮藏过程中，给微生物和酶的活动创造了有利条件，易受微生物的侵染而腐烂变质。由于蔬菜中的水分在采收后得不到补充，在贮藏过程中容易蒸发损失而引起萎蔫失重，甚至失去新鲜风味。这也是新鲜蔬菜难以保鲜的一个重要原因。

2. 碳水化合物 碳水化合物是蔬菜干物质中的主要成分，包括糖、淀粉、纤维素、果胶物质等。

(1) 糖。糖是决定蔬菜营养和风味的主要成分，它不仅供给人体所必需的热能，而且也是蔬菜从生长到衰老过程中变化最明显的物质之一。糖在蔬菜中的含量仅次于水分，糖的含量多少对蔬菜的风味、品质、营养价值和耐贮性有很大的关系。糖是蔬菜的主要呼吸基质，是蔬菜呼吸作用赖以进行的物质基础。呼吸作用所放出的能量，除用于维持蔬菜的各种生命活动之外，还可用于合成淀粉、纤维素等高分子化合物。

蔬菜中所含的糖主要有葡萄糖、果糖、蔗糖和某些戊糖等。蔗糖在转化酶的作用下，可以转化为葡萄糖和果糖。



糖的种类不同，其甜度差异很大。如葡萄糖的甜度用 100 表示，那么蔗糖则为 150，果糖就是 200。也就是说，这三种糖果糖甜度最大，蔗糖次之，葡萄糖最小。

蔬菜的种类不同，所含的糖类也不相同。番茄中主要含葡萄糖，果糖次之，蔗糖很少。甜瓜、胡萝卜主要含蔗糖，西瓜含果糖，甘蓝主要含葡萄糖。

蔬菜的含糖量较果品为少，以胡萝卜（为 3.3%~12%）、洋葱（为 3.5%~12%）、南瓜（为 2.5%~9.0%）等含量较多，一般的蔬菜如番茄、青椒、黄瓜、甘蓝等仅含有 1.5%~4.5% 的糖。

在生长过程中，光合作用的产物常以淀粉的形式贮藏于蔬菜中，蔬菜中的糖由淀粉转化而来。随着蔬菜的逐渐成熟、衰老，淀粉水解为糖，使糖的含量不断增加。在蔬菜贮藏过程中，糖分的含量逐渐减少，而且贮藏时间越长，减少越多。糖分含量的减少直接影响蔬菜的品质和耐贮性。

（2）淀粉。淀粉为多糖类，存在于块根、块茎等蔬菜中。含淀粉较多的蔬菜如藕、菱、芋头、山药等，其淀粉含量随成熟程度而增加。凡是以淀粉形态作为贮藏物质的蔬菜大多能保持休眠状态而有利于贮藏。青豌豆、甜玉米等以幼嫩籽粒供食用的蔬菜，其淀粉含量越多，品质越差。

在贮藏过程中，淀粉在酶的作用下可以水解为糖，其水解的速度与贮藏期间的温度有关。温度越高水解速度越快，温度越低水解速度越慢。在 15~26℃ 的贮藏条件下，淀粉的减少和糖分的增加极快。贮藏在 0℃ 左右的低温下，能抑制酶的活性，其水解作用变慢。马铃薯在 0℃ 下贮藏，反而使淀粉变为糖，使马铃薯变甜。淀粉含量的减少，会削弱蔬菜的耐贮

性。因此，贮藏时必须采取适宜的低温、高湿等措施，以抑制淀粉酶的活性，防止淀粉的水解。

(3) 纤维素和半纤维素。这两种物质都是植物的骨架物质，起支持和保护作用。蔬菜中纤维素含量越多，品质越劣，但对贮藏十分有利。纤维素不能被人体所利用，但能刺激肠的蠕动，有帮助消化的功能。许多研究证明，食用含纤维素多的蔬菜具有防癌作用。蔬菜中纤维素的含量为 0.2%~2.8%，根菜类为 0.2%~1.2%；西瓜和甜瓜较少，为 0.2%~0.5%。

某些蔬菜，在贮藏过程中纤维素有增多的趋势，如石刁柏（芦笋）、蒜薹以及豆荚类蔬菜等。如控制贮藏条件，可抑制纤维素的增多，保持蔬菜的优良品质。

半纤维素在植物中有双重意义，既有类似纤维素的支持功能，也有类似淀粉的贮藏功能，其水解产物主要是己糖和戊糖。

(4) 果胶物质。在蔬菜中，果胶物质通常有三种形态：原果胶。不溶于水，常与纤维素结合，在植物的细胞间具有黏结作用，能影响组织的强度和密度。

果胶。可溶于水而不溶于醇，失去黏结作用使组织松弛。果胶酸。不溶于水。

在未成熟的蔬菜中，果胶物质大部分以原果胶的形式存在，因此硬度较大，组织坚挺；随着组织的成熟，原果胶分解为果胶，使细胞间的黏结力下降，组织开始变软；当蔬菜进一步成熟衰老时，果胶分解为果胶酸，使细胞相互分离，组织便呈水烂状。由此可见，在蔬菜贮藏过程中，其体内果胶物质的变化，直接影响蔬菜的品质和贮藏性能，可作为鉴定

蔬菜能否继续贮藏的指标之一。许多霉菌和细菌均能分泌分解果胶物质的酶，加速蔬菜组织的解体而腐烂。

3. 有机酸 蔬菜中有多种有机酸，如柠檬酸、苹果酸、草酸，此外还有琥珀酸、酒石酸、 α -酮戊二酸等等。蔬菜虽含有多种有机酸，但除番茄等少数有酸味外，大多因含酸量少而不感到有酸味。凡是在溶液中能解离出氢离子 (H^+) 的化合物都具有酸味，有机酸的 pH 值多在 3.7~4.9，多数食品的 pH 值在 5~6.5 时无酸味感觉；若 pH 值在 3.6 以下，会因酸味大感到难以进口。

蔬菜所含的有机酸因种类不同而异，例如番茄中含有苹果酸和柠檬酸，以及微量的草酸、酒石酸和琥珀酸。甘蓝中以柠檬酸为主，还含有绿原酸、咖啡酸、香豆酸和桂皮酸。菠菜中除草酸外，还含有苹果酸、柠檬酸、琥珀酸和水杨酸。芹菜中含乙酸和少量丁酸。胡萝卜直根中含有绿原酸、苯甲酸等等。

在蔬菜生长发育过程中，酸的种类和含量会发生变化。例如：未熟番茄中有微量的草酸，正常成熟的番茄以苹果酸和柠檬酸为主，过熟发软的番茄中苹果酸和柠檬酸含量降低，而有琥珀酸生成。洋葱鳞茎中主要为苹果酸（占总酸量的 61%）、琥珀酸（占 34%）、柠檬酸（占 5%），而在洋葱叶中三种酸分别为 50%、42%、8%。芹菜中有机酸随植株生长而浓度增高；菠菜的老叶中含有草酸，而在幼嫩叶中含有苹果酸、柠檬酸等等。

在贮藏过程中，蔬菜中所含的有机酸随贮藏时间延长而减少。贮藏条件不同，有机酸减少的速度也不一样。高温、高氧时减少快，低温、低氧时减少慢。所以，采后要创造适宜

的贮藏条件，最大限度地保持蔬菜的原有品质和风味，延长贮藏时间。

(二) 含氮物质、单宁和色素

1. 含氮物质 蔬菜中含氮物质主要是蛋白质，其次是氨基酸、酰胺及某些铵盐和硝酸盐。

有些氨基酸具有鲜味，谷氨酸钠是味精的主要成分。竹笋中含有天门冬氨酸，豆芽菜中有谷酰胺、天门冬酰胺，绿色蔬菜9种氨基酸中以谷酰胺最多，辣椒中的含氮物质有氨态氮和酰胺态氮。蔬菜不同部位含氮物质的含量也不同，胎座中以氨态氮和酰胺态氮为多，而种子中以蛋白质为多。

蔬菜中的辛辣成分如辣椒中的辣椒素、花椒中的花椒素具有酰胺基化合物。色素物质中的叶绿素和甜菜色素等都是含氮化合物。蔬菜所含各种酶类也都属于含氮物质。

2. 单宁物质 单宁物质亦称鞣质，属于多酚类化合物，有收敛性涩味，一般蔬菜中含量很少，但对蔬菜的食用品质有一定影响。在未成熟的蔬菜如绿熟番茄中，含水溶性单宁较多，甜味小，果实有涩味。经自然成熟或人工催熟以后，水溶性单宁被氧化或凝固成为不溶性单宁，即可脱涩而适于食用。

单宁物质在氧化酶的催化下生成暗红色的根皮鞣红，如马铃薯和藕去皮或切碎后在空气中变为褐色就是这个原因。这种由酶引起的褐变，称之为酶促褐变。根据这一特性，蔬菜在贮运中，应尽量采取适宜的低温和减少氧气的供应量等措施，并避免一切机械伤害，以抑制酶的活性，防止变色。

3. 色素物质 不同种类和品种的蔬菜表现出各种鲜美的颜色，是由于蔬菜中含有多种色素物质。蔬菜的各种颜色由多种色素组成，在蔬菜的不同生长阶段表现出不同的色彩。这说明色素随着成熟期的不同和环境条件的不断改变，进行着各种变化。因此，外观色泽的变化，也能反映出组织器官内营养成分的积累情况和食用品质的高低，因此蔬菜的颜色可作为鉴定蔬菜品质的指标之一。

蔬菜中的色素物质有下列几类：

(1) 叶绿素。蔬菜生长中呈现绿色，是因为表面细胞内含有大量的叶绿素。它存在于叶绿体中，不溶解于水。随着蔬菜的成熟衰老，叶绿素在酶的作用下水解生成叶绿醇和叶绿酸盐等溶于水的物质，于是绿色逐渐消退呈现其他颜色，这种变化称之为底色的显现。很多蔬菜在成熟衰老过程中，常常由绿转黄或转红，如蒜薹、番茄等。这种颜色的变化常常作为成熟度和贮藏质量变化的标准。

在贮藏过程中，高温、高氧会促进叶绿素的分解，从而降低蔬菜质量。

(2) 类胡萝卜素。类胡萝卜素是胡萝卜素、叶黄素、番茄红素、隐黄素的总称，颜色由黄到红。这类色素常与叶绿素同时存在于蔬菜中，只有当叶绿素被分解以后，这些类胡萝卜素才能显现出其色泽。

这类色素的形成与蔬菜生长发育阶段有关。进入成熟阶段，这类色素的含量都有显著增长，而叶绿素含量则有所减少，所以都能显现出各自特有的色彩。温度和氧气对这类色素的形成也有直接影响，如贮藏中的番茄由绿色转为乳白色，再由乳白色转为红色，适温为 20~24℃。

(3) 花青素。通常以花青苷的形态存在于果、花或其他器官中。花青素与酸形成的盐皆具有深浅不同的红色；在碱性环境中游离出的花青素具蓝至紫的颜色，花青素的碱金属盐、酚盐为蓝色。所以花的颜色变化多端。此外花青素又与其他色素混在一起，因而呈现各种各样的颜色。

蔬菜中存在的花青素主要有两种：即飞燕草色素（红皮茄子中含有）和矢车菊色素（红皮洋葱中含有）。矢车菊色素（又称青芙蓉色素）分布最广，它在植物体内可以发生某些化学变化，因而呈现的颜色就有不同。蓝色决定于青芙蓉色苷的钾盐，紫色决定于游离的青芙蓉色苷，红色决定于青芙蓉色苷与细胞液中任何一种植物酸所结合的盐，而白色决定于青芙蓉色苷的一种异构体。

花青素是一种感光性色素，它的形成需要日光。如在遮光处生长的蔬菜，色彩不鲜艳，因此在栽培上要给予较充足的光照，才能使蔬菜着色好。

(三) 糖苷、芳香物质和脂类

1. 糖苷类 糖苷是由糖与醇类、酚类、醌类、酮类、羧酸、含氮物、含硫物等构成的酯类化合物。糖苷类在蔬菜中普遍存在，多数都具有苦味和特殊的香味，部分糖苷类有剧毒，食用后常发生中毒现象。下面将介绍蔬菜中常见的几种糖苷。

(1) 黑芥子苷。黑芥子苷为十字花科蔬菜的苦味来源。含于根、茎、叶与种子中，水解后形成具有特殊辣味和香气的芥子油、葡萄糖及其他化合物，并且苦味消失。此种变化在

蔬菜盐渍中很重要。

(2) 茄碱苷。或称龙葵苷，主要存在于茄科蔬菜中，其中以马铃薯块茎中含量较高，番茄和茄子含量很少。茄碱苷是一种有毒的生物碱，对红细胞有强力溶解作用。马铃薯含的茄碱苷，集中在薯皮和萌发的芽眼附近，受光照薯皮发绿的部分特别多，薯肉中较少。如块茎中茄碱苷含量达到0.02%时，人食用后即可中毒。所以发芽或薯皮变绿的马铃薯必须将皮部及芽眼部位削去才可食用。番茄和茄子果实的茄碱苷含量，未熟绿色果较高，成熟果则较低。

2. 芳香物质 蔬菜中的芳香物质含量极微，但挥发性很强，因此又有挥发油或精油之称，存在于蔬菜的各种器官中，是蔬菜具有香味和其他特殊气味的主要来源。一般蔬菜含量通常在100毫克/千克，如萝卜含300~500毫克/千克、大蒜含50~90毫克/千克、芹菜含1000毫克/千克、洋葱含320~580毫克/千克。

蔬菜中所含的精油常由多种化学物质所组成，它随着地区环境条件和生长发育阶段的不同而变化。挥发油的主要成分一般为醇类、脂类、醛类、酮类、烃类等，另外还有醚、酚类和含硫及含氮化合物。萝卜根中含有甲硫醇、烯丙芥子油；生姜根茎中含有姜烯、姜醇等；芹菜茎叶中含有芹菜油丙酯、芹菜油酸酐等等。

有些植物的芳香物质，不是以精油状态存在，而是以不挥发的糖苷和氨基酸状态存在。必须经过酶水解生成精油，才能有香气，如芥子油、蒜素等。蒜素是蒜氨酸的水解生成物，蒜氨酸含于大蒜鳞茎中，当大蒜切碎后，其气味显著变浓，就是因为所含的蒜氨酸和蒜氨酸酶互相接触引起水解而生成蒜