



计划生育三结合科普丛书
蔬菜采后处理与贮藏技术

国家计划生育委员会宣传教育司 组织编写
中国人口文化促进会
胡 鸿 姚 蔚 吴肇志 编



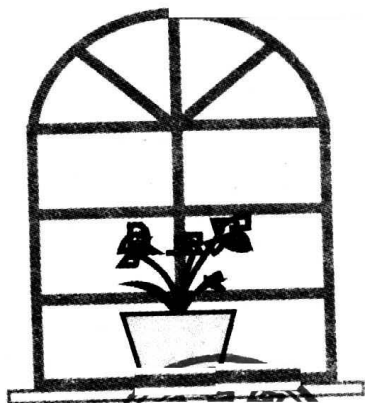
农业出版社
农产品加工



计划生育三结合科普丛书

蔬菜采后处理与 贮藏技术

国家计划生育委员会宣传教育司 组织编写
中国人口文化促进会
胡 鸿 姚 蔚 吴肇志 编



化学工业出版社

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

蔬菜采后处理与贮藏技术/胡鸿等编. —北京: 化学工业出版社, 1999. 4
(计划生育三结合科普丛书)
ISBN 7-5025-2448-7

I. 蔬… II. 胡… III. ①蔬菜-加工, 初级②蔬菜-贮藏 IV. S630.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 00262 号

计划生育三结合科普丛书
蔬菜采后处理与贮藏技术
国家计划生育委员会宣传教育司 组织编写
中国人口文化促进会
胡 鸿 姚 蔚 吴肇志 编
责任编辑: 汪舵海
责任校对: 陈 静
封面设计: 季玉芳

*

化学工业出版社出版发行
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)
新华书店北京发行所经销
北京市彩桥印刷厂印刷
北京市彩桥印刷厂装订

*

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 4½ 字数 92 千字
1999 年 4 月第 1 版 1999 年 4 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-2448-7/S·66
定 价: 5.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

序

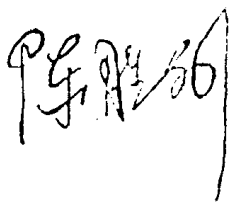
我国 12 亿人口中有 9 亿在农村，农业、农村和农民问题历来是国家举足轻重的重大问题。十五届三中全会通过的《中共中央关于农业和农村工作若干重大问题的决定》，强调坚持实行计划生育基本国策的基本方针，提出控制人口数量，提高人口质量，把计划生育工作与发展农村经济、帮助农民脱贫致富、建设文明幸福家庭结合起来。这是社会主义初级阶段我国计划生育工作的战略任务和奋斗目标。

为贯彻十五届三中全会和中央计划生育工作座谈会精神，做好计划生育“三结合”工作，促进农业科技革命，提高农民素质及其生活质量，为群众提供多方面的科普知识与信息服务，国家计划生育委员会宣传教育司、中国人口文化促进会和化学工业出版社精心组织了一套面向全国基层图书角、便于进村入户的《计划生育三结合科普丛书》（以下简称《丛书》），并把这套《丛书》的编写、出版、发行和销售服务定名为“金友工程”，作为国家计生委向建国 50 周年献礼的精品工程之一。

本《丛书》体裁多样，内容丰富，有 70 个分册，包括生殖保健、农业种植、农业养殖、农副产品加工、农业机械、致富门路、家庭经济、疾病防治、文明家庭 9 个系列。《丛书》所定选题是在深入广大农村及基层计划生育服务站、室调查研究的基础上，由基层干部和群众认定、筛选后确定的，力求最大限度地解决群众在生产、生活中遇到的实际问题。每本书均由国内知名专家、教授和具有丰富实践经验的

科技人员、医务工作者参与编撰和审定。《丛书》本头小，针对性强，通俗易懂，简单实用，图文并茂，非常适合小学以上文化程度的读者阅读。每本书后附有“读者联络卡”。为方便读者订购，书后还附有《丛书》书目及定价。配合《丛书》的发行，还将请有关专家解答读者提出的问题并送技术下乡，使《丛书》真正成为读者的良师益友。

衷心祝愿各位朋友，读金友书，走致富路。

A handwritten signature in black ink, appearing to read '陈杰' (Chen Jie), followed by a long vertical stroke.

1998年11月4日

引子

阿贵在村里第一个搞起了大棚种植，开始村里的老人都想不通，为什么花那么多钱给菜盖房子？但事实是一张铁嘴，把他们说服了，因为阿贵没两年就发了，家里盖起了楼房！村里的年轻人终于坐不住了，一时间，几乎家家户户都搞起了大棚蔬菜种植。

菜的产量高了，品种多



了，品质也好了，可是这喜悦才下眼角，愁就上了眉梢：由于当地市场容量有限，采摘的新鲜蔬菜一时卖不掉，短的一两天，长的一两周就不新鲜了，有的还会枯萎腐烂，价格上不去，经济损失很大。

大伙儿一聊起这些就唉声叹气，谁也没有什么好的办法。还是阿贵有心眼，





自己跑到县城买了本《蔬菜采后处理与贮藏技术》学了起来。

几个月来,阿贵的蔬菜什么时候拿出来都新鲜,损失很小。大伙儿都称奇,就三三两两地向他请教起来。阿贵是个热心肠儿,知道大家都想学贮藏保鲜技

术,就爽快地答到:“我就开个‘蔬菜采后处理与贮藏技术’培训班吧,免费的!”





一、蔬菜贮藏的基本原理	1
(一) 蔬菜的主要化学成分及在贮运中的变化	1
(二) 蔬菜贮藏期间的生理变化	6
二、蔬菜采后处理和流通	16
(一) 采收	16
(二) 挑选与整修	19
(三) 清洗与消毒	19
(四) 分级	21
(五) 包装	23
(六) 预冷	27
(七) 运输	31
三、主要蔬菜的贮藏保鲜方法	35
(一) 甜椒	35
(二) 番茄	44
(三) 黄瓜	52
(四) 菜豆	57
(五) 荷兰豆	63
(六) 大白菜	66
(七) 菠菜	76
(八) 芹菜	82
(九) 结球生菜	86
(十) 韭菜	90
(十一) 香椿	94
(十二) 花椰菜	97
(十三) 绿菜花	103

(十四) 蒜薹	108
(十五) 马铃薯	117
(十六) 胡萝卜	123
附录 蔬菜包装材料及设备介绍	128

一、蔬菜贮藏的基本原理

(一) 蔬菜的主要化学成分及在贮运中的变化

新鲜蔬菜含有大量水分和多种化学成分。蔬菜所含的化学成分中，除水分以外的物质统称为干物质或固形物。各种化学成分的含量和组成比例决定了蔬菜的颜色、香味、口味、质地和营养品质。在蔬菜的生长、成熟和贮藏过程中，这些化学成分会发生一系列的变化，从而引起蔬菜质量的改变。所以，只有了解蔬菜的主要化学成分以及它们的特性和变化规律，并在蔬菜的贮藏、运输中创造条件，控制这些化学成分的变化，才能保持蔬菜的品质。

1. 水

蔬菜的组成中，大部分是水。蔬菜含水量的多少，因蔬菜种类不同而异，一般在 80% ~ 90% 之间。西瓜、草莓含水量达 90% 以上；黄瓜、番茄较高，达 95% 以上；大蒜含水量较低，约为 70%。

蔬菜中水分的存在是生命活动过程的必要条件，但另一方面，水也为微生物的活动提供了条件，即含水量高是蔬菜耐贮藏性差、易腐烂变质的原因之一。收获以后的新鲜蔬菜不再获得水分的供应，在贮藏、运输过程中水分容易蒸发而引起蔬菜重量减轻，蔬菜在外观上表现出皱缩、萎蔫、变软等现象，从而逐渐丧失食用品质。蔬菜失水萎蔫的程度与蔬菜种类有关，也与贮藏条件有密切的关系。

2. 糖

糖是构成蔬菜味道的重要成分，也是维持蔬菜采后生命的能量原料。蔬菜中所含的糖主要有葡萄糖、果糖和蔗糖。不同种类蔬菜，含糖种类也不相同。番茄、甘蓝主要含葡萄糖，西瓜为果糖，甜瓜、胡萝卜为蔗糖。各种蔬菜的含糖量一般从10%~20%不等，例如，西瓜含糖6%~10%，番茄含糖2%~5%，甘蓝为2.5%~3%，洋葱为7%~10%。糖类在蔬菜体内通过呼吸作用被分解，放出热能。因此在蔬菜贮藏过程中，糖分容易损失。通常蔬菜贮藏的时间愈长，口味愈淡。

3. 有机酸

蔬菜中所含的有机酸主要有苹果酸、柠檬酸、酒石酸和草酸。蔬菜一般含酸较少，除了番茄等少数蔬菜有酸味、菠菜因含有草酸有涩味外，其他皆因有机酸含量很少，食用时感觉不出酸味。有机酸的含量不仅直接影响到蔬菜的风味品质，而且影响到对环境的适应能力。有机酸也是重要的能量代谢物质。蔬菜经贮藏后，由于呼吸消耗，含酸量逐渐减少。含酸量下降的速度与蔬菜种类和贮藏温度等有密切关系。

4. 淀粉

豆类、块茎、块根等蔬菜中富含淀粉，如马铃薯含淀粉可达14%~25%。蔬菜所含淀粉在酶的作用下可转变为糖，温度对淀粉的转化影响较大。如青豌豆在高温下糖分很快合成为淀粉，使鲜嫩、略带甜味的青豌豆老化，品质下降。而把马铃薯贮藏在0℃下，淀粉反而被转变为糖，使马铃薯变甜。作为油炸土豆片的马铃薯应避免这种转化，否则炸出的薯片颜色较差。

5. 纤维素和半纤维素

纤维素和半纤维素是蔬菜细胞壁的主要构成部分，是构成蔬菜的骨架物质。纤维素还与木质素和果胶等结合为复合纤维素，它和表皮的角质层都对蔬菜起着保护作用。所有这些物质都不溶于水，只有在特定酶的作用下才被分解。许多霉菌含有分解纤维素的酶，受霉菌感染而腐烂的蔬菜，往往变为软烂状态，就是因为纤维素和半纤维素被分解的缘故。

纤维素是反映蔬菜质地的物质之一。大部分蔬菜，特别是食豆荚的蔬菜和一些叶菜类蔬菜衰老后纤维素含量增加，组织变粗糙，品质下降，吃起来感觉筋多、嚼不烂。纤维素不能被人体所利用，但能刺激人体肠的蠕动，有帮助消化的功能。

6. 果胶物质

果胶物质是构成细胞壁的主要成分，也是反应蔬菜质地的重要物质。果胶物质通常以原果胶、果胶和果胶酸三种不同的形态存在于蔬菜组织中。原果胶不溶于水，它与纤维素等将细胞紧紧地结合在一起，蔬菜便显得硬实。在贮运过程中，随着蔬菜的后熟，原果胶在原果胶酶的作用下，分解为纤维素和果胶，果胶溶于水，它与纤维素分离。因此，细胞之间的结合松散，蔬菜便显得柔软。果胶还会被转化为果胶酸，果胶酸没有胶粘能力，使蔬菜质地由硬变软。

7. 糖苷

糖苷物质在蔬菜中也普遍存在，并关系到蔬菜的色、香、味等。糖苷也有很多种，其中茄碱苷是一种有毒的生物碱，它存在于马铃薯中，多集中于薯皮和萌发的芽眼附近，受光发绿部分特别多。所以在食用贮藏过的马铃薯时，必须削皮并挖去芽眼部分，以避免中毒。番茄、茄子中也含有少量茄碱苷，但成熟果含量很低。芥菜、萝卜中表现的苦辣

味，是黑芥子苷水解后产生的。

8. 芳香物质

蔬菜中还普遍含有挥发性的芳香油，其中包括醇、醛、酯、酚、烷、烯等，使蔬菜具有特殊的香气和风味，如芹菜、洋葱、大蒜、生姜等等。蔬菜在贮藏中散发出来的芳香气味积累过多，将加速蔬菜的成熟与衰老，对蔬菜贮藏品质会产生一定的影响。

9. 色素

蔬菜呈现红、橙、黄、绿、紫、白等各种颜色，是由于蔬菜中含有各种不同的色素物质。主要色素有叶绿素、类胡萝卜素、花青素和花黄素等。

(1) 叶绿素

一些生长着的蔬菜呈现绿色，是由于表面细胞内含有大量的叶绿素。叶绿素不溶于水，存在于叶绿体中。随着蔬菜的成熟，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，于是绿色逐渐消退而显出其他颜色。在许多蔬菜的成熟和衰老过程中，这种由绿转黄的变化很明显，因而常被用来作为成熟度和贮藏质量变化的标准。

(2) 类胡萝卜素

类胡萝卜素是胡萝卜素、叶黄素、番茄红素和椒红素等的总称。它们的颜色从黄到红，例如胡萝卜、番茄、红辣椒等所表现的橙黄色、红色等。这类色素比较稳定，还常与叶绿素等同时存在，当叶绿素分解消失时，这些色素便显出它们的颜色来。

(3) 花青素与花黄素

花青素溶于水，表现为红、紫等色，如紫皮洋葱、茄子等。花青素是一种感光色素，它的形成必须要有日光。花黄素也存在于某些蔬菜的表皮，其性质与花青素相类似。

10. 维生素

维生素是维持人体正常机能所必需的一类营养素，如果维生素缺乏，人体正常的新陈代谢就不能进行，会出现很多疾病。蔬菜是食品中维生素的重要源泉。蔬菜中含有多种多样的维生素，如维生素 A、维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 C、维生素 D 和维生素 E 等。其中尤以胡萝卜素（维生素 A 原）和维生素 C 最为重要。

(1) 维生素 C

维生素 C 即抗坏血酸。人体缺乏维生素 C 便会患坏血病。动物性食品中维生素 C 含量极低，人体所需的维生素 C 主要从水果、蔬菜中摄取。蔬菜中维生素 C 含量因种类、品种不同而异，青花菜、花椰菜、芥菜（表 1）等含有大量的维生素 C。

表 1 蔬菜中主要营养成分（每百克可食部分的毫克数）

品 种	水分 (克)	蛋白质 (克)	碳水 化合物 (克)	维生素 C (毫克)	胡萝卜素 (毫克)	钙 (毫克)	磷 (毫克)	铁 (毫克)
萝卜	92.1	1.0	5.7	34	0.01	44	40	0.5
胡萝卜	89.6	0.6	7.6	13	3.62	32	30	0.6
马铃薯	79.9	2.3	16.6	16	0.01	11	64	1.2
生姜	89.5	0.7	8.0	56	0.06	23	33	29
韭菜	92.0	2.1	3.2	39	3.21	48	46	1.7
大白菜	95.4	1.1	2.4	19	0.04	41	35	0.6
芥菜	91.0	2.8	2.9	83	1.46	235	64	3.4
甘蓝	94.4	1.1	3.4	38	0.02	32	24	0.3
花椰菜	92.6	2.4	3.0	88	0.08	18	53	0.7
青花菜	89.0	3.6	5.9	113	2500	103	78	1.1
菠菜	91.8	2.4	3.1	39	3.87	72	53	1.8
空心菜	90.1	2.3	4.5	28	2.14	100	37	1.4
黄瓜	96.9	0.6	1.6	6	0.13	19	29	0.3
番茄	95.9	0.8	2.2	8	0.37	8	24	0.8
毛豆	69.8	13.6	7.1	25	0.28	100	219	6.4

维生素 C 易溶于水，易被氧化而失去作用。蔬菜本身含有促使维生素 C 氧化的抗坏血酸酶，因而在贮藏过程中维生素 C 会逐渐被氧化而减少。它损失的快慢与贮运条件有关。一般采用低温、低氧等贮运措施可以减少维生素 C 的损失。

(2) 胡萝卜素 (维生素 A 原)

蔬菜中的维生素 A 原被人体吸收后，可以在肝脏内转变为维生素 A。由于它最初是从胡萝卜中提取得到的，因此被称为胡萝卜素。人体缺乏维生素 A 时，往往会引起夜盲症及其他眼病，同时体力衰退。胡萝卜素在青花菜、胡萝卜、空心菜、菠菜、韭菜（表 1）中含量较多。胡萝卜素耐高温，贮藏温度对蔬菜中胡萝卜素影响不大，但蔬菜失水干燥后会使之受到破坏。

此外，蔬菜中还普遍含有矿物质、蛋白质、氨基酸、酰胺等。这些物质对人体营养都有重要的意义，如蔬菜中的矿物质，除是人体结构的主要成分外，还能保持人体血液和体液一定的 pH 值。所以必须经常食用蔬菜，才能维持正常的生理机能，保证身体健康。

(二) 蔬菜贮藏期间的生理变化

蔬菜的食用部分是植物的某些或某个器官。收获后的新鲜蔬菜，脱离了母体或土壤，不能再获得水分和营养物质的供应，但仍然是一个有生命的有机体，还在继续进行着旺盛的生命活动，它不断地消耗着在生长过程中所积累的各种物质，并蒸发水分。随着贮藏期的延长，这些物质的消耗逐渐增加，蔬菜的外观、色泽、风味、质地和营养价值都在不断地改变，蔬菜的生理性状也随之发生变化。如黄瓜会发生黄

衰、糠心，种子发育形成“大头”、“大肚”；菜豆豆粒膨大，豆荚褪绿变黄、纤维化；蒜薹薹苞膨大；洋葱、马铃薯萌芽；萝卜、胡萝卜糠心、萌芽等等。说明蔬菜经历着一个从成熟到衰老的变化过程。这些变化的快慢与蔬菜品种的性状、采后运输和贮藏环境条件有极大关系。所以，要保持或提高蔬菜采后的商品质量，就必须使蔬菜的消耗过程得到延缓。首先要选择适宜贮运的蔬菜品种，创造符合于蔬菜正常生活需要的条件，把蔬菜后熟、衰老、变质、败坏抑制到最低限度，才能获得良好的效果。

1. 呼吸作用

呼吸作用是蔬菜采收以后具有生命活动的重要标志，是蔬菜细胞组织中复杂的有机物质在酶的作用下缓慢地分解为简单的有机物质，同时释放出能量的过程。这种能量一部分用来维持蔬菜正常的生理活动，一部分以热的形式散发出来，所以，呼吸作用是一种营养消耗的过程。过于旺盛的呼吸会造成蔬菜产品大量的营养消耗，导致品质下降、重量减轻、失水和衰老。

从减少呼吸消耗的角度来考虑，蔬菜贮藏时应尽可能地降低其呼吸强度。但呼吸作用又不能过分抑制，因为一切生命活动所需要的能量都要依靠呼吸来提供，另外蔬菜采收后仍存在各种物质的转化和合成过程，这些过程的原材料也是靠呼吸产生的一系列中间产物来提供的。只有呼吸正常，蔬菜的生命活动才有可能正常。一旦呼吸受阻或失调，不仅各种生理过程不能正常进行，还会出现生理病害，降低蔬菜原有的抗病性。当健全的蔬菜受到机械伤害或病菌侵害时，蔬菜往往是靠增加呼吸来获得抵抗力的。因此呼吸对产品的贮藏寿命有着重要的积极意义，在蔬菜贮运中，一方面要尽量

减少呼吸消耗，另一方面也要尽可能地保持呼吸的正常水平。

(1) 有氧呼吸和无氧呼吸

植物的呼吸作用有两种形式，即有氧呼吸和无氧呼吸。有氧呼吸是在有氧气供给的情况下，进行正常的呼吸作用。蔬菜中的有机物质如糖、有机酸等被氧化成二氧化碳和水，同时放出能量。无氧呼吸是在缺氧的条件下进行的呼吸，蔬菜中的有机物质不被彻底氧化，从而产生酒精、乙醛和乳酸等，同时释放出少量的能量。无氧呼吸也被称为发酵。无氧呼吸对蔬菜贮藏是不利的，因为无氧呼吸时提供的能量少，蔬菜要获得维持生理活动所需足够的能量，就必须分解更多的呼吸基质，也就是消耗更多的贮藏养分。同时，无氧呼吸产生的酒精、乙醛等对蔬菜的细胞组织起毒害作用，从而产生生理机能的障碍，使蔬菜品质败坏，有时闻起来或吃起来有酒味或发生病害。因此，贮藏蔬菜要尽量避免引起无氧呼吸，并维持蔬菜正常的呼吸作用。

(2) 呼吸强度

呼吸作用的强弱或速度的快慢，通常用呼吸强度来衡量。一般是以1千克蔬菜1小时内消耗的氧或释放出的二氧化碳的量（毫克或毫升）来表示。消耗的氧或释放出的二氧化碳量愈多，表示呼吸强度愈大或呼吸作用较强。反之，则缓慢。影响蔬菜呼吸强度的因素如下。

①蔬菜的种类和品种 不同种类蔬菜呼吸强度差异很大，一般蔬菜幼嫩器官、生长点及叶菜类呼吸强度较高，果菜类次之，块根、块茎、鳞茎等相对较小（表2）。同一种类的不同品种之间呼吸强度也有一定差异。一般来说，夏季收获的蔬菜比秋冬收获的呼吸强度要大；南方生长的蔬菜比