

蔬菜栽培技术丛书

蔬菜贮藏



630.9
42

山东科学技术出版社

蔬菜栽培技术丛书

蔬 菜 贮 藏

张世德 编著

山东科学技术出版社

一九八九年·济南

蔬菜栽培技术丛书
蔬 菜 贮 藏

张世第 编著

山东科学技术出版社出版

(济南市玉函路)

山东省新华书店发行

山东新华印刷厂临沂厂印刷

787×1092毫米32开本 4印张 75千字

1989年4月第1版 1989年4月第1次印刷

印数 1—5800

ISBN 7-5331-0458-7/S·79

定价 1.40 元

出版者的话

山东省蔬菜栽培历史悠久，品种资源丰富。特别是近几年，蔬菜生产得到了更大的发展，蔬菜专业户、重点户似雨后春笋，遍及齐鲁大地。

为了大力发展蔬菜商品生产，满足广大农民群众和蔬菜专业户、重点户掌握科学种菜知识，提高种菜水平，使蔬菜生产进一步向深度和广度发展，我们组织编写了这套《蔬菜栽培技术丛书》。初步确定出版12种，其名称和主要内容是：《茄果类蔬菜栽培》，包括番茄、茄子、辣椒栽培；《瓜类蔬菜栽培》，包括黄瓜、西葫芦、冬瓜、南瓜、荀瓜、瓠瓜、蛇瓜栽培；《豆类蔬菜栽培》，包括菜豆、豇豆、毛豆、豌豆、扁豆、蚕豆栽培；《白菜类蔬菜栽培》，包括大白菜、小白菜、结球甘蓝、花椰菜、苤蓝、雪里蕻栽培；《绿叶蔬菜栽培》，包括芹菜、菠菜、莴笋及速生绿叶菜栽培；《葱蒜类蔬菜栽培》，包括大葱、韭菜、大蒜、圆葱栽培；以及《蔬菜育苗技术》、《蔬菜茬口安排与间作套种》、《大棚蔬菜栽培技术》、《蔬菜选种留种与杂种优势利用》、《蔬菜病虫害防治》、《蔬菜贮藏》。这套丛书，将在近期内陆续与广大读者见面。

本丛书的编写系本着普及与提高相结合的原则，在总结

群众经验的基础上，参考有关文献和近期的蔬菜科技资料，比较系统地介绍了蔬菜生产中主要的应用技术及有关知识，有较高的科学性和实用性。可供农民群众及基层农业科技工作者阅读参考。

前 言

蔬菜贮藏，是蔬菜产品从采收到被消费的期间内，存放和管理产品所运用的条件和方法。广义上的蔬菜贮藏，包括产品运输过程、生产者和市场经营者存贮过程、商店货架放置时间和购买后到食用前的全部时间。不难想象，商品蔬菜产销间的这些过程或长或短，但是必不可少的。而且对新鲜蔬菜来说，哪怕这个过程很短，也极易降低或丧失其应有的价值。由于缺少良好的贮运设施和管理技术，使辛勤劳动得到的蔬菜损失在消费之前的数量是惊人的。而运用先进设备和技术，把“旺季”生产的蔬菜大量贮藏起来，待到出产蔬菜少的淡季供应市场，这样不仅能减少运销过程的大量损失，而且是实现蔬菜周年供应，提高社会效益的重要途径。随着商品蔬菜大规模区域化生产的发展，保鲜贮藏的意义更为重大。

蔬菜种类很多，贮藏蔬菜的方法也多种多样。按贮藏产品的基本特点，可分为保鲜贮藏和加工贮藏两种。新鲜蔬菜是蔬菜消费的主要形式。保鲜贮藏能基本保持产品固有的形态、风味和营养价值，因此一向受到生产者和经营者的重视。蔬菜加工贮藏也很重要，其技术关键主要不在于贮藏方法，而是加工工艺，因此通常将其列为食品加工学的研究范畴。本书所要讲述的是蔬菜保鲜贮藏的原理和实用技术。

我国蔬菜生产历史悠久，劳动人民在长期的生产实践

中，创造了许多贮藏保鲜蔬菜的经验。经过不断改进提高，若干贮藏保鲜方法效果良好，沿用至今。但是传统贮藏技术的应用效果，受自然条件的制约，有很大的局限性。随着科学技术的发展，机械制冷、工业造气、环境因素自动测控等技术设备用于蔬菜保鲜贮藏，使蔬菜贮藏技术发生了新的飞跃。但蔬菜贮藏新技术的应用，在我国仅是开始。为了普及蔬菜保鲜贮藏的科学知识和实用技术，改变蔬菜贮藏跟不上蔬菜商品生产发展的状况，我们总结群众经验，参考新近的研究成果编写了这本书。由于水平和资料所限，不当之处敬请读者指正。

作 者

1988年8月

目 录

一、蔬菜产品的一般特性.....	(1)
(一) 蔬菜产品的分类.....	(1)
(二) 蔬菜产品的构造与成分.....	(5)
(三) 影响产品组织结构和成分的因素.....	(11)
二、蔬菜产品采后生理.....	(15)
(一) 呼吸生理.....	(15)
(二) 水分蒸腾生理.....	(18)
(三) 生长与休眠生理.....	(20)
(四) 衰老生理.....	(23)
三、蔬菜贮藏保鲜的一般方法与原理.....	(25)
(一) 控温贮藏.....	(25)
(二) 冷冻贮藏.....	(30)
(三) 机械制冷的原理和设备.....	(35)
(四) 调气贮藏.....	(40)
(五) 其他保鲜贮藏处理方法.....	(47)
四、果菜类贮藏保鲜.....	(54)
(一) 番茄贮藏.....	(54)
(二) 青椒、茄子贮藏.....	(60)
(三) 黄瓜贮藏.....	(63)
(四) 甜瓜、冬瓜、南瓜贮藏.....	(65)
(五) 芸豆、豆角贮藏.....	(66)

五、根、叶、花菜类贮藏保鲜	(69)
(一) 萝卜、胡萝卜贮藏.....	(69)
(二) 大白菜、甘蓝贮藏.....	(72)
(三) 花椰菜贮藏.....	(77)
(四) 芹菜贮藏.....	(80)
(五) 菠菜、茼蒿、莴笋和油菜贮藏.....	(83)
六、薯芋、葱蒜类贮藏保鲜	(87)
(一) 马铃薯贮藏.....	(87)
(二) 生姜贮藏.....	(90)
(三) 山药贮藏.....	(92)
(四) 大葱贮藏.....	(93)
(五) 圆葱贮藏.....	(95)
(六) 大蒜贮藏.....	(97)
(七) 蒜薹贮藏.....	(99)
(八) 韭菜、小葱、青蒜保鲜贮存.....	(101)
七、蔬菜贮藏病害防治	(103)
(一) 微生物病害.....	(103)
(二) 生理病害.....	(109)

一、蔬菜产品的一般特性

(一) 蔬菜产品的分类

蔬菜产品种类繁多，为了便于掌握其与贮藏保鲜技术有关的基础知识，常根据各种产品的特征特性进行分类。

1. 按产品器官的种类进行分类

(1) 根菜类：各种以发达的直根为产品的蔬菜属于此类。常见的根菜有萝卜、胡萝卜、芜菁、牛蒡等。多数的根菜，干物质含量中等或较高，周皮层较发达，保水性较好。在各种蔬菜中，根菜类蔬菜的耐贮性属较好。但不同种类和品种肉质根薄壁细胞结构、大小、排列方式和内含物不同，对其耐贮藏性都有直接影响。

(2) 茎菜类：以茎为产品的蔬菜种类很多，根据产品器官的变态特征，可分以下几种：

①块茎产品：常见的块茎蔬菜，有马铃薯（俗称土豆、地蛋）、山药、菊芋（俗称洋姜）等。块茎蔬菜周皮层发达，干物质（主要是淀粉或多糖）含量高，而且有生理休眠特性。因此，它们是最耐贮藏的蔬菜种类之一。

②球茎产品：常见的球茎蔬菜，有芋（俗称芋头、芋艿）、荸荠、慈菇等。球茎与块茎的主要区别是，球茎表面覆盖鳞片（退化的叶柄残片），除顶芽外，无明显侧芽。球茎产品周皮层也很发达，干物质含量较多，有较强的耐贮藏

性。

③根茎产品：莲藕、生姜的产品器官，状似根，实为茎，因此称“根茎”。莲藕周皮组织不发达，离开含水饱和的土壤裸露在空气中，容易失水、变色。生姜的块茎收获前，周皮组织也不发达，但收获后能在保湿保温条件下形成发达的周皮组织。形成发达周皮组织后的姜块，具有较强的保水性能。

④嫩茎产品：以肥嫩的营养茎或花茎为产品的蔬菜种类很多，如球茎甘蓝、茎用芥菜（俗称窄菜）、石刁柏（俗称芦笋）、竹笋、茭白、菜薹、绿茎花椰菜、蒜薹等。嫩茎类蔬菜含水量中等或较多，皮层保护组织多数不发达，生理活动旺盛。因此，在常温常湿条件下，耐贮性多较差。

⑤鳞茎产品：大蒜、圆葱、百合的产品称鳞茎。实际上其产品器官是由变态的叶鞘和鳞芽所组成。鳞茎产品均有较强的保水性和生理休眠特性，因而表现较强的耐贮藏特性。

（3）叶菜类：以叶为产品的蔬菜种类也很多，可分为普通叶菜、结球叶菜、辛香叶菜等数种。

①普通叶菜：这类蔬菜以绿叶为产品，包括白菜（俗称小白菜、油菜）、叶用芥菜（俗称雪里蕻）、菠菜、芹菜、散叶莴苣、苋菜、茼蒿、叶蓼菜（俗称君达菜）等。这些蔬菜的食用部分既是同化器官，也是产品器官。叶片肥大、柔嫩，生理活动旺盛。在常温、常湿下，不能长时间存放。

②结球叶菜：产品为若干宽阔的叶片重叠抱合成叶球，如大白菜、甘蓝、结球莴苣、结球芥菜等。结球叶菜的球叶和普通叶菜的叶片一样，柔嫩多汁，保护组织不发达。但外

层球叶，对内层球叶有很好的保护作用。所以其耐贮性好于散叶品种。

③辛香叶菜：包括蕪荬、韭菜、芫荽、茴香等。这类蔬菜叶的形态构造和风味与普通叶菜不同。除大蕪假茎产品较耐贮藏外，其他以叶或嫩茎为产品的辛香类蔬菜和普通叶菜一样不耐贮藏。

(4)花菜类：以密集生长的花蕾、花枝为产品的花椰菜和只以单个花蕾为产品的黄花菜，属于花菜类。花椰菜能够短期贮藏。黄花菜则适合加工贮藏而难以保鲜贮藏。

(5)果菜类：果菜种类很多，主要来自葫芦科、茄科和豆科蔬菜。

①瓠果产品：葫芦科各种蔬菜的果实称瓠果，俗称瓜果。以嫩果为产品的黄瓜、丝瓜、南瓜、西葫芦等，保护组织不发达，含水量高，耐贮藏性差。而以老熟瓜果为产品的南瓜、冬瓜、西瓜、厚皮甜瓜等，则有较好耐贮藏性。薄皮甜瓜果成熟后仍不具备发达的保护组织，因此始终不耐贮藏。

②茄果产品：茄科蔬菜的果实有番茄、茄子、辣(甜)椒等。番茄的青果和红熟果实，表皮保水性均较强，贮藏期间失水少。辣椒和茄子嫩果期皮层保水性比番茄差，容易失水萎蔫。这三种果实的组织结构也明显不同，茄子失水对产品质量影响最大。

③豆类荚果产品：以嫩荚(豆类作物的果实俗称豆荚)为产品的豆科蔬菜，有菜豆(俗称芸豆)、豆角、扁豆、毛豆、蚕豆、豌豆等。毛豆、蚕豆、豌豆虽以嫩荚为产品，但只食用嫩种粒，不食用荚皮。豆类嫩荚，表皮保护组织不发

达，易失水，果肉易老化，难以长时间保鲜贮藏。

2.按干物质含量高低分类

不论何种蔬菜，干物质含量的高低都是影响贮藏性的重要因素之一。可大致分为以下三种：

(1) 干物质含量高的蔬菜产品：可把干物质含量超过15%蔬菜列入本类，有马铃薯、芋头、山药、生姜、大蒜、荸荠、慈菇、蚕豆、豌豆、莲藕等。本类蔬菜除莲藕、豌豆、蚕豆外，均易保鲜贮藏。

(2) 干物质含量中等的蔬菜产品：可把干物质含量高于8%、低于15%的蔬菜列入本类，如老熟南瓜、嫩豆角、嫩扁豆、胡萝卜、根用芥菜、秋萝卜、大葱假茎、圆葱鳞茎、菜豆、厚皮甜瓜、辣椒、竹笋、香椿、大棵茭苳、芥菜、苋菜等。以上蔬菜多数较耐保鲜贮藏。但苋菜、芥菜、香椿、豆角等，因易失水萎蔫不便保鲜贮藏。

(3) 干物质含量低的蔬菜产品：含水量高于92%的蔬菜属于此类。其代表性蔬菜如白菜、甘蓝、菠菜、芹菜、莴苣、韭菜、小葱、花椰菜、四模萝卜、嫩茄子、冬瓜、西瓜、薄皮甜瓜等。本类蔬菜多数不易保鲜贮藏。老熟冬瓜、西瓜和甘蓝等虽含水量高，但有较发达的保护组织，因而在常温常湿下表现出较好的耐贮性。

3.根据产品对温度的适应性进行分类

各种蔬菜产品采后贮藏期间对温度的适应性，是其重要的生物学特性之一，也是确定贮藏条件的重要依据。大致有以下几种适温类型：

(1) 不耐低温的产品：如黄瓜、西葫芦、丝瓜、青香茄、甜椒、嫩茄子、甜瓜、生姜、甘薯（俗称地瓜）、菜豆、

豆角等。这些蔬菜的新鲜产品，长时间处于接近 0°C 的温度，就会发生冻害，组织结构和内含物变性，以至失去食用价值。这些蔬菜发生冷害或冻害的临界温度分别为 13°C 到 3°C （详见控温贮藏部分）。

（2）耐低温的产品：生长期各种耐寒、半耐寒蔬菜的产品，如甘蓝、白菜、芹菜、茺荑、菠菜、萝卜、胡萝卜、花椰菜、菠菜、莴苣、葱、韭菜等，以及部分喜温蔬菜的果实和种子产品，如红熟番茄、青豌豆、老熟南瓜和冬瓜等。这些蔬菜产品长时间处于 0°C ，无冻害或冻害表现。有些可长时保存在零下 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 不受冻害。

（3）耐冻的产品：部分耐低温蔬菜，如菠菜、茺荑、圆葱、大蒜、大葱假茎、山药等，可长时间处于 -4°C 左右，产品组织不结冻不受害；有的虽组织结冻，但即使是处于 -10°C 以下，仍不发生冻害，解冻后产品风味和形态保持正常。

另外，还可根据有无生现休眠期，有无后熟期、水分蒸发强弱等特点，对众多的蔬菜产品进行分类。这些与贮藏有关的性状，将在以后分别讲述。

（二）蔬菜产品的构造与成分

1. 蔬菜产品的构造

蔬菜产品器官有根、茎叶、花、果实之分。各种产品器官形态万千，但其基本构造都包括薄壁细胞组织，输导组织（维管束和导管）、皮层组织等部分。这些组织的构造特点及其发育状况，都与贮藏特性和食用品质密切相关。

(1) 薄壁细胞组织: 是各种蔬菜产品的主要组成部分。细胞体积大, 细胞壁薄。在整个蔬菜植物中, 起着贮存水分和养分的贮存库作用。薄壁细胞的形状、大小、排列方式和胞间孔隙度的大小, 决定着产品质地的软硬松实。一般是细胞较小, 排列紧凑的产品较耐贮藏。当然还要与影响贮藏性的细胞内含物构成、生理特点等性状相配合共同决定耐贮性。

(2) 输导组织: 蔬菜产品的输导组织, 有输送养分的维管束和输送水分的导管两种。输导组织纤维化和木质化的程度, 决定着蔬菜产品的口感品质。有些蔬菜如豆类的荚果、芹菜的叶柄、石刁柏的嫩茎等。其输导组织在采后贮藏过程中不断加强纤维化程度, 温度越高纤维化进程越快, 最后会丧失食用价值。

(3) 皮层组织: 不同蔬菜种类和不同产品器官皮层的构造有所不同。多数绿叶菜和嫩茎蔬菜只有单层细胞构成的表皮, 气孔多, 保水性差, 易失水萎蔫。直根类蔬菜皮层组织较厚, 有一定的保水能力。马铃薯、芋、圆葱、老熟的南瓜、番茄、冬瓜、西瓜等, 皮层细胞或排列紧密, 或有较发达的木栓层, 或有蜡质层, 因此具有良好的保水性能。多数幼嫩果菜, 皮层尚未木栓化, 易失水萎蔫。老熟果类蔬菜皮层高度木栓化或石细胞化, 增强了保水性能, 但食用时需要“剥皮”。

2. 蔬菜产品的化学成分

各种蔬菜的化学成分, 简单地说有水分和固形物(即干物质)两大部分。固形物分为有机物和无机物两种。蔬菜产品的化学成分, 无论在营养价值上, 食用风味上, 还是对贮

碱性的影响上，都是很重要的。蔬菜产品的化学成分，十分复杂，其组成特点决定于种类、品种、栽培条件（包括土壤、肥水及各种气象因素），以及产品的成熟度、收获后的贮运条件等。

（1）水分：多数蔬菜的含水量在90%以上。白菜、番茄、黄瓜、冬瓜、西瓜、莴苣等蔬菜的新鲜产品，含水量高达95%左右。因此人们常说蔬菜就是“水菜”。蔬菜产品中的水分，依其存在形式分为自由水和结合水两种。自由水在产品组织中呈游离状态，没有与其它化合物紧密结合，移动自由，容易蒸发到产品组织之外。结合水是与产品细胞中的蛋白质、多糖、胶体物质等较牢固地结合在一起的水分。结合水在生长条件下，难从结合物中分离出来；在高温或冷冻条件下，可与结合物质分离。自由水散失影响产品鲜度，但不会使产品组织丧失生机。结合水与蛋白质相分离，则不仅影响产品鲜度，而且会丧失生机。

人体所需水分可通过多种途径得到满足。因此，蔬菜产品所含水分，从营养角度上看对人体并不重要。蔬菜产品的高含水量，又是其贮藏性差、易腐烂变质的重要原因之一。但为保持蔬菜产品鲜度和生机，则必须保持较高的含水量。如何保持适宜的含水量，是研究贮藏技术的重要内容之一。主要蔬菜产品的一般含水量见表1。

（2）碳水化合物：在蔬菜产品的干物质成分中，大部分是碳水化合物，包括单糖、多糖、淀粉、半纤维素、纤维素、果胶等。不同蔬菜所含糖分的种类和数量，有所不同。如西瓜含果糖多，甘蓝、番茄含葡萄糖多，甜瓜、胡萝卜所含糖分主要为蔗糖。葡萄糖和果糖是组成双糖、多糖、淀

表1

主要蔬菜的一般含水量

含水量高的蔬菜种类	鲜品含水(%)	含水量中等的蔬菜种类	鲜品含水(%)	含水量低的蔬菜种类	鲜品含水(%)
大白菜	95.6	南瓜	91.8	马铃薯	79.2
小白菜(油菜)	94.5	豆角	90.7	山药	82.6
芹菜	94.0	菜豆	92.2	生姜	86.0
莴苣(叶用)	96.4	大葱	91.6	莲藕	77.9
菠菜	93.8	萝卜	91.7	芋	78.8
番茄(鲜食)	95.2	根用芥	90.8	荸荠	74.5
茄子	93.2	胡萝卜	89.6	大蒜头	69.8
黄瓜	96.9	圆葱	88.3	豌豆荚	78.3
冬瓜	96.5	结球甘蓝	91.0	豇豆嫩荚	77.1
西瓜	94.1	辣椒	92.4	香椿芽	83.3

粉、纤维素的基本单位，是蔬菜产品进行呼吸作用的基本物质。多糖和淀粉先分解成单糖，然后在代谢中被利用。蔬菜产品在贮藏过程中，所含糖分不断被呼吸作用所消耗，一旦糖分耗尽，产品器官的生理活动便要停止，其食用价值也随之丧失。

块茎、球茎、块根、某些直根和老熟瓜果蔬菜，含有丰富的淀粉。在贮藏过程中，淀粉不断转化成单糖，满足呼吸代谢作用的需要。因此，含淀粉多的蔬菜产品，一般均具有较好的耐贮性。控制糖分消耗速度和所含淀粉的糖化速度，是延长贮藏时间，保持产品良好风味的关键之一。

半纤维素和纤维素，是构成细胞壁的主要成分。在各种组织中，皮层细胞、导管细胞和维管束细胞胞壁纤维化程度最高。纤维素在蔬菜产品组织中，起着骨架的作用。它虽不能被人体直接消化吸收，但能帮助肠胃消化吸收利用其它营