



近代蔬菜保鲜

MODERN VEGETABLE PRESERVATION

沈莲清 王向阳 编著

浙江大学出版社

近代蔬菜保鲜

沈莲清 王向阳 编著

浙江大学出版社

(浙)新登字 10 号

内容提要

本书系统地介绍了蔬菜采收后的生理学及生物化学基础知识,在此基础上提出了贮存保鲜蔬菜的各种方法和基本原理。针对不同的蔬菜有不同的贮鲜要求,具体列举了近代国内外多种蔬菜的贮存保鲜应用技术及质量检验,特别对一些从国外引进的珍贵或罕见的蔬菜,作了较为详尽的研究探讨。

本书可作为高等院校蔬菜保鲜专业学生的教材,也可供从事蔬菜生产和科学研究的技术人员学习参考。

近代蔬菜保鲜

沈莲清 王向阳 编著

责任编辑 涂 红

* * *

浙江大学出版社出版

浙江大学出版社电脑排版中心排版

杭州金融管理干部学院印刷厂印刷

浙江省新华书店经销

* * *

850×1168 32 开 9.25 印张 248 千字

1995 年 5 月第 1 版 1995 年 5 月第 1 次印刷

印数: 0001—1000

ISBN 7-308-01571-8/S·012 定价: 10.00 元

前 言

我国是世界上最古老的蔬菜起源中心之一，具有几千年栽培蔬菜的悠久历史，位居世界上蔬菜产量最大的国家之列。

目前我国栽培的蔬菜有 100 多种，普遍栽培的蔬菜就有五六十种，每一种又有许多变种，以及成千上万的栽培品种。加上在我国与别国交往的漫长历史过程中，又引进了很多世界各地的蔬菜种类如甘蓝、花椰菜、洋葱、蕃茄、四季豆等，大大充实了我国的蔬菜资源，使我国的蔬菜种类越来越丰富，在世界蔬菜资源宝库中占了极为重要的地位。

蔬菜含有人体极为需要的维生素、矿物质、碳水化合物和蛋白质，是维持人类生命和健康的重要食品。每种蔬菜都含有维生素 C，在番茄、辣椒和一些绿叶蔬菜中含量尤多；大蒜、菠菜、圆白菜含有较多的维生素 B；而胡萝卜及大多数绿叶蔬菜则含有丰富的维生素 A。芹菜、菠菜含有较多的铁；花椰菜和果菜含有大量的磷；叶菜类、胡萝卜等含较多的钙。多吃蔬菜，就能够补充粮食和肉类所缺少的某些维生素和矿物质。蔬菜是我国人民生活中的重要食品之一，也是农业生产的一个主要组成部分。

然而，由于大多数蔬菜十分娇嫩而不耐贮存，加上我国农业的现代化程度较低，农业生产力及抵抗自然灾害的能力较弱，蔬菜的生产与需求之间存在着相当突出的矛盾，不少地区都会出现蔬菜生产和供应的淡季，品种数量少，难以满足人民的需要。

因此，如何做好蔬菜的贮鲜工作，把旺季生产的多余的大量蔬菜贮存起来，既防止出现大量烂菜现象又能解决淡季的市场供应，这便是当前急需研究的重大课题，也是作者编写本书的宗旨。

在我国，贮藏保鲜蔬菜有着悠久的历史。早在汉代，我国劳动人民就创造了和现代气调法相似的保存鲜蔬菜的方法，例如，冰埋贮存

法贮存蒜薹、地窖法贮鲜大白菜等。各地的民间贮藏经验丰富多采，其中许多方法迄今仍在应用。由于历史和科学条件的限制，这些传统的蔬菜贮存方法局限性很大，很难满足现代现实生活的需要。为此，我们必须继承和发扬传统的蔬菜贮鲜经验，大力推广现代化的蔬菜贮鲜技术，争取在较短的时间和较大的范围内缓和蔬菜的生产与需求之间的矛盾，满足人民日益增长的生活水平的要求。

近代科学特别是植物生理学、生物化学的发展，为现代贮藏技术奠定了理论基础。现代贮藏技术固然十分重要，但更不可忽视的是现代贮藏保鲜的原理及有关的科学研究方法。本书的主要内容有：蔬菜的植物结构和成分；蔬菜采收的生理学及生物化学基础；蔬菜贮藏原理和保鲜技术；贮存保鲜的试验方法及商品运输要求。通过本书的介绍，读者可以掌握蔬菜贮藏保鲜的基本理论和研究方法，也可了解到现代农业中的一些先进技术和贮鲜手段。本书尤为适宜于从事蔬菜贮鲜工作的科研人员以及高等院校有关专业的教师和学生。希望能对我国蔬菜生产的发展及蔬菜科学的现代化起一定的促进作用。

本书由沈莲清主编，并撰写了第一、二、三、五章；王向阳撰写第四章。

在本书的写作过程中得到澳大利亚昆士兰大学、昆士兰州初级产业部以及浙江大学有关专家的大力支持，在此谨致深切的谢忱。由于作者水平有限，不妥之处在所难免，敬请读者提出宝贵意见。

作 者

1994 年 12 月

目 录

第一章 蔬菜的植物构造和成分	1
1.1 蔬菜的定义和分类	1
1.2 细胞的结构及其作用	5
1.3 蔬菜的化学成分和营养价值	7
第二章 蔬菜采收后的生理学及生物化学基础	14
2.1 蔬菜的生理发育及采收后的生理变化	14
2.2 蔬菜呼吸的生物化学	18
2.3 蔬菜成熟期的化学变化	29
2.4 乙烯与蔬菜生理发育的关系	30
2.5 蔬菜抵抗传染病的生物化学	35
2.6 保护蔬菜免遭传染病的生物化学基础	44
2.7 在调节气体的环境里贮藏蔬菜的生物化学基础	58
第三章 贮存蔬菜的方法及其原理	66
3.1 简易保鲜贮藏法	66
3.2 低温保鲜贮藏法	68
3.3 气调保鲜贮藏法	85
3.4 减压贮藏法	102
3.5 辐射保鲜法	108
3.6 化学保鲜贮藏法	110
第四章 各种蔬菜的贮藏保鲜技术及其应用	114
4.1 大白菜(Chinese cabbage)	114
4.2 结球甘蓝(Cabbage)	121
4.3 花椰菜(Cauliflower)	127
4.4 菠菜(Spinach)	133

4.5	芹菜(Celery)	136
4.6	萝卜(Radish)	141
4.7	胡萝卜(Carrot)	145
4.8	大蒜(Garlic)	150
4.9	洋葱(Onion)	153
4.10	芦笋(Asparagus)	161
4.11	马铃薯(Potato)	170
4.12	莴苣(Lettuce)	180
4.13	蕃茄(Tomato)	184
4.14	茄子(Eggplant)	200
4.15	辣椒(Pepper)	205
4.16	豌豆(Garden pea)	213
4.17	豇豆(Cowpea 或 Southern pea)	216
4.18	菜豆(Common bean)	220
4.19	黄瓜(Cucumber)	226
4.20	南瓜(Pumpkin)	235
4.21	冬瓜(Wax gourd)	239
4.22	甜玉米(Sweet corn)	242
4.23	蘑菇(Mushroom)	248
第五章	蔬菜的贮存试验技术及商品运输要求	255
5.1	蔬菜贮存过程中的试验技术及品质鉴定	255
5.2	蔬菜的商品运输要求及期望	273
附录 I	蔬菜的植物学名称汇编	281
附录 II	几种蔬菜的最佳气调贮藏条件	283

第一章 蔬菜的植物构造和成分

1.1 蔬菜的定义和分类

一棵完整的植物,包含有根、茎、叶、花、果实、种子。人们食用的蔬菜,大多是植物中的一部分器官,很少是整株植物。它们有的是植物的根,有的是茎,有的是叶,有的是花,有的是果,有的是种子,有的是幼芽,有的是花梗,有的是相应的变态器官。这些人类所食用的植物器官虽然不同,但它们都各自具有植物形态学和解剖学的特征以及作为蔬菜的独特性质。图 1-1 表示了几种蔬菜和植物组织的关系。

蔬菜的种类很多,要贮存好多种蔬菜,必须了解每一种蔬菜的特性。为了系统地了解蔬菜的性质以及进一步对蔬菜进行贮存生理的研究,这里我们介绍四种不同的分类方法。

1.1.1 按植物学分类

凡是品系相近的蔬菜,尽管由于原产地不同,其栽培条件也不同,但它们的形态和生物学特性大体相似,栽培技术也有相近之处。植物学分类是按自然系统分类,即按科、属、种和变种进行分类,采用全世界统一的双命名法。人类栽培的蔬菜,都是属于种子植物门、被子植物亚门的,许多主要的蔬菜植物多属于藜科、十字花科、豆科、伞形科、茄科、葫芦科、菊科和百合科等八个科。现以蕃茄为例说明蔬菜按植物分类学标准如何分类。

门	种子植物门
亚门	被子植物亚门
纲	双子叶植物纲
亚纲	合瓣花亚纲

目	茄目
科	茄科
属	番茄属
种	<i>Lycopersicum esculentum</i>

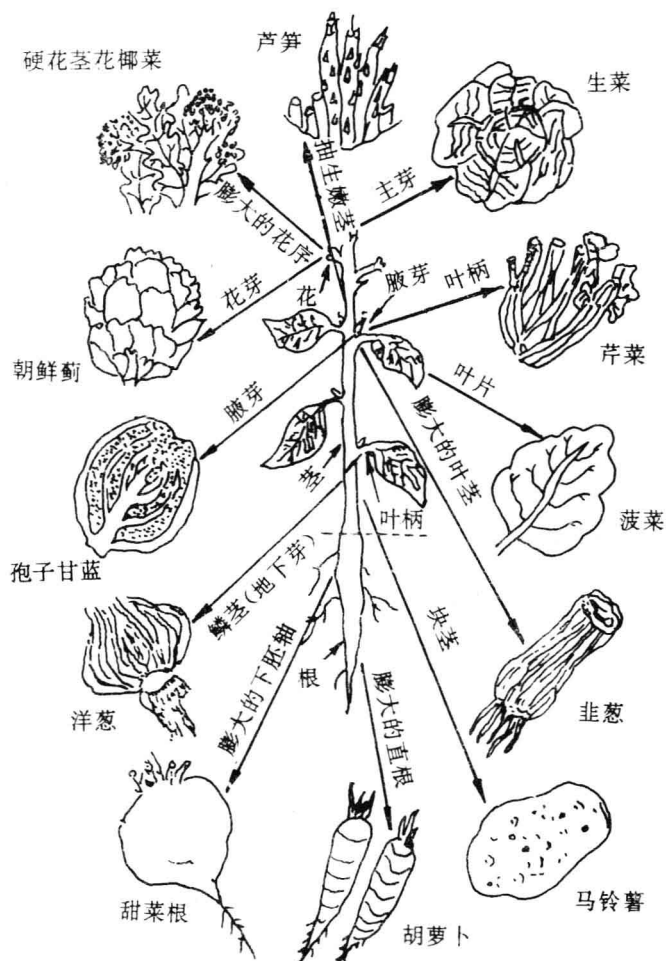


图 1-1 几种蔬菜与植物组织的关系

1.1.2 按食用器官分类

蔬菜供食用的器官类型相同,其生物学特点也大致相同。按食用器官的植物学名称,大致可分为以下几类。

(1) 根菜类

- i. 直根菜: 各种萝卜,胡萝卜,根用芥菜,甜菜头等。
- ii. 块根菜: 凉薯,白薯等。

(2) 茎菜类

- i. 肥茎菜: 茼蒿,茭白,榨菜,球茎甘蓝等。
- ii. 块茎菜: 马铃薯等。
- iii. 根茎菜: 芋头等。
- iv. 鲜茎菜: 洋葱,大蒜,百合等。

(3) 叶菜类

- i. 普通叶菜: 大白菜,油菜,菠菜,雪里蕻,小白菜等。
- ii. 结球菜: 圆白菜等。
- iii. 香辛菜: 葱,韭菜,芹菜,茴香,香菜等。

(4) 花菜类

花椰菜,紫菜苔,韭菜花,黄花菜等。

(5) 果菜类

- i. 瓜类: 南瓜,北瓜,冬瓜,黄瓜等。
- ii. 茄果类: 番茄,茄子,辣椒等。
- iii. 豆荚类: 扁豆,豇豆,豌豆等。

(6) 其它

木耳,香菇,香椿,地耳等。

1.1.3 按生活周期分类

(1) 一年生蔬菜

这一类菜,播种当年就开花、结果,有的一个生长周期要经历3~4个月,有的只需要1~2个月就完全成熟,多数为一年生蔬菜。瓜

果菜和豆荚类蔬菜的特征相似,供食用的部分与种子发育之间矛盾较大。种子一旦长大,作为食用的部分就明显地衰老、变质、发糠,只有有效地控制种子的发育才能控制住果肉或豆荚的变质。瓜果类多数有后熟期,贮存时只要控制好后熟就能延长贮存时间,保持蔬菜鲜嫩。

(2) 二年生蔬菜

这类蔬菜的生活周期需要跨越冬春两个季节,入冬前供人们食用的部分已完全成熟,此后经过3~4个月(跨年度)冬、春贮存,再行种植后结实。大多数二年生蔬菜都有休眠芽,尽管不同的休眠芽对环境要求各不相同,但多数休眠芽需要经过一个低温阶段才能破出休眠,然后发芽生长。例如,大蒜的休眠芽,在高温季节并不发芽,而需经过一个冬季到来年的春天,休眠芽才开始萌动。

1.1.4 按栽培技术分类

在栽培期,不同蔬菜对环境的要求不同。有一类菜在其营养生长旺盛时期要求环境温度在20~30℃,属于这类菜的有瓜类的黄瓜、南瓜、丝瓜、苦瓜等;有茄果类的番茄、茄子、辣椒;豆荚类的扁豆、豇豆等。另一类菜在其营养生长旺盛时期要求的温度较低,约为10~25℃,属于这类菜的有大白菜、圆白菜、萝卜等。

蔬菜的贮存与其本身的类型及其特性有极为密切的关系。多数喜低温的蔬菜,它们对贮存温度的下限要求较低,例如,大白菜、花椰菜、蒜薹等都可在一1~0℃的条件下贮存,但决不可低于-2℃,这会给贮存带来不良后果。而喜温菜在贮存时则对温度的下限要求较高,即贮存库的温度都有一个临界值,例如,黄瓜的贮存温度不可低于10℃,大椒不可低于8℃,绿熟番茄不可低于10℃,否则会给贮存带来巨大损失。

1.2 细胞的结构及其作用

蔬菜的细胞是典型的植物细胞，其主要的结构如图 1-2 所示。

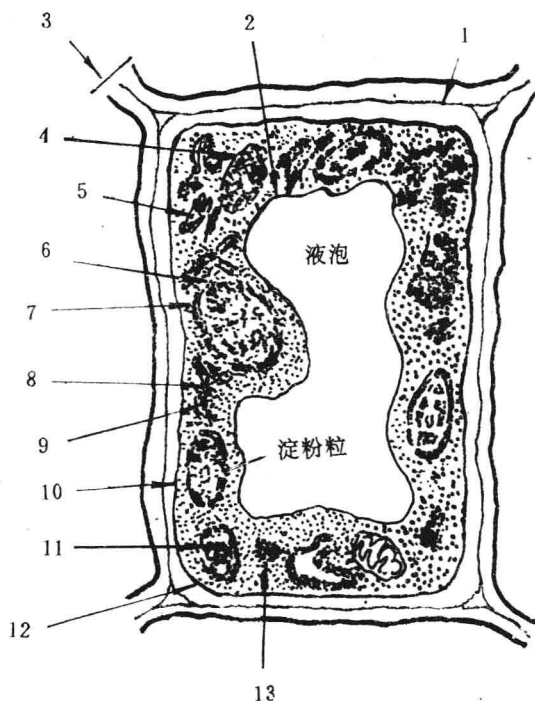


图 1-2 植物细胞图解

1. 胞间层; 2. 液泡膜; 3. 细胞壁; 4. 有色体; 5. 高尔基复合体; 6. 细胞核;
7. 核仁; 8. 内质网; 9. 核蛋白体; 10. 叶绿体; 11. 线粒体; 12. 质膜; 13. 核蛋白体

植物细胞外围是一层具有一定硬度的细胞壁，细胞壁由纤维素以及果胶质、半纤维素和木质素等其它聚合物构成。果胶质层形成胞间层，起着粘连相邻细胞的作用。相邻的细胞之间通常有一些叫做胞间连丝的细微的渠道以相互沟通使其细胞质连在一起。细胞壁对水

及其溶解物具有可渗透性,其主要功能如下:

(1) 作为外质膜的支持,抵抗细胞内含物的流体静压力,来容纳细胞内含物,否则这个静压力就会使细胞破裂。

(2) 给予细胞和植物组织以结构支持。在质膜内,细胞内含物含有细胞质和一个或多个液泡,液泡是含有糖、氨基酸和有机酸以及盐类等各种溶质的液体仓库,并被一层半透膜即液泡膜所包围。液泡膜与半渗透性的质膜一起承担维持细胞流体静压力的作用,允许水分通过,而选择性地限制各种溶质或蛋白质和核酸等大分子的运动。结果使细胞膨胀起来,这样就使蔬菜具有脆性。

植物细胞的另一主要结构为细胞质,细胞质由蛋白质和其它大分子以及各种溶质的粘液状基质所组成。细胞质内的重要生命活动过程包括由糖酵解导致的碳水化合物储备物的分解和蛋白质合成。细胞质内还有几个重要的细胞器,这些细胞器是各包含在一层膜内的一些小器官,具有以下特殊功能:

(1) 细胞核。这是最大的细胞器,含有遗传信息的载体 DNA(脱氧核糖核酸),为整个细胞的控制中心。细胞核包含在一层多孔性的膜内,在电子显微镜下可观察到核膜有一些明显的孔即核膜孔。这些孔允许 mRNA(信使核糖核酸)即 DNA 遗传密码的复制物进入细胞质,然后在细胞质的蛋白质合成系的核糖体上 mRNA 被转变成蛋白质。

(2) 线粒体。含有三羧酸(TCA)循环产生的呼吸酶和合成腺苷三磷酸(ATP)的呼吸电子传递体系。线粒体是细胞的能源,它可利用糖酵解的产物来产生能量。

(3) 叶绿体。这是细胞的光合作用器官,只能在植物细胞内观察到。叶绿体含有绿色素叶绿素和使太阳能转变为化学能的光化学器官。此外,它们还含有使空气中二氧化碳固定,以合成糖和其它碳水化合物所必须的酶。

(4) 有色体。主要是在叶绿素降解时由成熟的叶绿体发育而成。它们含有类胡萝卜素。类胡萝卜素是许多果实具有黄红色的决定性

色素。

(5) 淀粉体。它是形成淀粉粒的场所。叶绿体、有色体和淀粉体统称为质体。

(6) 高尔基复合体。由一系列腔道泡束组成。在这些泡囊上芽体分离又形成一些较小的泡囊。这些泡囊在细胞壁的合成和细胞内酶的分泌中可能起着重要作用。

(7) 内质网。它是细胞质内一些小管形成的网络。有人认为内质网在细胞质内起着运载系统的作用。一致公认的是内质网上常常附着有核糖体,这些核糖体是蛋白质合成的场所,还有一些核糖体则游离在细胞质中。核糖体含有核糖核酸(RNA)和蛋白质。

1.3 蔬菜的化学成分和营养价值

蔬菜的种类、品种繁多,其化学组成既有共同的成分,又是千差万别的,本书对主要的化学成分及其基本变化阐述如下:

1.3.1 水分

蔬菜采收后含水分很多,通常可达80%,有些蔬菜含水量高达95%以上。蔬菜的高水分也正是其易腐烂而不易贮藏保鲜的主要原因。蔬菜中所含水分有两种状态:一种是自由水(游离水),在蔬菜中占大部分。这种水分在贮藏期内容易蒸发,造成蔬菜的萎蔫状态,带来严重的自然失重。另一种叫胶体结合水。这种水分与胶体结合在一起,不仅不蒸发,就是人工排除它也极困难。蔬菜的一切生理和生物化学变化都是以水为介质,可以说水分是蔬菜在贮藏期中一切变化的“桥梁”。对于大多数蔬菜来说,最好是在水分含量可能最高的时候收获,这样宜于形成松脆的质地。因此收获时间是一个重要的因素,尤其是叶菜类,其含水量随周围环境条件而呈现大幅度的、迅速的变化。

1.3.2 碳水化合物

碳水化合物具有低分子量的糖或高分子的聚合物的形式,其含量可占组织的2~40%。在某些葫芦科植物,例如,在黄瓜中,含量较低;而在富含淀粉的蔬菜中,例如,在木薯中,含量较高。高淀粉含量的蔬菜是许多国家的人民每天所需能量的主要来源,例如,山药、甘薯、木薯和马铃薯等蔬菜提供了维持人们生存的简单膳食中大部分的能源。然而这并不是理想的,因为高淀粉的蔬菜不能供给足够的其它基本营养。

碳水化合物的很大部分以食物纤维的形式存在。纤维素、果胶质和半纤维素是构成纤维的碳水化合物聚合体,见图1-3。木质素是芳香族高聚体化合物,也是纤维素的主要成分之一。因为人不能分泌使这种聚合物分解为能被肠道吸收的基本单元所需的酶,所以食品纤维不为人体所消化而仅在肠道系统中通过,通常被认为可以减轻便秘。

淀粉和纤维素有相同的组分,都是碳水化合物的高聚合体。

1.3.3 蛋白质

在大多数蔬菜中,蛋白质含量约为2%,而在豆荚中则高达5%。蔬菜中的蛋白质主要是功能性的,例如酶,而不是饮食中蛋白质的重要来源。

1.3.4 脂质类化合物

脂质及一些在理化性质上类似脂肪的物质,组成了植物成分的一大类,统称为脂质类化合物。根据其化学组成,可分为如下几类:

简单脂质:脂肪、蜡。

复合脂质:磷脂、糖脂、硫脂。

衍生脂质:脂肪酸、高级醇类、烃类。

习惯上把脂肪称为真脂,而其它脂质统称为脂类。脂类在大多数

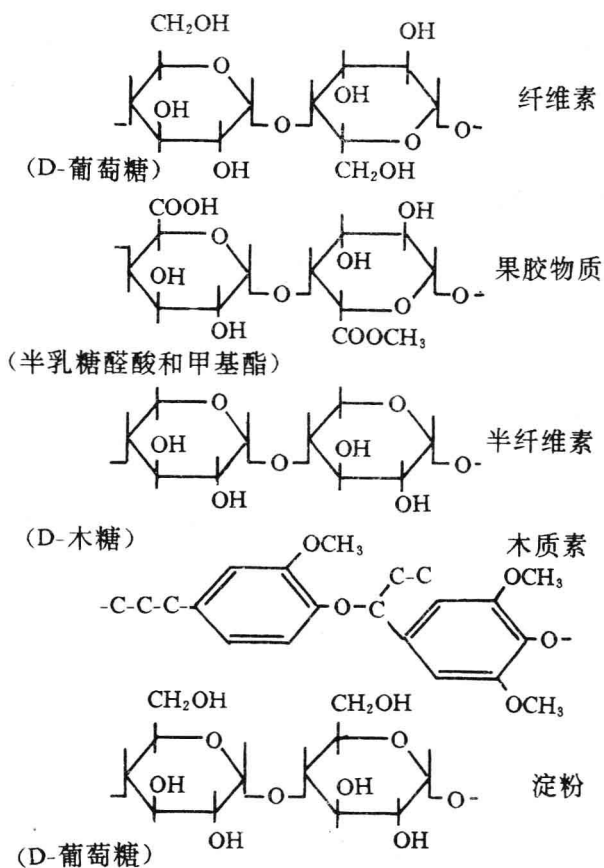


图 1-3 几种纤维成分和淀粉的分子结构

蔬菜中的含量不到 1%，它们结合在果实和蔬菜表面的保护表皮层和细胞膜中。大豆中提炼出来的卵磷脂现在是食品工业中广泛使用的乳化剂、抗氧化剂和营养添加剂。

1.3.5 有机酸

植物中分布最广的有机酸为苹果酸、酒石酸、柠檬酸和草酸，大

部分蔬菜的有机酸含量均超过三羧酸(TCA)循环和其它代谢途径所需的水平。多余的有机酸通常贮藏在液泡内,而不存在于其它细胞组织中。菠菜的有机酸含量较高,通常超过 3%,其中有柠檬酸、草酸等;叶菜、豆荚、马铃薯、甜菜块根主要含柠檬酸;而芹菜、胡萝卜、莴苣、大葱、花茎甘蓝等则主要含有苹果酸。

1.3.6 维生素和矿物质

维生素 C(抗坏血酸)是蔬菜的次要成分,但在人类营养中对防止坏血病起着重要作用。人体对维生素 C 的日需要量约为 50 毫克,许多蔬菜在不到 100 克的鲜组织中就含有这么多的维生素 C。因此,事实上人类饮食中几乎所有的维生素 C(约占 90%)都是从蔬菜或水果中取得的。

蔬菜也是维生素 A 和叶酸这两种营养物质的重要来源,通常能提供日需要量的 40% 左右。维生素 A 是人体为保持其眼组织的功能所必需的,长期缺乏维生素 A 最终会导致视觉损伤。而活性维生素 A 化合物——视黄醇并不存在于农产品中,但是蔬菜中含有的类胡萝卜素,例如,β-胡萝卜素能在人体中转化为视黄醇,由此可以满足人体的需要。叶酸与 RNA 的合成有关,缺乏叶酸会引起贫血。绿色叶菜是叶酸的丰富来源,绿色的程度可作为估计叶酸含量的一个标准。

表 1-1 列出了某些蔬菜中维生素 C、维生素 A 和叶酸的一些近似含量。

蔬菜中还有许多别的维生素和重要的矿物质,例如,维生素 P,存在于芦笋中,它能防止血管性紫癜、高血压等;蔬菜中有人所需要的多种矿物质养分,尤其是铁和钙。铁和钙的含量可能已达到具有营养意义的水平,只是往往难于为人体所吸收,例如,菠菜中的钙大多数都是以不能被人体吸收的草酸钙的形式存在。好在人们除了蔬菜以外还有各种不同的其它食品,也可获得所需的种种矿物质元素。

在蔬菜的贮藏过程中,如何保持蔬菜中大量的维生素应是人们所关注的一个大问题,因为人们(尤其是经济不发达国家的人民)所