

蔬菜 SHUCAI

的贮存与保鲜

金盾出版社



DE ZHUCUN YU BAOXIAN

蔬菜的贮存与保鲜

马 文 任运宏 张 敏 编著

金 盾 出 版 社

内 容 提 要

这是一本由东北农业大学食品科学系马文教授等编著的介绍蔬菜贮存与保鲜的实用技术书。内容包括:蔬菜贮藏的一般原理、采前采后因素对蔬菜贮藏的影响、蔬菜采后容易发生的病害、蔬菜贮存的一般方法和我国南方、北方生产的33种常用蔬菜的保鲜技术,以及蔬菜保鲜技术最新信息和蔬菜保鲜必备仪器、测定方法、常用药物等,既有蔬菜保鲜现代科学技术,又有民间传统保鲜技术和方法。本书内容丰富,科学实用,通俗易懂,适合蔬菜生产、贮藏、加工、经销部门和伙食单位及菜农、家庭阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

蔬菜的贮存与保鲜/马文等编著. —北京:金盾出版社,
1998.9
ISBN 7-5082-0692-4

I. 蔬… II. 马… III. ①蔬菜-食品贮藏②蔬菜-食品保
鲜 IV. S630.9

金盾出版社出版、总发行

北京太平路5号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 68218137

传真:68276683 电挂:0234

北京 3209 工厂印刷

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/32 印张:6.5 字数:143千字

1998年9月第1版 1998年9月第1次印刷

印数:1—21000册 定价:5.00元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

目 录

绪论	(1)
一、蔬菜贮藏的一般原理	(4)
(一)呼吸作用	(6)
(二)蒸腾与萎蔫	(16)
(三)物质转变和完熟衰老	(19)
(四)休眠生理	(22)
二、采前采后因素对蔬菜贮藏的影响	(24)
(一)采前因素的影响	(24)
(二)蔬菜的采后处理	(28)
(三)包装与运输	(31)
三、蔬菜采后病害	(33)
(一)生理病害	(33)
(二)侵染性病害	(37)
(三)蔬菜采后病害示例与预防	(41)
四、蔬菜贮存的一般方法	(52)
(一)常温简易贮藏	(52)
(二)低温贮藏(冷藏)	(60)
(三)调节气体成分贮藏(气调贮藏)	(66)
(四)其他贮藏技术	(73)
五、蔬菜保鲜技术	(77)
(一)结球白菜	(77)
(二)马铃薯	(85)
(三)萝卜	(91)

(四)胡萝卜	(95)
(五)蒜薹	(97)
(六)甘蓝	(101)
(七)辣椒	(103)
(八)油菜	(109)
(九)番茄	(110)
(十)黄瓜	(114)
(十一)菜花	(118)
(十二)茄子	(121)
(十三)菠菜	(123)
(十四)芹菜	(125)
(十五)香菜	(127)
(十六)甘薯	(128)
(十七)洋葱	(129)
(十八)大蒜	(134)
(十九)韭菜	(137)
(二十)大葱	(138)
(二十一)生姜	(139)
(二十二)芥菜	(143)
(二十三)芋艿	(146)
(二十四)山药	(147)
(二十五)百合	(148)
(二十六)莲藕	(149)
(二十七)冬笋	(151)
(二十八)慈姑	(152)
(二十九)荸荠	(154)
(三十)茭白	(156)

(三十一)冬瓜、南瓜、北瓜·····	(159)
(三十二)菜豆·····	(164)
(三十三)莴笋·····	(166)
六、蔬菜保鲜技术最新信息 ·····	(167)
(一)蔬菜长期保鲜装置·····	(167)
(二)保鲜增效剂·····	(167)
(三)茭白保鲜新法·····	(168)
(四)哈密瓜保鲜防腐剂·····	(168)
(五)黄瓜简易保鲜贮藏技术·····	(168)
(六)鲜菇保鲜五法·····	(169)
(七)蔬菜小包装冷藏技术·····	(171)
(八)蔬菜充填包装机·····	(173)
(九)蔬菜保鲜防腐剂配方·····	(173)
(十)蔬菜保鲜方法二则·····	(174)
(十一)新型蔬菜保鲜膜·····	(175)
七、测定、仪器、药物 ·····	(176)
(一)蔬菜营养成分、呼吸强度测定 ·····	(176)
(二)必备仪器·····	(185)
(三)常用药物·····	(193)

绪 论

蔬菜是我国人民生活中每天不可缺少的主要副食品。蔬菜中含有人体极为需要的维生素、矿物质、碳水化合物和蛋白质。人如果长期不吃新鲜蔬菜,就会患坏血病、夜盲症等疾病。适当地多吃一些蔬菜,能够补充粮食和肉类所缺少的某些维生素和矿物质。蔬菜消费量巨大,但却不容易保存。根据蔬菜的生产特点和商品特点,采用现代科学技术,搞好蔬菜的贮存与保鲜,对于发展蔬菜生产,促进蔬菜商品流通,改善城乡人民生活,都具有重要意义。

蔬菜的生产具有以下特点:一是具有季节性。蔬菜生产受季节的影响。现在由于采用新技术,即大棚和温室的利用,可以使蔬菜延迟和提早成熟,但蔬菜还是在野外种植的好吃。二是具有地域性。蔬菜的生产受地区的制约。即使是同一种蔬菜,因地区不同,其种植和收获的时间、产量、品质、生产价格等方面各不相同。三是具有不稳定性。蔬菜生产受自然环境的影响较大,产量不稳定,产品质量的好坏差异很大。四是具有零散性。蔬菜生产多数经营规模小,效率低,不易实行技术标准化。

蔬菜作为一种商品,还存在以下特点:一是容易变质和腐败。蔬菜含有大量的水分,采收后如不能及时地处理,很易腐烂,从而降低商品价值。因此在运输、贮藏和贩卖过程中,为保持其鲜度和品质,需采用先进科学的保藏技术。二是种类的多样性。蔬菜的种类非常多,并且同一种类又有很多品种。作为

商品要按不同的种类和品种进行不同的处理。三是具有不均一性。蔬菜的品质、大小、形状等各不相同,非常不均一。因此蔬菜处理要进行选择分级。四是用途的双重性。蔬菜既可生食,也可作熟食的加工原料。在日本,作为生食用的蔬菜是专门生产的。五是流通方面的问题。蔬菜在流通中应做到迅速处理和批发。

从蔬菜的生产和商品特点可以看出,蔬菜是极不易贮藏的。据美国科学院一项报告显示,发展中国家的蔬菜在收获后的损耗率一般达 20% 以上,而经济发达国家,由于重视收获后的技术处理,蔬菜的损耗率为 5%~20%。蔬菜收获以后,通过贮藏处理,不仅可以大大减少蔬菜的腐烂损失,而且对发展蔬菜生产,调节市场供应,增加花色品种,满足人民生活的需要,将起积极的作用。蔬菜的贮藏是蔬菜生产的继续和延伸,可以充分利用蔬菜资源,提高其经济价值,推动农村商品生产的发展,促进农村的经济繁荣。

蔬菜的贮存保鲜,在我国有着悠久的历史。《诗经》等古籍上就有不少关于蔬菜贮藏的记载,全国各地民间贮藏蔬菜的经验丰富多彩,其中许多方法行之有效,迄今仍在应用。但这些都是利用自然气温而创造贮藏所要求的低温,因此在利用上存在着地区和季节的局限性。

近代自然科学特别是植物生理学的发展,为现代贮藏技术奠定了理论基础。进入 20 世纪以来,现代贮藏技术发展很快,集中表现在人工创造低温,并配合相应的建筑工艺和设备。概略地讲,20 年代起发展了机械冷藏;40 年代起有了气调贮藏,即人工制冷外加上控制气体成分;50 年代将辐射处理应用到蔬菜贮藏上;60 年代进一步提出了减压贮藏技术;70 年代苏联在蔬菜贮藏保鲜上应用由高压静电放电产生的负离

子空气,美国、日本等一些国家专利提出应用磁场处理;近年来,在蔬菜贮藏保鲜上还应用种种化学处理,主要是各种化学防腐剂和植物激素。随着生物学、植物生理学基础学科的发展,蔬菜采后生理方面的研究有了相当发展,它为蔬菜的采后处理、贮存与保鲜,提供了理论依据和广阔的发展前景。

随着社会的进步和人民生活水平的提高,对丰富多样的营养保健食品的需求必将剧增,除粮油外,对新鲜蔬菜及其优质加工食品的需求也将更为迫切,必须加速其发展,才能满足人民的需要。为使蔬菜产业发挥更高的社会效益和经济效益,只有以现代科学为指导,使优良品种选育、栽培管理、优质商品化处理、贮藏保鲜和加工利用、开发优质产品等系列技术配套,加之有效的体制改革,加强横向联合,协调发展,才能把资源优势转化为经济优势。

一、蔬菜贮藏的一般原理

蔬菜贮藏原理又称采后生理。新鲜蔬菜的贮藏,是食品保藏方法之一。食品保藏措施不当,就会腐烂变质,在数量和质量上造成损失。不论何种食品,腐烂变质都是由两个基本原因引起的:其一是食品本身所含物质及周围环境引起的物理、化学和生化变化;其二是微生物活动引起的腐烂和病害。各种食品的保藏方式,都是由于能够控制或消除上列两个基本原因,从而起到防止食品腐烂变质的作用。它们或是控制温度,或是控制水分,或是利用某种防腐剂等。这些方法有一个共同特点,就是所保藏的食品本身都已不再有生命,而是控制一种或几种环境条件以达到防止腐烂变质的目的。

新鲜蔬菜的贮藏,则与食品保藏的上述特点根本不同。蔬菜在贮藏中仍然是活着的,是有生命的机体。而且正是依靠蔬菜(活体)所特有的对不良环境和致病微生物的抵抗性,才能使其得以延长贮存期,保持品质,减少损耗。我们称蔬菜的这些特性为“耐贮性”和“抗病性”。所谓耐贮性,是指蔬菜在一定的贮藏期限内能保持其原有质量而不发生明显不良变化的特性。所谓抗病性,是指蔬菜抵抗致病微生物侵害的特性。两者既有区别,又密切联系:耐贮的一般都比较抗病,不抗病的显然不会耐贮,但抗病的并不一定耐贮。蔬菜的耐贮性和抗病性是由蔬菜的各种物理的、化学的、生理的性状特性综合起来的特性。显然,这些个别的和综合的性状特性,以及它们的发展和变化,都决定于蔬菜新陈代谢的方式和过程。这说明了耐贮

性、抗病性同生命之间的关系。新陈代谢是生命的特征,如生命消失,新陈代谢终止,耐贮性、抗病性也就不复存在。新采收的黄瓜在通常环境条件下放置数天尚可保持鲜态,而炒熟的黄瓜片则隔夜就变馊,这就是耐贮性、抗病性依赖于生命的证明。

采收对于蔬菜来说是一个根本性的转变。采收后蔬菜脱离了植株,得不到来自母体的水分和养分的补充,成为独立的有生命个体。但其生命活动必须适应这种变化了的情况和外界环境条件,才能维持下去。因而蔬菜组织内部的代谢机能必须发生一系列变化,重新组织,重新协调,以达到在新的条件下,各种生理变化按照一定的方向和强度,有条不紊地、正常地进行下去。相应地对于蔬菜贮藏来讲,首先是保持蔬菜的生命,保持了生命才能进而谈耐贮性、抗病性;然后要求维持正常的生命过程,这样才能正常地发挥耐贮性、抗病性作用。在此基础上,进一步要求维持缓慢的生命活动,从而延缓耐贮性、抗病性的衰变,才有可能延长贮藏期限。在蔬菜贮藏时也要控制环境条件,通过控制环境条件来控制耐贮性、抗病性的发展变化。搞蔬菜贮藏,必须先有好的贮藏产品。蔬菜的耐贮性、抗病性既然决定于它的新陈代谢的方式和过程,也就是决定于它们的遗传性。不同品种具有不同的遗传性,所以要选择适于贮藏的品种,然后在贮藏期间控制贮藏条件于最适宜的水平,尽可能延缓耐贮性、抗病性的衰变。这样内因良好、外因有利,才有可能完成蔬菜贮藏的任务。

由此可见,采收后的蔬菜,其生命活动是采收前生长发育过程的继续,与采前有着必然的联系;但又不同于采前,它有自己的规律和特征,这些规律和特征,正是蔬菜贮藏保鲜需要研究掌握的采后生理的基本内容。

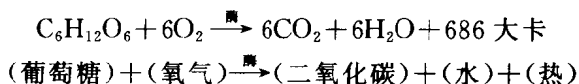
(一)呼吸作用

蔬菜收获后光合作用基本停止,呼吸作用就成为采后生命活动的主导过程。蔬菜在田间生长期间,一般总是光合作用合成的有机物质比呼吸作用消耗的有机物质多,因而能不断地积累干物质,不断地生长。收获后干物质不仅不能再增加,而且不断被消耗。因此从保存干物质、减少消耗这个角度看,蔬菜收获后应尽可能降低其呼吸作用。但不能把呼吸单纯地看作是一个消极的过程。一切生命活动所需要的能量都要依靠呼吸来提供,采后各种合成过程的原材料也是呼吸的分解产物。采后虽然干物质总量不再增加,但仍有种种合成过程,有时还形成新的细胞和组织。这些过程只能利用蔬菜体内原有的物质,通过分解和再组合而实现。呼吸失调则发生生理障碍,不仅各种过程不能正常进行,还会出现生理病害。从这点出发,蔬菜采收后,应尽可能保持呼吸作用的正常进行。所以,保持蔬菜采后尽可能低的、又是正常的呼吸过程(也就是生命活动过程),是新鲜蔬菜贮藏保鲜的基本原则和要求。

1. 蔬菜呼吸的基本原理

呼吸是生命存在的重要条件,呼吸停止生命也就终结了。从总过程看,呼吸是一种气体交换,即生物吸进氧气放出二氧化碳。但实质上,这只不过是整个呼吸代谢的无数过程的起点和终点。在全部呼吸过程中,植物体内大约有五十多个生物化学反应在进行,生命就是通过这五十多个变化反应获得生长、发育所需要的能量,获得合成生物个体本身结构物质的原材料。这就是通常所说的有氧呼吸,主要途径为“糖酵解——三

羧酸循环——电子传递链(细胞色素系统)途径”。总反应式是：



从上式可以看到,植物的呼吸就是在氧气的参加下,将体内葡萄糖等有机物质氧化分解成二氧化碳和水。这一反应过程放出的能量,一部分用来作功,一部分变成热被消耗掉(称为呼吸热)。当植物细胞在缺氧条件下,葡萄糖通过糖酵解产生的丙酮酸,进一步转变为乙醇和二氧化碳,或转变为乳酸,这一过程称无氧呼吸或称分子内呼吸。无氧呼吸是植物呼吸作用的一种类型,植物在缺氧条件下,可通过无氧呼吸获得能量。但由于无氧呼吸消耗的有机物多,产生的能量少,同时无氧呼吸的产物乙醇和乙醛对蔬菜组织不利,如积累过多往往引起中毒,导致生理病害。另外,呼吸的另一条重要途径是磷酸戊糖支路,它除提供植物体内还原性合成反应所必需的NADPH外,与植物体内核酸代谢有密切联系,同时与植物的抗病性有关,因为通过它的中间物可合成木质素和酚类化合物,这些物质有阻止菌丝入侵及杀死病菌的作用。现有资料表明:叶、茎、各种地下贮藏器官所释放的二氧化碳中,约1/4~1/2来自该途径。在逆境中或遭受伤害、病虫害时,常可见到磷酸戊糖途径有明显的加强。

常用来衡量呼吸强弱的指标是呼吸强度,其定义是指在一定的温度下,单位时间内一定重量的蔬菜产品吸收的氧气或放出的二氧化碳的量。其单位常用每千克·小时吸收氧气或放出二氧化碳的毫克数(mg/kg·h)表示。同样条件下,若以氧气或二氧化碳的容积毫升计,可称为呼吸速率。有时呼吸强度也可根据底物的消耗量或释放的呼吸热来衡量。呼吸强

度表明组织中内含物消耗的快慢,反映了物质量的变化,在采后生理研究和贮藏实践中,是最重要的生理指标之一。根据不同的情况,呼吸强度的测定方法有多种,常用的有:酸碱滴定法,pH 比色法,红外气体分析法,气相色谱法等。其中酸碱滴定法将在“测定、仪器、药物”一章具体介绍。

植物通过呼吸作用获得利用碳水化合物产生生命活动所需要的能量,同时还将淀粉分解成葡萄糖和比葡萄糖更小的三碳糖、二碳糖以及一些有机酸。这些糖类和有机酸是形成氨基酸、构成蛋白质的基本成分。可见植物的呼吸作用为蛋白质合成提供了原料。生物生命活动的任何过程都需要酶参加,酶主要是由蛋白质组成的。蔬菜收获后,虽然物质的分解加速,合成减弱,但发展总趋势是由幼嫩向衰老过渡,同样需要合成一些特殊的酶来完成,在完成成熟衰老的过程中,同时孕育着新的生命体的出现。例如番茄发展到衰老时形成番茄红素使果实变红,形成果胶酶和纤维酶使番茄变软,合成各种蛋白质使种子长大等。以上新物质成分的产生在蔬菜贮存期中进行得愈慢愈好。实践证明,改变贮存的环境条件,可使蔬菜的呼吸减慢而延长贮存期。

2. 影响蔬菜呼吸的因素

有许多内在因素和环境因素影响蔬菜的呼吸作用,既影响到呼吸的量,也影响到呼吸的质。

(1) 蔬菜的种类和品种

不同种类和品种的蔬菜呼吸作用的差异很大,这是由遗传特性决定的,它与细胞内基质的种类、含量和比例,呼吸酶的活性,氧化磷酸化系统的活力,机体利用氧的能力,无机盐的浓度,激素平衡的状况等因素有密切的关系。

蔬菜产品的各种器官不同,并且收获时生理年龄和生理状况也各有不同,所以各种蔬菜呼吸的量与质常有很大的区别。一般说来,蔬菜中叶菜类呼吸强度最大,特别是幼嫩的组织。充分成长的蔬菜,不论何种器官,都比幼嫩时呼吸显著降低。具有休眠特性的鳞茎、块茎蔬菜及老熟蔬菜组织,它们的呼吸强度最低。另外,南方产蔬菜比北方产的呼吸强度大,夏季成熟的比秋冬季成熟的呼吸强度大,晚熟品种比早熟品种呼吸强度大。现将几种蔬菜的呼吸强度列于表 1-1、表 1-2,其间的数据可证明以上理论。

表 1-1 几种蔬菜在 $0^{\circ}\text{C}\sim 2^{\circ}\text{C}$ 时的呼吸强度 [$\text{CO}_2\text{mg}/\text{kg}\cdot\text{h}$]

种 类	呼吸强度	种 类	呼吸强度
石刁柏	44	番 茄	18.8
甜玉米	30	甜 瓜	5.0
豌 豆	14.7 *	甘 蓝	6.0
菠 菜	21	马铃薯	1.7~8.4
生 菜	11	胡萝卜	5.4
菜 豆	20	洋 葱	2.4~4.8

* 为 5°C 下的呼吸强度。

表 1-2 几种蔬菜的早、晚熟品种呼吸强度比较 [$\text{CO}_2\text{mg}/\text{kg}\cdot\text{h}$]

熟 性	种 类		
	结球甘蓝	洋 葱	萝 卜
早 熟	17.4	16.2	32.7
晚 熟	24.8	33.4	57.6

除了呼吸在量方面的差异,还常常有质方面的差异,这从产品的呼吸方式可以看出来。叶的形态结构最适于气体交换,不仅呼吸强度大,呼吸进程一般也较正常。根是地下器官,在

进化过程中已适应土壤中氧气较低的条件,并且根菜器官肥大,组织致密,细胞间隙系统所占体积的比例较小,气体交换比较困难,所以无氧呼吸所占比重较大。

果菜类蔬菜的呼吸比较复杂,如番茄,当果实生长结束时,呼吸作用降低;成熟时,呼吸作用突然升高,然后再下降,这种现象称为呼吸跃变。呼吸跃变的出现标志着果实已达到成熟状态,以后,果实就很快衰老死亡。而黄瓜在生长和成熟过程中,呼吸是逐渐缓慢下降的。因此,把前一类果实称为跃变型,后一类果实称为非跃变型(如图 1-1)。

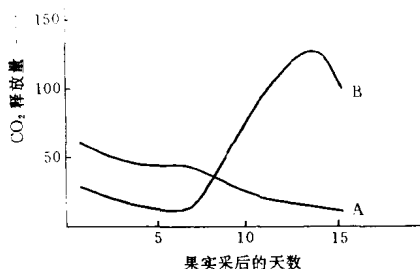


图 1-1 不同类型果实从生长结束到成熟的呼吸模式

A. 非跃变型(如黄瓜) B. 跃变型(如番茄)

(2)发育年龄和成熟度

在蔬菜生活周期中,经历了生长、发育、成熟、衰老等一系列阶段。一般而言,生长期呼吸最旺,以后总的趋势是下降。所以生长期采收的蔬菜,呼吸强度很高,此时营养生长旺盛,各种机能非常活跃,衰老变质很快,贮藏就很困难;老熟蔬菜在充分成熟时采收,代谢活性已大大下降,呼吸强度很低,表面又形成良好的保护结构,就为贮藏创造了极为有利的条件。对跃变型蔬菜,如番茄,跃变上升期正是它的贮藏期,必须设法

推延跃变高峰的到来,即做到所谓“压青”,才能延长番茄的贮藏期。

(3)温度

所有的化学反应毫无例外地受温度的影响。采后蔬菜由于生活条件发生了很大的变化,组织内部的代谢机能相应地进行调整,将以合成为主的过程改变为以分解为主的过程。外界环境条件对这一过程施加着明显的、复杂的影响,两者无时无刻不存在着相互作用,其中温度就是一个最基本的因素。

在一定范围内,温度升高,酶活性增强,呼吸强度因之增大。通常在 $5^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 之间,温度每上升 10°C ,呼吸强度增大 1 倍 $\sim$ 1.5 倍,即温度系数(Q_{10}) $=2\sim 2.5$ 。但不同作物和品种,以及同一产品成熟度或环境条件(包括温度)不同时,它们的温度系数都可能是不同的。另外从表 1-3 中我们还可发现,低温范围内植物呼吸的温度系数要比高温范围内大。这个特点表明,蔬菜贮藏应该严格控制好适宜的稳定低温,如温度上升,会使呼吸强度很快增大。

表 1-3 几种蔬菜呼吸的温度系数同温度范围的关系

种类	$0.5^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$	$10^{\circ}\text{C}\sim 24^{\circ}\text{C}$	种类	$0.5^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$	$10^{\circ}\text{C}\sim 24^{\circ}\text{C}$
石刁柏	3.5	2.5	胡萝卜	3.3	1.9
豌豆	3.9	2.0	莴 苣	1.6	2.0
菜 豆	5.1	2.5	番 茄	2.0	2.3
菠 菜	3.2	2.6	黄 瓜	4.2	1.9
辣 椒	2.8	3.2	马铃薯	2.1	2.2

在贮藏上,过高或过低的温度将对蔬菜带来危害。温度超过正常范围继续上升,会导致呼吸作用初期上升,其后急剧下降直至为零。这是由于在过高温度环境下,一方面促进化学反