第一章　蔬菜贮藏保鲜概述

第一节　蔬菜的化学成分及其保鲜特性

蔬菜外观色泽鲜艳,并具有特殊的色、香、味、型,是美味佳肴中不可缺少的食品。蔬菜中含有多种营养成分和大量的水分，这些物质中大多数是维持人体正常生理机能、保持健康所必需的。蔬菜在其保鲜过程中，由于这些物质不断地发生化学变化，从而影响了蔬菜的营养价值和风味品质。研究蔬菜采后生理，了解蔬菜贮期化学成分变化情况，采用相应的贮藏保鲜技术，延长蔬菜贮藏保鲜期，满足人民生活的需求，这是蔬菜贮藏保鲜的目的和意义。

蔬菜中所含的化学成分，有水分和干物质两大类：

一 、 水 分

水分在蔬菜组成中所占的比例最大，一般蔬菜的含水量在80％～90％ 之间。水分的存在是蔬菜生命活动必要的条件，如水分失去过多，就会导致蔬菜早期衰老，并降低或失去原有的鲜嫩程度和食用价值。如水分含量过多，会给微生物和酶的活动创造有利条件，从而引起腐烂变质。因此，在蔬菜贮藏过程中，一定要注意水分的保存与控制。几种常见蔬菜的水分含量见表 1-1。

蔬菜在贮藏过程中常常因水分损失而使其萎蔫，从而促使酶的活力增加，加快一些物质水解，这不但造成营养物质的损耗，而且减弱蔬菜的耐贮性和抗病性，引起品质劣变。为了达到预期的

需要全本请访问 www.ertongbook.com

表 1-1　　几种蔬菜的水分含量

（每 100g 可食部分）

蔬菜名称	水分含量/g	蔬菜名称	水分含量/g
大白菜	93.0～96.0	大　葱	89.0～93.0
甘　蓝	91.0～95.0	洋　葱	87.0～90.0
芥　菜	90.8～95.0	花椰菜	90.5～92.6
雪里蕻	91.0～93.0	姜	85.0～87.0
萝　卜	89.9～95.0	大　蒜	63.0～72.0
胡萝卜	86.0～91.0	莲　藕	77.9～89.0
马铃薯	70.0～82.6	南　瓜	88.0～97.8
苋　菜	82.0～92.2	冬　瓜	96.5～97.2
菠　菜	89.0～94.2	黄　瓜	94.0～97.2
莴　苣	94.2～97.0	茄　子	91.6～95.7
芹　菜	88.0～95.3	番　茄	94.0～96.0
韭　菜	90.0～92.6	辣　椒	79.4～94.0

贮藏效果，一般蔬菜贮期应处于相对高的空气湿度之中，以便减少水分损失，保持鲜嫩品质。但也有一些蔬菜（如洋葱、大蒜等）在贮前经一定时期的晾晒，减少部分水分，有利于保藏。

二、干　物质

蔬菜中的干物质化学成分主要是碳水化合物、维生素、有机酸、含氮化合物、色素、呈味物质、酶类和矿物质。

1.碳水化合物

碳水化合物是蔬菜中干物质的主要成分见表 1-2，主要包括糖类、淀粉、纤维素、半纤维素、果酸物质等。

表 1-2　　几种蔬菜的碳水化合物含量

（每 100g可食部分）

蔬菜名称	碳水化合物含量/g	蔬菜名称	碳水化合物含量/g
大白菜	1.7～3.4	大　蒜	22～30.3
甘　蓝	2.1～5.6	大　葱	4.1～7.0

续表

蔬菜名称	碳水化合物含量/g	蔬菜名称	碳水化合物含量/g
芥　菜	2.2～4.7	洋　葱	6.3～10.8
雪里蕻	1.9～4.2	花椰菜	3.0～4.0
萝　卜	2.4～7.3	姜	8.5～11.1
胡萝卜	6.2～10.4	莲　藕	7.3～20.4
马铃薯	14.6～25.8	南　瓜	1.3～10.2
苋　菜	3.2～9.5	冬　瓜	1.4～2.4
菠　菜	1.5～5.7	黄　瓜	1.6～4.1
莴　苣	1.4～2.2	茄　子	2.5～5.4
芹　菜	1.4～5.8	番　茄	2.2～4.0
韭　菜	2.7～5.8	辣　椒	2.8～16.1

（1）糖分　大多数蔬菜中都含有糖分，如番茄含糖量为1.9%～4.9%，洋葱为6.8%～10.5%，甘蓝为2.5%～5.7%。同一品种的蔬菜，随成熟度、立地条件、栽培管理技术不同，含糖量有很大差异。蔬菜中所含的糖主要有葡萄糖、果糖和蔗糖。糖分是蔬菜贮期呼吸的主要基质，同时也是微生物繁殖的有利条件。蔬菜在贮藏过程中会因糖分逐渐消耗而影响蔬菜的品质和耐贮性。

（2）淀粉　淀粉属于多糖类，以块根、块茎、豆类等蔬菜中含量为最多，如马铃薯、莲藕、豆角等蔬菜中具有很高的淀粉含量。在贮藏过程中，蔬菜中的淀粉常转化成糖类，以供采后生理活动能量的需要，随着淀粉水解速度的加快，蔬菜的耐贮性随之而减弱，因此采用低温贮藏，能抑制淀粉的水解。

（3）纤维素类　主要指纤维素、半纤维素以及由它们与木质素、栓质、角质、果胶等结合成的复合纤维。它们主要存在于细胞壁内，是构成植物骨架的主要物质。蔬菜中纤维素类物质含量高时，会使质地粗糙，一般幼嫩蔬菜含量低，成熟蔬菜含量高。纤维素对人体无营养价值，但它能使肠胃蠕动，有助于食物消化，所以人们把它视为第七种营养素。

（4）果胶物质　蔬菜中的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，是构成细胞壁的主要成分。蔬菜采收之前，主要含不溶于水的原果胶，它与纤维素等将细胞与细胞紧紧地结合在一起，使组织显得坚实脆硬。蔬菜采收之后，原果胶逐渐分解为可溶性果胶，并与纤维素分离，引起细胞间结合力下降，硬度减小，品质变劣。蔬菜在贮藏过程中，常以不溶性果胶含量的变化作为鉴定贮藏效果和能否继续贮藏的标志。

常见的几种蔬菜中各种碳水化合物所占比例见表 1-3。

表 1-3　　蔬菜中各种碳水化合物含量　　单位：%[①]

果蔬名称	淀　粉	糖				果胶质	纤维素
		蔗　糖	葡萄糖	果　糖	总　糖		
马铃薯	17.7	0.6	0.2	0.1	0.9	0.7	1.0
白球甘蓝	0	0.1	2.6	1.6	4.3	0.3	1.2
胡萝卜	0	3.7	2.9	痕量	6.6	0.4	1.0
洋　葱	0	6.3	1.3	1.2	8.8	0.3	0.8
番　茄	0.1	0.2	1.5	1.0	2.7	0.1	0.9
青豌豆	5.1	0.4	0.1	4.7	5.2	0.3	0.8

①本书中凡成分的含量(浓度)等以 %表示的，一般均指质量分数。

2.有机酸

有机酸广泛存在于蔬菜中，是蔬菜呼吸时所需能量的重要来源之一，并具有调节人体内酸碱平衡的作用。蔬菜中所含的有机酸主要有柠檬酸、苹果酸、草酸、酒石酸等(见表 1-4)。在一般情况下，幼嫩蔬菜中含有较多的有机酸，随着成熟，含量逐渐下降，其种类也发生变化。贮藏过程中，有机酸含量由于呼吸作用消耗而逐渐减少，从而引起品质变化。

表 1-4　　蔬菜中主要有机酸的种类

蔬菜种类	有机酸的种类
番　茄	柠檬酸，苹果酸
甘　蓝	柠檬酸，苹果酸，琥珀酸，草酸

续表

蔬菜种类	有机酸的种类
莴　苣	苹果酸,柠檬酸,草酸
甜菜叶	草酸,柠檬酸,苹果酸
石刁柏	柠檬酸,苹果酸
笋	草酸,酒石酸,乳酸,柠檬酸,葡萄醛酸
青　芋	草酸
甘　薯	草酸
菠　菜	草酸,苹果酸,柠檬酸

表 1-5　　蔬菜中酸的平均含量和 pH

蔬菜种类	酸含量/%	pH
马铃薯	0.2	6.1
白球甘蓝	0.2	6.2
胡萝卜	0.1	6.4
甜　菜	0.1	6.3
洋　葱	0.1	5.9
番　茄	0.5	4.5
黄　瓜	0.1	6.9
西　瓜	0.2	—
甜　瓜	0.1	—
大　黄	1.2	3.8
菠　菜	0.1	6.9

3. 含氮物质

蔬菜中的含氮物质较少，但种类很多，最重要的是蛋白质、氨基酸和酰胺。不同蔬菜含氮物质的数量和种类各不相同，几种蔬菜蛋白质含量见表 1-6。

表 1-6　　几种蔬菜可食部分蛋白质含量　　单位：%

蔬菜名称	含　量	蔬菜名称	含　量
青　笋	2.1～2.7	菜　豆	1.1～3.2
冬　笋	4.0～4.1	青　豆	4.4～7.2

需要全本请访问 www.ertongbook.com

续表

蔬菜名称	含　量	蔬菜名称	含　量
马铃薯	1.5～2.3	蚕豆(青豆瓣)	7.4～9.0
鲜榨菜	0.8～1.6	绿豆芽	1.5～3.2
雪里蕻	0.9～2.8	蘑　菇	2.9
甘　蓝	1.2～1.4	胡萝卜	0.6～1.4
大白菜	0.5～1.3	姜	0.4～2.3
菠　菜	1.9～2.9	藕	0.4～2.3
花椰菜	1.7～2.3	芋　头	2.3～3.0
		大头菜	0.9～1.5
番茄(红熟)	0.7～1.5	芦　笋	0.7～1.8
茄　子	0.7～2.3	孝　笋	0.4～1.5
甜椒(红)	1.0～1.3	茭　笋	0.4～1.3
黄　瓜	0.4～1.2		
苦　瓜	0.7～1.0		

蔬菜中含有多种不同于其他食品的氨基酸，可提高人体对肉、蛋中蛋白质的消化率，从而增大蛋白质的生理价值。贮藏过程中，如果温度过高，通风不良，管理技术不当等，会引起体内蛋白质的凝固和变性，从而使蔬菜肉质发黑，品质下降。

4. 维生素

蔬菜中维生素含量极为丰富，是人体维生素重要来源之一，如含维生素 A、维生素 B_1、维生素 B_2、维生素 C、维生素 D 和维生素 P 等。特别是维生素 C 和胡萝卜素，是人体维生素的主要成分。蔬菜中维生素含量见表 1-7。维生素 C 易溶于水，遇热、遇光均易被氧化失去，它损失的快慢与贮藏条件有很重要的关系。一般在低温中贮藏可减缓维生素 C 的损失。

表 1-7　　蔬菜中维生素的含量　　单位：mg/100g

果蔬名称	胡萝卜素	硫　胺　素	维生素 C
番　茄	0.31	0.03	11
青　椒	1.56	0.04	105

续表

果蔬名称	胡萝卜素	硫 胺 素	维生素C
西 瓜	0.17	0.02	3
南 瓜	2.40	0.05	4
冬 瓜	0.01	0.01	16
黄 瓜	0.26	0.04	14
茄 子	0.04	0.03	3
青豌豆	0.15	0.54	14
冬 笋	0.08	0.08	1
芦 笋	0.73	17.00	21
蘑 菇	—	0.11	4
萝 卜	0.02	0.02	30
胡萝卜	2.80	0.04	8
大白菜	0.11	0.02	24
菠 菜	1.03	0.03	36
芹 菜	0.11	0.03	6
花椰菜	0.08	0.06	88
油 菜	1.59	0.08	61
苋 菜	1.92	0.04	8
大 蒜	0	0.24	3

5.色素

蔬菜中含有多种色素，显示出各种各样的颜色。蔬菜中的色素主要有叶绿素、类胡萝卜素和花青素。

(1)叶绿素　叶绿素使蔬菜呈现绿色。叶绿素不溶于水，性能稳定。在贮藏过程中，蔬菜中的叶绿素受叶绿素水解酶、酸和氧的作用而分解消失。

(2)类胡萝卜素　主要有胡萝卜素、番茄红素、叶黄素等。这类色素一般比较稳定,不溶于水,表现为黄、橙黄、橙红等颜色,广泛存在于蔬菜的叶、根、花、果实之中。蔬菜进入成熟阶段,这类色素的含量显著增加，伴随着叶绿素的减少，显示出各自特有的色彩。

(3)花青素　花青素在蔬菜中多以花青苷的形式存在，可溶于

水,常表现为紫、蓝、红等色。花青素在日光下形成,生长在背阴处的蔬菜，花青素含量会受到影响。

6.单宁

单宁也称鞣质，在蔬菜中含量较少，但对蔬菜的食用和品质有一定影响。单宁物质有收敛性涩味，氧化后发生颜色变化。不同种类和品种的蔬菜，单宁物质含量不同，同一品种未成熟时单宁物质含量比成熟时要高。某些蔬菜在贮藏过程中经过后熟，苦涩味有所减少，称之为脱涩，这是蔬菜在缺氧呼吸中生成酒精等物质，使可溶性鞣质变成不溶性鞣质所致。蔬菜冻藏，促进鞣质氧化，降低苦涩味，使蔬菜风味有所改进。

7.矿物质

蔬菜中含有丰富的铁、钙、磷和少量的钾以及微量的铅、砷等元素,与人体营养关系密切。铁、钙、磷是人体必需的矿物质,钾的存在对人体有一定作用，但铅、铜、砷超过一定量对人体有害。常见蔬菜主要矿物质含量见表 1-8。蔬菜中所含的矿物质容易为人体所吸收，而且被消化后分解产生的物质大多呈碱性反应，可以中和鱼、肉、蛋和粮食中所含的蛋白质、脂肪、淀粉等被消化分解后产生的酸性产物，起到调节人体酸、碱平衡的作用。

表 1-8　　蔬菜矿物质的含量

蔬菜名称	灰分含量/%	mg/100g 鲜重				
		K	Ca	P	Na	Fe
马铃薯	1.1	568.0	10.0	58.0	28.0	1.2
白球甘蓝	0.7	185.0	48.0	31.0	13.0	1.0
花椰菜	0.8	210.0	26.0	51.0	10.0	1.4
胡萝卜	1.0	173.0	37.0	39.0	21.4	0.7
番茄	0.7	290.0	14.0	26.0	40.0	1.4
菠菜	1.8	774.0	106.0	83.0	62.0	3.0
洋葱	1.0	175.0	31.0	58.0	18.0	0.8

8.挥发油

蔬菜(如芹菜、胡萝卜、大蒜、大葱、姜等)具有香味和其他特殊气味是由于含有挥发油，其含量虽少，但可增进风味。挥发油中常含有植物抗生素，这是一种保护性物质，具有杀灭多种病菌的能力，能抑制有害微生物的生长，增强蔬菜的防腐性。贮藏过程中采取适时采收和低温贮藏，能较好地保持蔬菜的香气、风味和品质。

9.油脂

蔬菜中还有不挥发油分和蜡质，统称为油脂。油脂主要含于种子中,其他器官含量较少。蔬菜的表面、果面、叶面都有蜡质,蜡质的形成加强了外皮的保护作用，减少了水分蒸发和病菌侵入。

第二节　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。蔬菜在贮藏中仍然是活的有机体，依靠蔬菜所特有的对不良环境和致病微生物的抵抗性，延长贮藏期，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。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。

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。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。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,只有维持正常的生命过程,才能正常地发挥耐贮性、抗病性的作用，延长贮藏期限。

在蔬菜贮藏时，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。蔬菜的耐贮性、抗病性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，这样才尽可能延缓耐贮性、抗病性的衰变。只有内因良好、外因有利，才有可能完成蔬菜贮藏的任务。

一、呼吸生理

蔬菜收获后光合作用基本停止，呼吸作用成为采后生命活动的主导过程。蔬菜收获后干物质不仅不能再增加，而且不断被消耗，因此，从减少物质消耗的角度来讲，收获后应尽可能降低其呼吸作用。但一切生命活动所需的能量都要依靠呼吸来提供。蔬菜采后，虽然干物质总量不再增加，但仍有许多合成过程，这些过程只能利用蔬菜体内原有的物质，通过分解和再组合来实现。呼吸失调则发生生理障碍，出现生理病害。所以，保持蔬菜采后尽可能低的、又具有正常的呼吸过程，则是新鲜蔬菜贮藏保鲜的基本原则和要求。

(一)蔬菜呼吸的基本原理

呼吸是一种气体交换，即生物吸进氧气放出二氧化碳，其整个过程大约有五十多个生化反应，主要途径有：糖酵解一三羧酸循环一电子传递链。总反应式是：

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow{\text{酶}} 6CO_2 + 6H_2O + 2867kJ$$

植物的呼吸是在氧气的参与下，将体内葡萄糖等有机物质氧化分解成二氧化碳和水。这一反应过程产生的能量，一部分用于生理作用,一部分变成热被消耗掉。

植物在缺氧的条件下,葡萄糖通过糖酵解产生丙酮酸,进一步转化为乙醇和二氧化碳，或转变为乳酸，这一过程称为无氧呼吸。在消耗同等量的底物的前提下，无氧呼吸产生的能量只为有氧呼吸的 1/32,且无氧呼吸产生乙醇、乙醛、乳酸等有害物质,对蔬菜

贮藏极为不利。蔬菜在贮藏过程中，要防止无氧呼吸的发生。

用来衡量呼吸强弱的指标是呼吸强度。呼吸强度的定义是：在一定的温度下，单位时间内一定质量的蔬菜产品吸收的氧气或放出二氧化碳的质量〔mg/(kg·h)〕。若以氧气或二氧化碳的体积(mL）计，称为呼吸系数。呼吸强度反映了物质量的变化，是采后生理中最重要的生理指标之一。

酶是具有高度催化活力的蛋白质，蔬菜贮期的生理活动都需要酶参加。蔬菜收获后，虽然物质的分解加快，合成减弱，但发展总趋势是从幼嫩向衰老过渡，同样需要合成一些特殊的酶来完成。蔬菜贮期新物质产生的越慢越好，改变贮藏环境条件，可使蔬菜的呼吸减慢而延长贮存期。

(二)影响蔬菜呼吸的因素

1.蔬菜的种类和品种

不同种类和品种的蔬菜呼吸作用差异很大，这是由遗传特性决定的。蔬菜产品的器官、生理年龄、收获期不同，其呼吸作用也有很大差别。一般来说，叶菜类呼吸强度最大，幼嫩的组织比成熟的组织呼吸强度大，鳞茎、块茎蔬菜呼吸强度最低。南方蔬菜比北方蔬菜呼吸强度大，夏季蔬菜比秋冬季蔬菜呼吸强度大，晚熟品种比早熟品种呼吸强度大。几种蔬菜的呼吸强度见表 1-9和表 1-10。

表 1-9　几种蔬菜在 0～2℃时的呼吸强度　单位：$mgCO_2/(kg\cdot h)$

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	14.7①	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

①为 5℃下的呼吸强度。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

表 1-10　几种蔬菜的早、晚熟品种呼吸强度比较　单位：$mgCO_2/(kg \cdot h)$

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

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)。

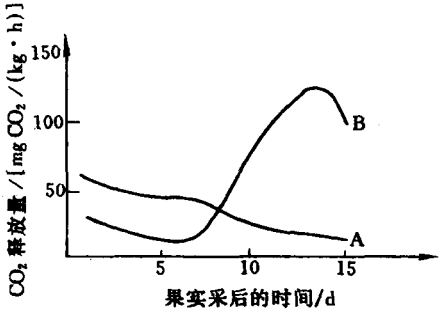

图 1-1　不同类型果实从生长结束到成熟的呼吸模式

A—非跃变型(如黄瓜)　B—跃变型(如番茄)

2.发育年龄和成熟度

一般生长期采收的蔬菜，呼吸强度很高，各种机能非常活跃，衰老变质很快，贮藏很困难。充分成熟的老熟蔬菜，呼吸强度很低，表面又形成良好的保护结构，为贮藏创造了极为有利的条件。对跃变型蔬菜，设法推迟跃变高峰的到来，能延长蔬菜的贮藏期。

3.温度

在一定范围内，温度升高，酶活力增强，呼吸强度随之而增大。

通常在 5～35 ℃之间,温度每上升 10℃ ,呼吸强度增大 1～1.5倍,即温度系数 $Q_{10}=2\sim2.5$。不同品种、不同成熟度、不同环境条件,它们的温度系数是不同的(见表 1-11)。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，会使呼吸强度增大很快。

表 1-11　几种蔬菜呼吸的温度系数同温度范围的关系

种　类	0.5～10℃	10～24℃	种　类	0.5～10℃	10～24℃
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

但蔬菜贮藏并不是温度越低越好,许多喜温蔬菜如茄果类,部分瓜果和豆类,以及姜、芋头、百合、甘薯等,都有一个适宜低温的限度,低于此限度,就会引起呼吸代谢反常,招致冷害。此外,经常波动的温度对细胞原生质有刺激作用,因而促进呼吸,所以蔬菜贮藏应力求库温恒定。

4.空气成分

正常空气中,氧气所占比例为 20.9% ,二氧化碳为 0.03% ,适当降低氧气含量,升高二氧化碳含量,既可抑制呼吸,又不干扰正常代谢。实践证明，如果将空气中氧气含量降到 10% 以下,就会明显降低蔬菜呼吸作用,但这种氧气含量降低有一极限,当氧气含量小于 2%时，许多蔬菜产生生理伤害，这主要是由于无氧呼吸,从而积累了大量的乙醇、乙醛等有害物质的结果。二氧化碳浓度高于 0.03%时，对蔬菜呼吸均有抑制作用，它能保持蔬菜绿色素和维持蔬菜硬度,但浓度过高时二氧化碳会引起异常代谢,产生生理障碍。不同蔬菜,二氧化碳分压的上限值不同,多数在 5% 以下能正常生存。

5.湿度

蔬菜种类不同,对湿度的要求也存在很大差别,如大白菜、菠菜及某些果菜类，收获后稍经晾晒或风干，有利于降低呼吸强度，增强耐贮性。洋葱、大蒜头等贮藏要求低湿，低湿可抑制呼吸作用,保持休眠状态,延迟发芽。但薯芋类蔬菜则要求高湿,干燥反而会促进呼吸，产生生理病害。所以蔬菜贮藏要根据其种类来确定贮藏环境的湿度。

6.机械伤害和病虫害

植物体受伤以后，呼吸强度急剧增加，这种呼吸称为伤呼吸，任何机械损伤，即使是轻微地挤压或摩擦，都会引起蔬菜的伤呼吸。机械伤害和病虫害造成的伤口能引起微生物感染，导致蔬菜腐烂变质,所以蔬菜收获及收获以后,要尽可能避免损伤。

7.其他物理化学因素

利用^{60}Co(钴 60)产生的 γ射线是一种电离射线，适当强度的γ射线照射蔬菜可贮存较长的时间。如马铃薯和大蒜经用 5000～10000C/kg 的 γ射线照射后,至少可贮存 1 年。多种植物生长调节剂有促进或抑制呼吸的作用。乙烯 (Eth)是典型的刺激呼吸上升的物质，萘乙酸甲酯也能增强蔬菜的呼吸作用，青鲜素(MH)、矮壮素(CCC)、比久(B_9)、6-苄基腺嘌呤(BA)、2,4-D等均具有抑制呼吸的作用。

(三)呼吸与采后保鲜的关系

1.呼吸消耗和呼吸热

蔬菜在呼吸过程中消耗底物并放出热量，这种热叫呼吸热。蔬菜采后的呼吸消耗是干物质的净消耗，无疑这种消耗应该越少越好。据计算,1mol葡萄糖通过有氧呼吸，完全氧化为二氧化碳和水时,约有 55% 的能量以热的形式释放出来，释放出的呼吸热会使环境温度升高，对蔬菜贮藏保鲜是不利的，这也是蔬菜在采后要尽快、尽可能地降低其呼吸强度的原因。但一切降低呼吸强度的措施，都必须以不违背蔬菜正常的生命活动为原则。

2.呼吸失调与生理障碍

蔬菜贮期如果管理不善，就会使无氧呼吸加强或呼吸途径的某一环节出现异常情况，产生生理紊乱，这都属于呼吸失调。由于呼吸失调，在某些生理环节上酶或酶系统受到破坏，呼吸反应就会在此受挫或中断，并积累氧化不完全的中间产物。这种呼吸失调必然造成生理障碍，这是生理病害的根本原因。蔬菜一旦发生了生理病害，就会影响它的商品价值和食用价值。

3.呼吸的保卫反应

呼吸的保卫反应主要针对植物处于逆境，受到伤害和病虫侵害时，机体内表现出的一种积极的生理机能。伤呼吸就是保卫反应的一个例证。随着成熟衰老的进行，蔬菜组织的代谢活性降低，必然使呼吸的保卫反应削弱，使其容易感染病害。另外伤呼吸的进行，使呼吸消耗和呼吸热增加，水分散失增多，这对蔬菜品质的保持无疑将带来危害。呼吸保卫反应受遗传特性影响，抗病耐贮的品种,反应迅速而强烈 抗病性弱的品种,则反应迟缓,不明显，甚至不发生反应。

二 、 蒸 腾 生 理

新鲜蔬菜含水量很高，一般达 65%～96% ，在贮藏中容易因蒸腾脱水而引起组织萎蔫。植物细胞只有水分充足，膨压大，才能使组织呈现坚挺脆嫩的状态，显出光泽并有弹性。如水分减少，细胞膨压降低，组织萎蔫，光泽消退，蔬菜就失去新鲜状态。蔬菜失鲜主要是蒸腾脱水的结果。

(一)蒸腾、萎蔫对贮藏的影响

蔬菜蒸腾脱水最明显的现象就是失重和失鲜。失重是数量方面的损失，包括干物质和水分两方面的损失，但主要是失水。失鲜是质量方面的损失，当蒸腾失水达到 5%时，就会引起组织萎软，失去新鲜状态。蒸腾脱水还引起‘ 糠心 ”,使黄瓜、蒜苔组织变成乳白色海绵状，直根、块茎类蔬菜甚至会出现内部“ 空心 ”。轻度脱水,可以使冰点降低,提高抗寒能力,并且组织较为柔软,有利于减

少运输和贮藏处理时的机械伤害。洋葱、大蒜收获后充分晾晒,使外表的鳞片干燥成膜质,具有降低呼吸,加强休眠,减轻腐烂的作用。严重脱水,细胞浓度增加,引起细胞中毒,一些水解酶的活力加强,加速某些物质的水解过程。

蒸腾、萎蔫会严重影响蔬菜的耐贮性、抗病性。从表 1-12 看出,组织脱水萎蔫程度越大,抗病性下降越剧烈,腐烂率就越高。用塑料帐或塑料袋贮存蔬菜时,蒸腾还会引起结露现象,由于结露所形成的凝结水本身是微酸性的,一旦滴落到蔬菜表面上,极有利于病原菌侵染,导致贮藏品腐烂增加。所以贮藏时要尽可能防止结露现象,其解决的办法是尽量缩小温差,保持库温恒定。

表 1-12　　萎蔫对甜菜染病的影响

处　理	腐烂率/%
新鲜材料	—
萎蔫 7%	37.2
萎蔫 13%	55.2
萎蔫 17%	65.8
萎蔫 28%	96.0

(二)影响蒸腾作用的因素

1.表面组织结构

蒸腾是指植物体内的水分通过植物体表面的气孔、皮孔或角质层而散失到大气中的过程,所以蒸腾与植物的表面结构有密切关系。一般角质层不易透过水,但由于其上夹杂有裂缝及吸水物质,因而植物体内的水分可通过角质层散失到大气中。气孔是植物蒸腾的主要通道,许多因素如水、温度、光和二氧化碳等,影响气孔开闭,从而决定蒸腾作用的强弱。皮孔的蒸腾量很小。不同蔬菜表面组织结构不同,蒸腾作用差异很大,通常是叶菜类蒸腾最强,果菜类次之,根菜类最弱。

2.细胞持水力

一般原生质内亲水性胶体含量高，可溶性固形物含量高，细胞就具有较高的渗透压，因此有利于细胞保水，阻止水分蒸腾。另外，细胞间隙的大小可影响水分移动的速度，细胞间隙大，水分移动阻力小,移动速度快,有利于细胞失水。

3.空气湿度

影响蔬菜采后蒸腾作用的关键性环境因素是空气相对湿度，相对湿度是指空气中实际所含的水蒸气量（绝对湿度）与当时温度下空气所含饱和水蒸气量（饱和湿度）之比。在一定的温度下，空气的饱和蒸汽压大于实际蒸汽压时（即存在饱和差时），水分便开始蒸发，因此空气从含水物体中吸取水分的能力决定于饱和差的大小。蔬菜组织中充满水，蒸汽压一般是接近饱和的，只要组织中蒸汽压高于周围空气的蒸汽压，组织内的水分便外溢，其快慢程度与两者之差成正比(表 1-13)。

表 1-13　　不同温、湿度与蒸汽压差的关系　　单位 :10^{-3}Pa

相对湿度 / % / 温度 / ℃	100	90	70	50
0.0	0	0.62	1.83	3.06
2.2	0	0.72	2.15	3.59
4.4	0	0.84	2.51	4.19
10.0	0	1.23	3.68	6.15
21.0	0	2.51	5.71	12.50

相对湿度表示环境空气干湿的程度，是影响蔬菜蒸腾的重要因素。但它要受温度的影响，温度增高可加速水蒸气分子的运动，减低细胞胶体的黏性，从而促进蒸腾作用。此外空气流速也会改变空气的绝对湿度，从而影响蒸腾作用。值得注意的是，贮藏中对空气湿度的控制，既要密切注意到对产品蒸腾作用的影响，又必须兼顾到微生物活动的影响，因为空气湿度也是制约微生物活动的因素之一。

需要全本请访问 www.ertongbook.com