

317

197



齐学礼 蒋如生 编著

蔬菜贮藏 保鲜技术

天津科学技术出版社

蔬菜贮藏保鲜技术

齐学礼 编著
蒋如生

天津科学技术出版社

责任编辑：鞠珮华

蔬菜贮藏保鲜技术

齐学礼 编著
蒋如生

*

天津科学技术出版社出版
天津市赤峰道 130 号
天津市武清县永兴印刷厂印刷
新华书店天津发行所发行

*

开本787×1092毫米1/32 印张 3 字数 60 000

1991年 5 月第 1 版

1991年 5 月第 1 次印刷

印数：1—4 910

ISBN 7-5308-0936-9/S·72 定价：1.90元

内 容 提 要

《蔬菜贮藏保鲜技术》是一本实用性较强的农业科学技术普及读物，作者根据多年技术实践经验及有关资料编写成册。首先阐述了贮鲜的基础理论，并以此为依据，分别论述贮藏保鲜采用的方式、注意事项、几种常用的保鲜剂使用方法；文章重点而具体介绍了黄瓜、番茄、大白菜等17种主要蔬菜贮藏保鲜的新技术。本书内容丰富，既有基础理论，又有实用技术，图文并茂。可供从事蔬菜贮鲜工作的技术人员和管理人员，农村蔬菜生产者参考。

前 言

蔬菜贮藏保鲜是当前缓解蔬菜生产不稳定性和市场需求均衡性矛盾的一种方法；也是旺吞淡吐调剂市场供应和保护生产，增加菜农收入的一条有效措施。为此编写了《蔬菜贮藏保鲜技术》这本小册子。本书分别介绍：蔬菜贮藏保鲜的基本原理；贮藏保鲜的方式、注意事项及保鲜剂等，并重点介绍了各种蔬菜贮藏保鲜的实用新技术。文字通俗易懂，深入浅出。可供蔬菜生产者和农业科技人员参考。

由于水平有限，内容上缺点、错误在所难免，请广大读者批评指正。

编 者

目 录

蔬菜贮藏的基本原理

- 一、蔬菜的主要化学成分..... (1)
- 二、蔬菜贮藏过程中的生理变化..... (7)

蔬菜贮藏保鲜的几种方式

- 一、低温贮藏..... (25)
- 二、气调贮藏..... (25)
- 三、减压贮藏..... (31)
- 四、化学处理贮藏..... (31)
- 五、辐射贮藏..... (32)
- 六、溶液贮藏..... (32)
- 七、冷藏贮藏..... (32)
- 八、速冻贮藏..... (33)

蔬菜贮藏保鲜应注意的事项

- 一、农田栽培期间..... (37)
- 二、防病..... (37)
- 三、精选贮藏蔬菜..... (38)
- 四、选择建库地点..... (38)

蔬菜贮藏常用的几种保鲜剂

- 一、乙烯脱除剂和抑制剂..... (39)
- 二、脱氧剂..... (40)
- 三、防腐剂..... (41)
- 四、吸湿剂..... (42)

各种蔬菜贮藏保鲜技术

- 一、番茄贮藏..... (43)
- 二、黄瓜贮藏..... (48)
- 三、柿子椒贮藏..... (50)
- 四、大白菜贮藏..... (53)
- 五、菜花贮藏..... (65)
- 六、芹菜贮藏..... (68)
- 七、菠菜贮藏..... (71)
- 八、香菜贮藏..... (74)
- 九、萝卜贮藏..... (74)
- 十、莴笋贮藏..... (76)
- 十一、蒜薹贮藏..... (77)
- 十二、马铃薯贮藏..... (79)
- 十三、葱头贮藏..... (83)
- 十四、莲藕贮藏..... (85)
- 十五、大蒜贮藏..... (86)
- 十六、生姜贮藏..... (86)
- 十七、芋头贮藏..... (88)

蔬菜贮藏的基本原理

一、蔬菜的主要化学成分

蔬菜的化学组成中，水占的比例最大。一般蔬菜含水量都高达85~95%。由于蔬菜含水量高，为微生物活动创造了良好条件，对贮藏很不利。因此，蔬菜被列为易离商品。然而水是蔬菜维持正常生命活动必不可少的物质，也是保证蔬菜鲜嫩品质的基础，贮藏过程中采取许多措施是为了防止水分蒸发，保持蔬菜新鲜状态。

蔬菜除含有水分外，还含有一定数量的干物质，干物质中包括有机物和无机物。有机物主要指糖、淀粉、色素、维生素、有机酸、氨基酸和蛋白质等。无机物是指各种矿物质，如钙、磷、铁、硫等。

1. 糖和淀粉：蔬菜中糖主要是果糖、葡萄糖、蔗糖。各种糖的比例因蔬菜种类不同而有差异。蔬菜含糖量不高，主要作为维持贮藏期间正常生命活动所需能量的来源。并因蔬菜在贮藏期间不断地消耗糖而逐渐降低。

淀粉是植物贮存营养物质的一种形式。一般蔬菜淀粉含量很低甚至于完全没有。有些蔬菜如马铃薯、藕、芋头等淀粉含量相当高，既可做蔬菜食用，又可代替粮食，而且还是淀粉饴糖工业的重要原料。淀粉不能直接利用，只有在淀粉水解酶的作用下水解成葡萄糖后，才能成为呼吸基质，因此

这些蔬菜比较耐贮藏。

2. 氨基酸和蛋白质：氨基酸在蔬菜体内一部分呈游离状态，称为自由氨基酸；一部分呈结合态，即组成蛋白质。而蛋白质又是生物体最重要的物质。另外，在生物体内起着催化作用的酶，主要成分也是蛋白质，因此，生物体内的蛋白质一旦失去活性，全部新陈代谢就会停止。整个生物体也就死亡。

蔬菜内的氨基酸和蛋白质含量不高。但有些蔬菜如豌豆、蚕豆、马铃薯和甘蓝等，氨基酸的含量则较高，对于供应人体氨基酸有一定作用。蔬菜还可提高人体对其它食物中蛋白质的消化率。许多研究证明人体对米、肉、鱼和蛋中的蛋白质的吸收率只有75%左右，如果多食蔬菜，粮食中的蛋白质消化率可增高到85~90%，这是因为蔬菜中含有的维生素、矿物质和独特的风味，能增进消化液的分泌。

蔬菜中酶的种类很多，各种蔬菜也不完全相同，温度对酶的活性影响也很大。在贮藏中如温度较高，可以增强酶的活性，促进蔬菜的新陈代谢活动，从而加速蔬菜衰老的速度，缩短贮藏时间，因此，蔬菜贮藏时要力求获得适宜的低温，以便抑制酶的活性，获得良好的贮藏效果。

3. 色素：蔬菜的颜色是由多种色素混合形成的。随着成熟期的不同和环境条件的改变，蔬菜的颜色也进行着种种变化，不同的颜色是由色素种类和比例以及相互影响决定的。

蔬菜所表现的绿色，是由于细胞内存在着叶绿素使然。叶绿素有两种，即叶绿素a和叶绿素b。叶绿素a为蓝绿色，叶绿素b为黄绿色，蔬菜绿色愈深，其中叶绿素a比例愈大。

叶绿素不溶于水，在氧和阳光下容易被破坏。生长在田间的绿色蔬菜，细胞中的叶绿素可一边分解一边合成，它们始终保持绿色，收获后则失去叶绿素合成的功能。因此，蔬菜在贮藏期间由于叶绿素的分解逐渐褪绿，而降低质量呈现黄色。橙黄色或红色的色素物质统称为类胡萝卜素。它包括胡萝卜素和胡萝卜素的氧化衍生物，叶黄素，番茄红素，辣椒红素等。

胡萝卜素和叶黄素不仅存在黄色蔬菜之中，绿色蔬菜体内也普遍存在。而且绿色愈深胡萝卜素含量也愈高。但由于在叶绿素呈现的绿色掩盖了黄色的颜色，所以它表现不出来。一旦叶绿素被破坏，胡萝卜素和叶黄素的颜色便呈现出来，绿色蔬菜便因此而失绿变黄。

番茄红素存在红色番茄之中，黄色番茄只含胡萝卜素和叶黄素，不含番茄红素。番茄红素在番茄中的含量随果实的成熟度而增加，温度对番茄红素的形成有很大影响。30℃以上的温度可抑制它的合成，在30℃以下的温度范围内温度愈高，番茄红素合成的速度愈快。低氧环境和CO₂气体也可抑制番茄红素的合成。

辣椒红素和辣椒黄素是辣椒果实特有的类胡萝卜素。除此之外，辣椒果实内还含有叶黄素和丰富的胡萝卜素。辣椒橙黄果的类胡萝卜素含量为青果的10倍，红果为青果的35倍。

紫菜头和心里美萝卜的颜色是它们的细胞含有花青素的结果。

4. 维生素：蔬菜是人体维生素的重要来源。人体生理活动需要多种维生素，而多种维生素又不能人体内合成，

必须依赖于食物的补充，蔬菜中含有人体极为重要的多种维生素见表1，其中起重要作用的有维生素A和维生素C。

5. 维生素A：人体如缺乏维生素A，轻则表现夜盲症，重则失明；儿童如果缺乏维生素A则身体发育不良。另外维生素A还可增强人体的抵抗力。

蔬菜并不含维生素A，但它含有胡萝卜素，被人食后，胡萝卜素通过肠道吸收进入肝脏，在酶的作用下，胡萝卜素分解成维生素A，因此，胡萝卜素又称维生素A原。蔬菜中的胡萝卜素有三种，即 α 、 β 和 γ 胡萝卜素。一个分子的 β 胡萝卜素，分解后可形成两个分子的维生素A。而 α 和 γ 胡萝卜素分解后只能形成一个分子的维生素A。从表1中可以看出米、面和肉中维生素A含量很少。而蔬菜胡萝卜素含量较多。健康的成年人每日需维生素A 3~4毫克，儿童和孕妇日需要量为7~8毫克。

蔬菜在长期贮藏中，胡萝卜素含量也会逐渐减少。有人试验：胡萝卜收获后贮藏到翌年3月，胡萝卜素的损失量为28.6~46.8%。

6. 维生素C：人体如果缺乏维生素C则会发生坏血病。因此，维生素C又称抗坏血酸。在人们日常生活当中除乳、蛋外，米、面、肉都不含维生素C。而蔬菜和水果中含量很高。因此，蔬菜是人体维生素主要来源。

维生素C不稳定，在高温、氧气和阳光下，很快就被破坏，而且易溶于水，因此，蔬菜最好食用新鲜的，烹调加热的时间尽可能短。

维生素C在蔬菜体内可被抗坏血酸氧化酶破坏，因而各种蔬菜在贮藏期间维生素C含量总的趋势是逐渐下降。菠

表1 各种蔬菜主要营养成分含量表
(毫克/100克可食部分)

种 类	胡萝卜素	维生素 C	钙	磷	铁
番 茄	0.31	11	8	37	0.4
茄 子	0.04	3	22	31	0.4
辣 椒	1.56	10.5	7	38	0.5
丝 瓜	0.32	8	28	45	0.8
苦 瓜	0.08	84	18	29	0.6
黄 瓜	0.26	14	25	37	0.4
南 瓜	2.40	4	11	9	0.1
冬 瓜	0.01	16	19	12	0.3
油 菜	1.59	61	140	52	3.4
甘 蓝	0.01	39	62	28	0.7
菠 菜	2.96	31	70	34	2.5
韭 菜	3.49	19	56	45	1.3
芹菜(茎)	0.11	6	160	61	8.5
芹菜(叶)			612	71	0.4
雪里红(鲜)	2.69	83	235	64	3.4
牛及菜(青)	0.32	19	20	29	1.8
薹 菜	2.14	28	100	37	1.4
苋 菜	1.92	35	200	46	4.8
莴笋(茎)	0.02	1	7	31	2.0
莴笋(叶)	2.14	15	38	37	1.1
香 椿	0.93	56	110	120	3.4
大 白 菜	0.11	24	33	42	0.4
小 白 菜	1.03	36	86	27	1.2
藕	0.02	25	19	51	0.5
白 萝 卜	0.02	30	49	34	0.5
红 萝 卜			61	28	0.7
胡 萝 卜	2.8	8	19	23	1.9

续

种 类	胡萝卜素	维生素 C	钙	磷	铁
芥 蓝			22	33	0.3
胡萝卜 (黄)	4.0	8			
荠 菜	3.20	55	420	73	6.3
马 铃 薯	0.01	1.8	11	59	0.9
芋 头	0.02	4	19	51	0.6
大 葱	1.2	14	12	46	0.6
小 葱	1.6	12	63	28	1.0
蒜 苗	0.20	42	22	53	1.2
洋 葱	微量	8	40	50	1.8
豌 豆	0.15	14	13	90	0.8
苹 果	0.08	5	11	9	0.3
机 米	0	0	10	100	1.0
标 准 面	0	0	38	268	4.2
猪 肉	0	0	11	170	0.4
鸡 蛋	1440	0	55	210	3.2

菜、菜豆、豌豆等在贮藏中维生素C极不稳定，在20℃温度条件下，1~2天维生素C可减少到原含量的30~40%，一般来说低温（0~2℃）对维生素C的保存有利。

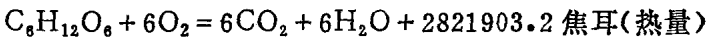
7. 矿物质：蔬菜中含有多种矿物质。如钙、磷、铁、硫、镁、钾、碘、铅、砷、铜等，其中钙、磷、铁对人体营养较重要。各种蔬菜主要矿物质的含量参见表1。蔬菜中矿物质，除为组成人体组织的重要成分外，还对保持人体血液和组织液中一定的pH具有重要作用。人体新陈代谢中不断产生硫酸、磷酸、碳酸等酸类，需要碱性物质中和，而蔬菜中矿物质钙、铁、钾等是碱性的。因此，日常生活中经常食

用蔬菜可使体内的酸碱平衡。

二、蔬菜贮藏过程中的生理变化

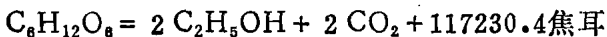
(一)蔬菜的呼吸作用和贮藏的关系

蔬菜在贮藏期间生命活动表现最明显的是呼吸作用。贮藏新鲜蔬菜的全部技术，应当以保证正常呼吸作用的进行为基础。呼吸作用的本质是在氧参加下进行的一种缓慢的氧化过程，将蔬菜体内复杂的有机物分解为简单的物质，并释放出能量，如以葡萄糖作为呼吸基质时，则将葡萄糖分解成二氧化碳和水。其化学变化用下列反应式表示：



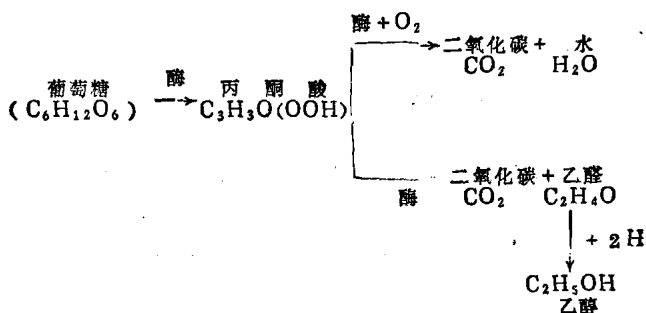
这个反应式表明，1摩尔（180克）葡萄糖被氧化后，放出6摩尔的二氧化碳和6摩尔的水，同时释放出2821903.2焦耳的能量来。

呼吸作用是一个极其复杂的过程，上面的反应式只表示呼吸的开始和终止，没有表示出中间的过程来。实际上要比这个复杂得多，葡萄糖是逐步被氧化的，能量也是一点点释放出来的。放出的能量一部分被植物细胞所利用，其中极大部分以热的形式散发出来，这在贮藏过程中称为呼吸热。这种呼吸作用的全部过程都是在有氧和酶的参加下进行的。现代植物生理学家，已经找到呼吸作用各个中间过程的酶。如果把蔬菜密闭在不透气的容器内，使之与外界空气隔绝，那么在这种条件下，蔬菜在短时间内仍可进行呼吸作用，称为无氧呼吸。由于这种呼吸和酵母菌发酵过程类似，因此，又称为糖酵解，如果仍以葡萄糖作为呼吸基质，则其反应式是：



即 1 摩尔的葡萄糖，在无氧情况下分解时，可以得到 2 摩尔酒精和 2 摩尔二氧化碳，释放出 117230.4 焦耳能量。无氧呼吸在蔬菜贮藏过程中是经常出现的现象。埋在沟里的萝卜，当沟内积水时就会进行无氧呼吸。利用调节气体成分的方法贮藏蔬菜时，如果氧气控制得过低，则蔬菜就要发生无氧呼吸。有时贮藏的蔬菜，特别是一些果菜类，虽然并不缺乏氧气，但果实易过熟而衰老，或受低温等不良条件的影响，蔬菜本身生理机能失调，阻碍了对氧气的吸收。在这种情况下，蔬菜内部组织得不到氧气而发生部分无氧呼吸。拿无氧呼吸和有氧呼吸相比较，可以看到同一个克分子的葡萄糖，有氧呼吸要比无氧呼吸释放出的能量多。因而有氧呼吸可以经济地利用呼吸基质；而无氧呼吸基质消耗得很快。另外，有氧呼吸最终产物是水和二氧化碳。无氧呼吸最终产物是酒精和二氧化碳。酒精对有机体是有毒的，如果在蔬菜体内积累过多，则细胞组织便因酒精中毒而死亡，致使贮藏的蔬菜腐烂败坏。因此，贮藏蔬菜时，要避免无氧呼吸的发生。

有氧呼吸和无氧呼吸存在着什么关系，现已查明，植物呼吸的最初阶段是没有氧参加的，还是以葡萄糖作为呼吸基质为例，首先，在酶的参加下，葡萄糖经过复杂的分解过程，分解成一种丙酮酸化合物，这个阶段是没有氧参加。丙酮酸生成后，如果在有氧的情况下，则按照有氧呼吸的轨道，逐步被氧化，最后形成二氧化碳和水。如果在无氧情况下，丙酮酸继续在酶的作用下，分解成二氧化碳和乙醛，乙醛再进一步被还原成乙醇。

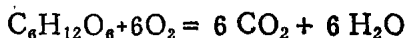


(二) 呼吸系数和呼吸强度与贮藏的关系

1. 呼吸系数：呼吸系数又称呼吸商。以RQ表示。呼吸系数是指植物在呼吸作用中释放出的二氧化碳气体和吸收氧气的体积比值。蔬菜贮藏研究工作中，测定呼吸系数对于了解呼吸作用的状态和所利用的呼吸基质有一定的作用。

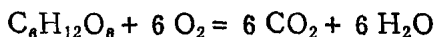
$$\text{呼吸系数 (RQ)} = \frac{\text{VCO}_2}{\text{VO}_2}$$

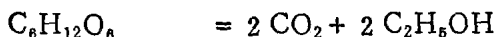
蔬菜呼吸系数大小首先和呼吸状态有关系。以葡萄糖为呼吸基质进行有氧呼吸时，呼吸系数等于1。无氧呼吸时则大于1。有氧呼吸系数计算如下：



$$\text{RQ} = \frac{6\text{CO}_2}{6\text{O}_2} = 1$$

贮藏蔬菜除进行正常的有氧呼吸外，还常常因为组织的衰老或氧气不足等原因进行部分无氧呼吸。无氧呼吸系数计算如下：





$$\text{RQ} = \frac{8 \text{CO}_2}{6 \text{O}_2} = 1.33$$

在这种情况下，无氧呼吸的比例愈大，呼吸系数则愈大。相反无氧呼吸的比例愈小，呼吸系数愈接近 1。

呼吸系数的大小和贮藏环境中氧气的含量有密切关系。在30~33℃的条件下，测定红色番茄的呼吸系数与贮藏环境中氧气含量的关系见表 2。

表2 不同氧浓度番茄呼吸系数的变化

O ₂ (%)	0.2	0.5	1.0	2.2	3.9	6.3	13	19.4
瞬时呼吸系数	3.12	4.04	2.01	1.33	1.0	1.04	1.0	1.03

从表 2 中可看出，在氧气含量较低的环境中，番茄因不能获得足够的氧，而进行无氧呼吸，其呼吸系数比 1 大得多。随着氧气浓度的增高，有氧呼吸比例逐步增加，呼吸系数接近于 1。番茄在含氧 3 % 的环境中已能正常的进行有氧呼吸。测定豌豆苗的呼吸系数发现：当空气中氧的含量下降到 10 % 时，其呼吸系数为 1.04 尚属正常，当空气中氧气降到 7.5 % 时，呼吸系数升高到 2.36，此时已发生了无氧呼吸见表 3。这说明蔬菜种类不同对于低氧的适应能力也不同。处于生长旺盛的器官对氧的需求较高，如环境中氧气含量稍低，就会发生无氧呼吸，呼吸系数随即升高。另外，呼吸系数的大小和所被利用的基质有关系。当呼吸基质是糖时，呼吸系数等于 1；呼吸基质为一些含氧较高的有机化合物时，如有机酸等，呼吸系数大于 1；而当呼吸基质是蛋白质或脂肪等化合