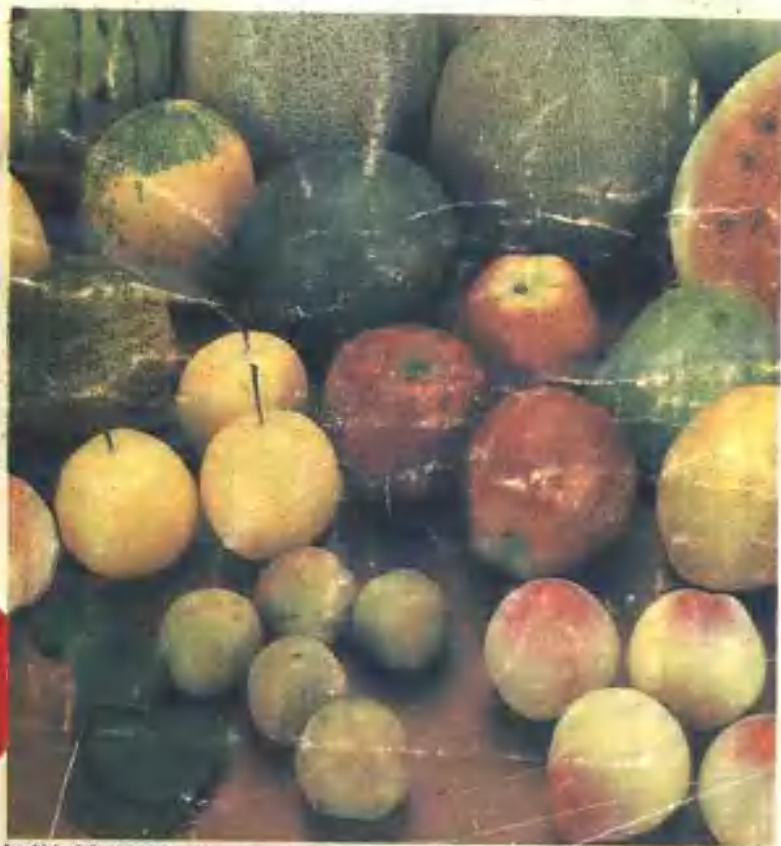


SHUIGUO ZHUCANG BAOXIAN

致富实用新技术丛书

水果贮藏保鲜

陈 峰 编著



安徽科学技术出版社

60.8
2.5

致富实用新技术丛书

水果贮藏保鲜

陈峰 编

安徽科学技术出版社

(皖)新登字02号

责任编辑：刘三珊

封面设计：黄 强

致富实用新技术丛书

水果贮藏保鲜

陈峰 编

安徽科学技术出版社出版

(合肥市九州大厦八楼)

邮政编码：230063

安徽省新华书店经销 池州印刷厂印刷

开本：787×1092 1/32 印张：3 字数：64000

1992年8月第一版 1992年8月第一次印刷

印数：3 000

ISBN7-5337-0808-3/S·135 定价：2.20元

前 言

当前，随着我国农村经济的发展和水果消费的增长，水果生产愈来愈扩大。由于水果生产的地区性和季节性较强，收获期集中，形成明显的淡旺季。旺季供过于求，容易造成浪费，淡季供不应求，不能满足消费需要。只有通过贮藏来以旺补淡，调剂余缺。如贮藏方法不当，就会发生烂果，造成经济损失。

过去广大果农曾创造了一些土法保鲜办法，积累了许多好经验。随着科学技术的发达，近年在国内外水果保鲜技术方面又有了新进展。为了把这方面的新技术介绍给广大果农和经营者，本人对国内外水果贮藏保鲜技术资料进行了广泛搜集整理，加上自己在工作实践中的点滴体会，编写成这本小册子，希望能对广大果农及经营者有所帮助。

本书力图内容全面，既着重介绍一些实用、经济、简便的方法，对近年来国内外最新技术和发展趋势也有所反映。

由于时间紧迫，加之本人水平有限，错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

一、水果贮藏保鲜的基本原理·····	1
(一)果实的主要化学成分及其在贮藏中的变化·····	1
(二)果实的呼吸生理对贮藏的影响·····	4
(三)影响呼吸作用的主要因素·····	7
(四)果实生长状况对贮藏的影响·····	9
二、水果贮藏保鲜的基本方法和预贮技术·····	13
(一)贮藏方法·····	13
(二)贮前预处理技术·····	15
三、苹果的贮藏保鲜·····	17
(一)产地简易贮藏·····	17
(二)通风库贮藏·····	21
(三)冷藏·····	23
(四)气调贮藏·····	24
(五)贮藏的病害·····	29
四、柑桔的贮藏保鲜·····	34
(一)地窖贮藏·····	35
(二)通风库贮藏·····	37
(三)塑料小包装和单果包装贮藏·····	38
(四)贮藏的病害·····	40
五、梨的贮藏保鲜·····	47
(一)鸭梨冷藏·····	47

(二) 酥梨窖藏与气调贮藏	43
(三) 香水梨田间贮藏	51
(四) 贮藏的病害	51
六、热带、亚热带水果的贮藏保鲜	53
(一) 香蕉	53
(二) 荔枝	59
(三) 龙眼	62
(四) 芒果	63
(五) 菠萝	64
七、其它水果的贮藏保鲜	66
(一) 葡萄	66
(二) 山楂	70
(三) 猕猴桃	73
(四) 柿子	77
(五) 桃子	80
(六) 樱桃	83
(七) 石榴	84
(八) 西瓜	85
(九) 甜瓜	88

一、水果贮藏保鲜的基本原理

果实在离开植株后，来自植株的水分和养分供给完全中断了，但它仍然是具有生命活动的有机体。而且，果实正是依靠这种生命活力对不良环境和致病微生物有了一定的抵抗能力。果品贮藏，就是研究创造包括控制有害微生物在内的贮藏环境，维持果品缓慢的生命活动，借以延长贮期，保持品质，减少损耗。

（一）果实的主要化学成分及其在贮藏中的变化

1. 水分

新鲜果实含有大量水分，一般为75—90%，水分是维持正常生理活性和保持新鲜品质的必要条件。由于贮藏环境中的水汽压低于果实表面的水汽压，引起果实中水分向外蒸发，造成果皮皱缩，称作果实萎蔫，这是造成果实自然损耗的主要原因。同时萎蔫也是果实失鲜的标志，果实失去新鲜饱满的外观，也容易遭受真菌侵染，不利于长期贮藏。在贮藏实践中一般都采用人工的办法来防止水分蒸发。

2. 糖

糖是果实的重要化学组成。果实中的糖主要有果糖、葡萄糖和蔗糖。蔗糖在转化酶作用下可水解成等量的葡萄糖和果糖。各种果实的含糖量一般为10—20%左右，苹果和梨以

果糖为主，蔗糖较少；柑桔含蔗糖较多，其次为果糖和葡萄糖；桃李杏含蔗糖较多；葡萄和草莓则以葡萄糖和果糖为主。

糖是果实贮藏过程中进行呼吸代谢的基质。随着贮藏时间的延长，糖被逐渐消耗而减少，果实的甜度逐渐降低。贮藏中要控制果实的呼吸代谢速度，降低糖分消耗。

3. 有机酸

果实中含有多种有机酸，主要有苹果酸、柠檬酸和酒石酸，这些酸通称为果酸。苹果和梨等仁果类和核果类中苹果酸含量较多，柑桔类中柠檬酸较多，酒石酸主要存在于葡萄中。

有机酸是决定果实味感的重要成分，也是果实呼吸代谢的基质。尚未成熟的果实含酸量高，往往味感较差，而经过一段时间贮藏后的果实，由于有机酸的大量消耗，常常味感变淡。值得一提的是，苹果在贮藏后期其有机酸消耗比糖的消耗快，因而糖酸比提高，味道变甜。有机酸因呼吸代谢而消耗的速率依贮藏条件而异。一般来说，贮藏条件适宜的果实，酸消耗比不适宜条件下贮藏果实的要慢；反之，含酸量降低得就快。

4. 果胶物质

果胶物质是构成果实细胞壁的主要成分之一。存在于细胞壁间层的果胶物质起着把细胞粘连在一起的作用，它在果实组织中以原果胶、果胶和果胶酸三种形态存在。在未成熟的果实中，果胶物质大部分是原果胶。原果胶不溶于水，粘结性强，原果胶通过纤维素等把细胞与细胞紧密地粘结在一起，使果实坚实脆硬。果实成熟过程中，原果胶在果胶酶的作用下，分解成为可溶性果胶和纤维素，于是细胞间结合松散，

果实绵软，耐贮性变差。霉菌和细菌都能分泌出一种分解原果胶的酶，破坏果实的组织，造成腐烂。

5. 淀粉和纤维素

一般果实中淀粉含量很少，香蕉及晚熟苹果中淀粉含量较多。随着果实的成熟，淀粉在淀粉磷酸化酶、淀粉酶的作用下分解为葡萄糖。

纤维素和半纤维素是构成果实细胞壁的主要成分之一。纤维素可被纤维素酶水解为葡萄糖。

6. 单宁物质

单宁物质又称鞣质，易溶于水，易氧化，有涩味。柿子是单宁物质含量最多的果实，它只有使单宁物质由水溶性状态，经过缩合成不溶性，才感觉不出涩味。适量的单宁同适量的糖、酸相配合，形成果实特有的爽口风味。在果实成熟过程中，单宁含量逐渐降低，果实的味感得到改善。由于单宁物质具有易氧化性，果实受到创伤部位常常发生单宁氧化变色反应，创伤处果肉很快褐变，单宁在儿茶酚氧化酶的催化下，生成相应的醌类物质，醌类物质能抑制有害微生物对果实的侵染。

7. 维生素

果实中含有多种维生素，最主要的是维生素C、A、P、D，是人体保持正常代谢必不可少的。其中维生素C又称抗坏血酸，呈酸性，易溶于水。维生素C在低温下较稳定，在较高的温度下则不稳定。有人测定，浆果类在20℃下贮藏1—2天，维生素的损失率即达30—40%。采后果实在日光照射下也会加速维生素C的破坏。由于这种特性，果品应该避光贮藏。

8. 色素物质

果实中的色素有花青素、黄色素、胡萝卜素和叶绿素。前两种可溶于水，后两种不溶于水。花青素存在于果皮、果肉中，多呈现红、深红、紫红等颜色。果实随着成熟，逐渐生成花青素，集中在果皮的表面，使果实呈现鲜艳的色彩。果实中花青素具有抑制有害微生物的能力。苹果中的红色品种比黄色或绿色品种的抗病力强的原因之一，就是由于红色品种果实中含有大量的花青素的缘故。

未成熟的果实中叶绿素较多，故呈绿色。随着果实的成熟，叶绿素在酶的作用下水解成叶绿醇和叶绿酸盐等溶于水的物质，于是绿色减退，呈现黄色或橙色。许多果实由绿转黄的颜色变化标志着这种果实成熟以致衰老的过程。

(二)果实的呼吸生理对贮藏的影响

果实作为有生命的有机体仍维持着它自身的生命活动，而不断消耗在生长过程中所积累的各种物质并蒸发水分，最明显的表现是呼吸作用。呼吸作用是果实采后最主要的代谢过程，它制约与影响着其它生理生化过程，并同果实的抗病性与耐贮性有着十分密切的关系。

呼吸作用是生活细胞内的有机物质在一系列酶的参与下进行的氧化反应，是将复杂的有机物质缓慢地分解为简单的有机物质，同时释放出能量的过程。这种能量一部分用来维持果品正常生理活动，一部分以热的形式散发出来。呼吸作用可分为两种类型，即有氧呼吸和无氧呼吸。有氧呼吸是在环境氧气充足的条件下，果实的细胞组织从空气中吸收分子

氧，在一系列酶的催化作用下将有机物质氧化分解成二氧化碳和水，同时释放出大量的能量。

在缺氧条件下(氧含量低于2%)进行呼吸，呼吸基质不能彻底氧化，结果形成乙醛、乙醇等物质，同时放出能量。这种呼吸作用实质上近似于发酵作用。

在有氧条件下，果实呼吸产生呼吸热和乙烯气体，温度升高，容易引起腐烂；乙烯浓度增长又会促进果实的呼吸代谢，加速果实的成熟和衰老过程。乙烯是促进果实呼吸及成熟的重要激素。

在缺氧条件下产生的能量仅为有氧呼吸的 $1/24$ ，果实要获得同有氧呼吸一样多的能量，就需要分解更多的呼吸基质，即消耗更多的有机物质。而且，乙醛、乙醇在果实中积累到一定量时，对细胞有毒害作用，会引起生理失调。当果实的正常代谢过程被干扰、破坏，导致无氧呼吸大大加强时，就使果实变质变味，而影响贮藏寿命。

呼吸作用将导致果实中水分和营养物质的消耗，重量减轻和组织衰老；同时呼吸作用又改变着贮藏环境的条件，从而又影响着果实的贮藏寿命。在贮藏期的某一阶段若果实的呼吸强度增大，则意味着消耗养料加速，衰老加快，贮藏寿命缩短。因此当贮藏过程中果实呼吸强度过大，则要采取措施抑制果实的呼吸代谢，延缓果实成熟过程。但不能过分抑制，因为呼吸强度降低到一定程度，果实的正常生理活动将受到破坏，产生生理机能障碍，也相应地削弱了对微生物病原菌侵染的抵抗力，导致腐烂。

因此，果实贮藏时必须经常换气并采取降温措施，防止果堆过热，降低乙烯浓度，控制氧气与二氧化碳的比例。控

制贮藏环境的气体成分，是气调贮藏的重要条件和理论基础。

果实采后的呼吸型式有两种类型。一类是采后初期呼吸强度为逐渐下降趋势，随后一个急骤上升达到顶峰，称为呼吸高峰，然后是逐渐下降衰老。具有这一类呼吸类型的水果主要有苹果、梨、香蕉、李、甜瓜等，被称之为跃变型果实。这类果实的成熟期一般分为三个阶段：跃变前期，此时呼吸强度低；跃变期，此时呼吸强度逐渐加强，直到最大值；跃变后期，此时呼吸强度下降。呼吸跃变即意味着果实成熟，并且进入了果实衰老和崩溃阶段，呼吸强度愈高，果实衰老和崩溃来得愈快。采后成熟过程进行得愈强烈，其贮藏期愈短。另一类是，在采后的整个阶段呼吸强度基本上是缓慢下降的，没有呼吸高峰出现。具有这一类呼吸类型的水果主要有柑桔、葡萄、柿子等，被称之为非跃变型果实。

跃变型果实和非跃变型果实对外部施加的乙烯(外源乙烯)的反应、以及自身产生乙烯(内源乙烯)的情况是不同的。外源乙烯对非跃变型果实只能引起瞬间呼吸的增强反应，当无乙烯时又恢复较弱的呼吸强度，这种反应在果实采后的整个时期可以重复多次，并且自身不产生或产生极微量的内源乙烯。而跃变型果实在呼吸跃变期之前，当乙烯存在时会促使呼吸高峰提前出现，并促进成熟；乙烯对跃变期后的果实无任何激发作用。跃变型果实在外源乙烯的作用下，内源乙烯开始产生，浓度逐渐增大。此时把果实移至无外源乙烯的空气中，果实的呼吸跃变和成熟过程仍能正常进行。

(三)影响呼吸作用的主要因素

贮藏环境因素主要是温度、湿度、气体成分对果实呼吸起着促进或延缓的作用。另外机械损伤和病虫害亦对呼吸强度有一定的影响。

1. 温度

温度是影响果实呼吸作用最主要的环境因素，在一定范围内(一般是在 35°C 以下)，呼吸强度随温度的升高而增大。但是温度过高(如超过 35°C)，果实的呼吸强度会随时间的延长而下降，这主要是由于在不适宜的高温下酶的活性受到抑制或破坏造成的，同时也与过高温度下果肉中氧气供应不足，二氧化碳积累过多，呼吸基质极度消耗等因素有关。适宜的低温可以抑制果实的呼吸作用，使果实维持正常的缓慢的生命活动。但是降湿也有一定限度，各种果实都有自己的最适贮藏温度。不适宜的低温会造成果实的冻害和生理失调。一般来说，生长在温带的果品比较耐低温，如苹果、梨；而生长于热带、亚热带的果品则对低温比较敏感，如香蕉、芒果等。因此，贮藏时在不破坏其正常生活机能的条件下，尽可能维持较低温度，使果实的呼吸作用降低到最低限度。过低或过高的温度都会影响果实的正常生理活性，而忽低忽高温却刺激果实的呼吸，增加营养消耗，缩短贮期。因此，在贮藏中要尽量保持稳定而适宜的低温，以延长果品贮藏期限。

2. 湿度

植物细胞含水量对其呼吸作用有很大影响，果实细胞含水量的多少又与环境湿度有密切关系。在适宜的贮藏条件

下，其水分含量变化不大，因此对呼吸作用的影响亦较小。在高温低湿条件下贮藏，水分蒸腾散失较多时，便会大大促进呼吸作用。这是因为细胞缺水时，酶的水解活性增强，淀粉被水解为可溶性糖，使呼吸基质增加的缘故。同时果实失水较多会导致萎蔫，一般果实的失水率达到5%时，就会呈现萎蔫状态，使果实表面发生皱缩，失去鲜嫩的外观和脆硬的质地。所以，果品贮藏场所及环境应保持适宜的相对湿度。一般果实贮藏时空气的相对湿度在90%左右，并尽可能不使贮藏环境湿度波动太大，减少果实蒸发失水，防止凝结水珠。

3. 气体成分

气体成分是影响果实呼吸作用的另一个重要因素。在贮藏环境中，如果氧气含量提高，则果实呼吸强度增大；如果氧气含量降低，则呼吸强度也随之降低。适当提高二氧化碳含量和降低氧气含量，可抑制果实本身挥发性物质乙烯的合成，抑制果实的呼吸代谢速度，延缓果实的成熟进程，并能明显地抑制微生物的危害。这就是气调贮藏(包括自发性气调贮藏)技术的理论根据。这个方法通常被用作低温贮藏的一种补充。不同的果类及品种适应氧和二氧化碳的含量范围各不相同。

4. 机械损伤

受到机械损伤的果实的呼吸作用会急剧增强。这是果实受伤害后的自卫反应，也是果实对外界刺激的一种适应性。同时，由于细胞结构受到破坏，使酶与呼吸基质更易接触。开放性伤口使果实内层组织与空气的接触面增大，加速了组织内外的气体交换，这是伤害促进呼吸作用的直接原因。另外

损伤又能活化过氧化物酶,这就促进了乙烯的生成,从而促使呼吸作用的增强。损伤还破坏了果实的保护层和伤处组织结构,导致微生物的侵害,并使果实蒸腾作用加强,进一步促进了果实的萎蔫、衰老和腐烂,缩短了果实的贮藏期限。所以长期贮藏的果实不能有明显的机械损伤。

(四)果实生长状况对贮藏的影响

果实品质及其耐贮性在很大程度上取决于其生长的环境条件 and 生产技术条件。即使是在同样的贮藏条件下,由于果实的生产条件不同,其抗病能力和耐贮性也是不同的。这种情况苹果和梨表现得最为明显。

1. 土壤

浅砾石层、砂质和酸性土壤一般钙和硼含量不足,因而生长在这种土壤上的果实很容易发生苦陷病、水心病和低温伤害等病害。生长在中等硬度、施肥充足、有较好的灌溉条件的土壤为最好。

2. 气温

花期低温或者有冻害的果实容易发生苦陷病和水心病。酷热和干旱的夏季能促使果实发生虎皮病、水心病和斑点病。

3. 水分

土壤中水分不足能使果实在贮藏期间加重虎皮病的发生。过度干旱后灌水太多将导致果实出现微小裂痕,这样的果实在贮藏期易感染真菌性腐烂。在果实采收前进行大量灌溉还会使果实在贮藏期间严重失水,过早萎蔫,绵软,发生

苦陷病和水心病。

4. 施肥

氮是果树正常生长和获得高产所必需的营养元素。但也不能施氮肥过多，果实含氮量高，导致其叶绿素的含量增多，合成的花青素减少，影响果实着色。这种果实风味平淡，食之无味。施氮肥过多，还会使果实结构疏松，采收和运输时极易受到损伤。果实含氮量越高，其呼吸强度也越大，贮藏期就越短，并且易发生苦陷病和水心病。这和营养生长期加长、果体增大、果实含钙量少均有密切关系。鲜重100克的果实，含氮量在60毫克以上，贮藏时极易发生腐烂。对于苹果、梨叶片含氮量以叶片绝对干重的2.2—2.6%为宜。且应该在花期过后立即施用，并要掺钙肥和磷肥一起用。

钾肥能提高果树产量，提高果肉密度和含酸量，贮藏时能使果实失水到最低程度。苹果、梨叶片最佳含钾量应该是叶片绝对干重的1.6—1.8%，过多施用钾肥会降低钙的吸收率，破坏果实中矿物质的平衡，加重果实发生苦陷病和果心褐变。

磷肥不能提高果实产量，但果实含磷量低会促使其呼吸强度增强，提高真菌性腐烂和果心褐变率。果实含磷量不足是和挥发性化合物(醇、酯、酸)分解加强有关，因而导致果实内部腐烂加重。每100克果实含磷量低于7毫克时果实易发生褐变。

果实缺钙使果实呼吸强度增强，果实容易衰老。含钙量不足还会引起细胞薄膜解体。如每100克鲜果实的钙含量低于5毫克时，其对生理病害的感病性就会加重。试验表明，当果实中钙含量低于果实绝对干重的0.06—0.07%时，这种果

实不适宜留作长期贮藏。

果树对硼的需要量很少，但缺硼可能会严重影响树木发育状况和果实品质。果实缺硼的表现是多种多样的，如顶梢枯死，在春天里抑制幼芽生长，果实内外木栓化。但硼过剩时，果实也易发生水心病。

5. 品种

不同种类的果实，具有不同的耐贮藏能力。不耐贮藏的果实，往往表现为呼吸旺盛、失水快、果实中营养物质消耗快，迅速丧失风味品质，有的容易发生生理病害。如较耐贮藏的仁果类如苹果、梨和葡萄等，呼吸强度较低；不耐贮藏的核果类，呼吸强度中等；最不耐贮藏的浆果类（不包括葡萄），呼吸强度最高。

就同一种类的果实而言，一般情况是，晚熟品种最耐贮藏，中熟品种次之，早熟品种不耐贮藏。晚熟品种的呼吸强度高于早熟品种，耐贮藏品种的呼吸强度高于不耐贮藏品种。晚熟品种耐贮藏是因为果实生长发育期长，成熟期的气温逐渐降低，果实生长的致密，坚实，有利于抵抗轻度碰压和防止微生物的侵染。晚熟品种果实的酶活动中合成多于水解，营养物质积累较多，有较强的氧化系统，对低温的适应性较好，在贮藏期能保持正常的代谢作用，抵抗微生物的浸染能力较强。早熟品种是在较高温度下生长和成熟的，成熟后在高温条件下贮藏，营养消耗太快，病菌也容易入侵造成腐烂；如在低温下贮藏，容易生理失调导致皱皮发绵而败坏。因此，一般选用晚熟品种贮藏。

6. 成熟度

一般地讲，果实进入完熟过程之前，其耐贮性及抗病性