

果品保鲜贮藏技术

梁国安 康连臣 编著



气象出版社

果品保鲜贮藏技术

梁国安 康连臣 编著

气象出版社

(京) 新登字 046 号

内 容 提 要

本书包括果品保鲜贮藏的意义与一般原理、贮藏方式、贮藏技术、保鲜剂以及果品的采收、分级、包装与运输等内容。本书适合具有初中以上文化水平的果农阅读。

本书还可作为农民技术员培训教材，亦可供农校园艺专业师生及果品营销部门的有关人员参考。

果品保鲜贮藏技术

梁国安 康连臣 编著

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路 46 号)

中国科技信息所印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 全国各地新华书店经销

开本：787×1092 1/32 印张：5.25 字数：121 千字

1994 年 5 月第一版 1994 年 5 月第一次印刷

ISBN 7-5029-1595-8 / S · 0246

印数：1—5500 定价：3.30 元

目 录

第一章 果品保鲜贮藏的意义与一般原理

- 第一节 果品贮藏保鲜在国民经济及生活中的
地位和作用..... (1)
- 第二节 果品在贮藏中的生理变化..... (2)
- 第三节 果实的蒸发、萎蔫与结露..... (10)

第二章 果品采收、分级、包装及运输

- 第一节 果实的采收..... (17)
- 第二节 果实的采后处理..... (20)
- 第三节 果实的分级..... (24)
- 第四节 果品的包装..... (31)
- 第五节 果品的运输..... (34)

第三章 果品的贮藏方式

- 第一节 果品的简易贮藏..... (39)
- 第二节 通风贮藏库贮藏..... (45)
- 第三节 调节气体成分贮藏..... (52)

第四章 保鲜剂

- 第一节 乙烯脱除剂..... (65)
- 第二节 氧气脱除剂..... (69)
- 第三节 涂被保鲜剂..... (71)
- 第四节 杀菌防腐剂..... (76)
- 第五节 植物生长调节剂..... (81)
- 第六节 气体发生剂..... (83)

第七节 气体调节剂.....(94)

第五章 果品贮藏技术

第一节 苹果的贮藏技术.....(102)

第二节 梨的贮藏技术.....(115)

第三节 葡萄的贮藏技术.....(123)

第四节 柑桔的贮藏技术.....(125)

第五节 香蕉贮运保鲜技术.....(133)

第六节 山楂、桃、李、杏、樱桃的贮藏技术.....(138)

第七节 草莓、猕猴桃的贮藏技术.....(147)

第八节 芒果、菠萝、龙眼、荔枝的贮藏技术.....(152)

第九节 柿子、板栗的贮藏技术.....(160)

第十节 甜瓜、西瓜的贮藏技术.....(163)

第一章 果品保鲜贮藏的 意义与一般原理

第一节 果品贮藏保鲜在国民经济及 人民生活中的地位和作用

果品的生产与贮藏保鲜是发展社会主义市场经济的一个重要组成部分，同时也关系到改善人民群众的食品结构。

我国地域辽阔，具有不同的气候、土壤、地势条件。地处温、热、寒三带，果树资源丰富，果品种类繁多。东北气候寒冷，可以种植苹果、山梨、山楂、山葡萄等类果树；华北气候夏热多雨，冬寒晴燥，春多风沙，适宜栽培梨、苹果、海棠、枣、柿、桃、杏、李等多种果树；华中、华东春夏多雨，夏季炎热，冬季温和，可以种植桃、李、梅、樱桃、柑桔、甜橙、猕猴桃等多种果树；华南气候炎热潮湿，夏长冬暖，可栽种龙眼、荔枝、菠萝、香蕉等；西南气候春冬干旱，夏秋多雨，适宜梨、桃、香蕉、菠萝、椰子的生产；西北地区气候干燥，雨量较少，盛产葡萄、哈密瓜、白兰瓜等果品。

搞好果品贮藏保鲜有利于果树生产的发展，有利于更好满足广大人民生活水平日益提高的需要，有利于创汇农业的发展。近年来，我国果树生产发展很快，据不完全统计，全国有果树面积5400万亩，总产1300万吨，人均占有量已达11千克。然而我国果树生产的现状是，生产发展快，增产幅度大，而贮藏运输条件差，贮藏量偏低(占10%)，贮藏技术落后，

运输不及时。因此，造成腐烂损失率在18%以上，个别年份还高达20%左右。

搞好果品的保鲜贮藏，对减少采后损失，调节淡旺季矛盾，实现周年均衡供应是十分重要的。

随着我国国民经济的发展，人民生活水平的提高，对肉类、牛奶、乳制品、蔬菜和水果的需求量大幅度增加。水果蔬菜可在人的体内形成碱性成分，中和酸性高的肉类和蛋类食品，因而人们希望吃食碱性高的果品和蔬菜。另外，很多果品和蔬菜都含有柔软的纤维，食用后可刺激肠壁，具有调节肠功能和促进消化的作用；水果和蔬菜还可以溶解不溶于水的维生素（A、P、E、K等），预防和治疗各种维生素缺乏症；果品中富有矿物质如钠、磷、铁等，对人体生理活动起着重要作用，也是构成人体各种组织不可缺少的成分；果品中还含有丰富的糖类。所以，果品可以称之为高级保健食品，深受消费者欢迎。

第二节 果品在贮藏中的生理变化

果品采收后，其生命活动仍没有停止，还是一个有生命的有机体，继续进行着各种生理活动。随着贮藏时间的延长，果实不断地失去水分和分解本身的营养物质，同时也有新物质的合成，但这种合成是建立在分解果实体内原有物质的基础上，从而本身的外观色泽、质地、风味发生变化；伴随着本身物质的消耗，果实步入后熟和衰老的历程，直至停止生命活动。果品贮藏保鲜的任务就在于延缓这一进程，保持果品的新鲜状态。果实衰老进程的快慢与其采收后的呼吸作用强弱、水分蒸发速度和乙烯产生的快慢有着密切的关系。

一、果品的呼吸作用

呼吸作用是采收后果实生命代谢的中心，也是其生命存在的重要条件。

1. 呼吸作用 果实在进行呼吸作用时，只能将所积累的复杂有机物，如淀粉、糖类、脂肪、蛋白质以及纤维素、果胶等等，经过一系列的生物化学反应而逐渐氧化分解成简单的有机物，最后形成二氧化碳和水，并产生能量。

贮藏的果品所产生的能量，一部分用来维持自身的生命活动，如果实生命活动中水分和其它养分的转移、细胞的变化、淀粉的转化成糖等过程都需要这种能量的作用。没有这种能量，果实连一天也生活不下去。果实呼吸作用所产生的能量促进物质转化，形成一些新的成分时，提供简单的原材料。可以分解病菌的一部分毒害，在机械损伤处形成新的细胞壁，形成木质化、木栓化等组织起愈合作用，使伤害不再扩展。

在呼吸作用的过程中产生的大部分能量，则转变为热能排放出来扩散到周围中去。这个过程中消耗了贮藏场所中的氧气，产生了二氧化碳气，改变了贮藏场所的气体组分，又使贮藏环境的温度升高。若不注意及时排除二氧化碳，就可造成果品损失。总之，果实的呼吸过程是个消耗和衰老过程，呼吸愈旺盛，消耗就越多，衰老愈快，果实的风味、品质在不断改变，这是呼吸作用消极的一面。但是，呼吸作用又有维持果实生命活动的积极作用。

因此，要延长果实的贮藏期限，就要创造有利条件，在延缓果实质消耗的同时，又必须掌握一定限度，不可完全限制果实的正常呼吸。如果果实的正常呼吸、正常新陈代谢作用受到干扰，便会产生生理上的障碍。为此只有全面了解和

掌握果实的呼吸作用，才能合理地控制果实呼吸强度，达到延缓果实的鲜活寿命。

2. 呼吸方式 果实呼吸通常表现为两种方式，即有氧呼吸和缺氧呼吸。有氧呼吸是在氧气的参与下进行的呼吸。在氧气充足的情况下，果实中的淀粉转化为糖，糖再进一步分解为丙酮酸，由丙酮酸再进一步氧化分解为二氧化碳和水，热量也同时排放出来，这种现象称为有氧呼吸。

缺氧呼吸又称分子内呼吸，是在缺氧的情况下进行的，其呼吸基质不能被彻底氧化成二氧化碳和水，而是产生各种分解不完全的产物（如酒精、乳酸等），称为缺氧呼吸。

有氧呼吸和缺氧呼吸所产生的热能相差很大。有氧呼吸可产生大量热能，可使贮藏的温度升高，而缺氧呼吸所产生的热能要比有氧呼吸所产生的热能少24倍之多。果实在缺氧呼吸时，要获得维持生理活动所需要的足够能量，就必须分解更多的呼吸基质，也就是消耗更多的果实内贮藏养料。

缺氧呼吸除了产生二氧化碳外，还产生酒精和乙醛等产物。如果实中酒精积累到0.3%，乙醛积累到0.4%的浓度时，就会对细胞组织起毒害作用，阻碍果实生理机能正常活动，使果实品质恶化，加速果实衰老败坏和死亡。过多的缺氧呼吸是不利于贮藏的。因此，在果实贮藏中要避免任何原因所引起的不正常缺氧呼吸，保持果实正常的呼吸活动。

总之，要达到果品贮藏保鲜目的，既要设法抑制果实的呼吸作用，延缓果实中的物质消耗，又要使果实的呼吸保持正常的水平，保持果实的生命力。氧气供给充足，呼吸的强度就要增加，衰老就会加速；反之限制氧量，可以降低呼吸强度、延缓衰老。但是限制不可过量，否则将引起生理病害，造成果实中毒。增加二氧化碳的浓度，也可以收到抑制

呼吸作用的效果。所以，减少氧量，增加二氧化碳的浓度是果实气调贮藏的重要条件和理论基础。

二、影响果品呼吸强度的因素

果实生命活动在于呼吸，果实生命存活的时间长短，即走向衰老过程的快慢决定于呼吸强度的大小。果实的呼吸强度，可以用仪器测定。一般方法是將果实放于密闭的真空干燥器内，测定果实对氧的消耗量或二氧化碳的释放量。用一千克果实在一小时内呼出的二氧化碳的毫克数来表示，单位为毫克数/千克/小时。测定果实呼吸强度，以控制果实中的物质消耗，从而使果实的衰老减慢。

1. 果实呼吸强度与品种的关系 果实的种类、品种及产地、生长成熟期不同，呼吸强度差异很大，耐贮性也不一样。一般地说，南方生产的果实呼吸强度大于北方生产的果实；伏果的呼吸强度大于秋果；浆果类的呼吸强度最大；其次是核果类、柑桔类。仁果类中苹果呼吸强度较小。同一种类的果实，一般是早熟品种呼吸强度大于晚熟品种。果实呼吸强度大小直接影响果品的耐贮性，呼吸强度越大，耐贮性能越差；呼吸强度越小，耐贮性能越强。

浆果类中的无花果、草莓等呼吸旺盛，不耐贮藏。这些果实成熟后组织柔软，汁液多，很容易创伤腐烂，即使在冷藏条件下，经气调贮藏一般也只能贮存1—3周，葡萄经化学处理后，贮藏时间较长。

核果类中的桃、杏、李等为夏季成熟的果实，组织软而汁多，一般也不耐贮藏，在良好的条件下也只能贮藏一个多月。秋季成熟的桃，肉质细密，要比早熟品种耐贮藏。

柑桔类中的多数晚熟品种也很耐贮藏，可以贮藏3—7个

月。

苹果晚熟品种在一般条件下可贮藏7、8个月。

多数果品早熟品种的呼吸强度大于晚熟品种。山东农科院果树研究所研究了苹果的呼吸强度，以青香蕉、金帅、红星较高，印度、富士次之，国光最低。陕西农校测定，以金帅、红星较高，秦冠次之，小国光最低。晚熟品种的生长发育过程长，而且是在气温逐渐降低的条件下成熟，果实内酶的活动合成多于水解，营养物质积累得也多，有较强的氧化系统，对低温的适应性好，在贮藏时能保持正常的代谢作用，抵抗微生物侵染能力较强。因此，晚熟品种较耐贮藏。早熟品种由于生长发育过程短，而且一般是在温度比较高的条件下成熟的，其内含物质代谢需要较高的温度。同时早熟品种的缺氧呼吸比晚熟品种显著，有机物质消耗较多，抗病力差。所以，早熟品种不耐贮藏。

2. 果实在生长成熟过程中的呼吸变化 大多数果实在生长期呼吸较旺盛，呼吸强度大，随着成熟期的发展，呼吸强度逐渐减弱。当果实接近成熟的时候，呼吸强度又开始升高，达到充分成熟时，呼吸强度相应升到最高峰。试验证明：一个10克重的幼嫩果比成熟果呼吸强度高4、5倍。这类果实呼吸变化称之为“呼吸跃变型”（图1-1）。

苹果和梨在开花受精后，果实生长初期，呼吸强度最高，从5月末到6月初出现最高值。尔后呼吸强度逐渐下降，至采收时呼吸强度达最低值，复又呼吸强度上升，当接近完全成熟时，达到最高值，尔后又逐渐下降。呼吸强度的顶峰（最高值）通常称之为“呼吸高峰”，呼吸高峰出现时期，叫做“跃变期”。果实一旦出现“跃变期”就发生了不可逆转的衰老，耐贮性大大降低。故呼吸跃变期实际是果实从开始成熟

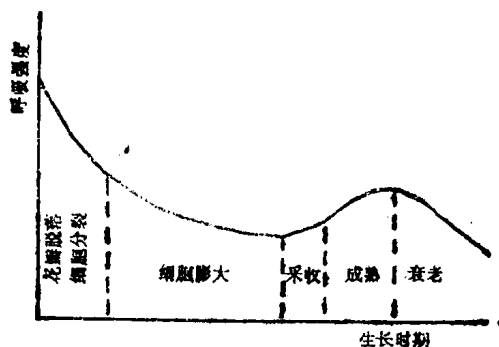


图1-1 苹果、梨呼吸强度变化过程

向衰老过渡的转折时期。苹果、梨、香蕉等，属于有跃变期的果实。

果实在成熟期，呼吸强度逐渐下降或呼吸强度逐渐增大的种类称为“无跃变期型”种类，即不出现跃变期。此类果实有柑桔、葡萄、草莓、桃、樱桃等。一般将果实分为有跃变期型和无跃变期型两大类。有跃变期的果实，一旦进入跃变期，果实的成熟便是一个不可逆转的过程，改变外界环境条件，只能延缓或加速这个过程，而不能中止它。所以，用作贮藏的果实，在可采成熟期采收的果实较耐贮藏，食用成熟期采收的耐贮性较差。

3. 呼吸强度与温度的关系 在一定的温度范围内，外界温度越高，果实的呼吸强度越大，营养物质消耗越快，果实的寿命也就越短。反之，呼吸高峰出现的晚，贮藏的寿命也较长。根据科学测定，温度在5—35℃范围内，每升高10℃，其呼吸强度增加2—3倍(图1-2)。若温度超过35℃，温度继续上升则会引起催化反应的酶活性降低以致变性，则呼吸强度下降，甚至中止。

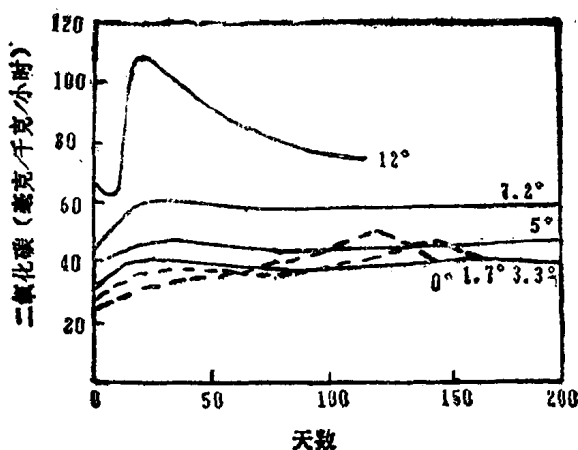


图1-2 不同贮藏温度下苹果的呼吸曲线

有人将苹果放在不同温度下贮存，观察其成熟进程。结果发现，苹果放在4.4℃条件下存放，其成熟速度比在0℃下的快1倍；在9℃时又比在4.4℃下的快1倍；在21℃时又比在9℃下的快1倍。也就是说，苹果采收后在21℃条件下多放一天，就相当于在0℃条件下少存放7—10天。

果实忍受低温和高温的能力是有一定限度的，决不是温度越低越好。不同种类、品种的果实对低温的适应性能各不相同，温度过高或过低都会影响果实的正常生理活性。如果有呼吸高峰类型的果实放在不适应的低温下，则永远不会出现高峰，果实也不会正常成熟，将会因生理病害而死亡。

贮藏中控制低温时，要根据所贮果品的种类、品种特点，使果实既能正常生活，又能最大限度地降低物质消耗。如贮藏苹果、梨、桃、葡萄、柿子等，以低温较为有利。对于南方水果如柑桔、香蕉则必须采用较高的温度贮藏。香蕉在贮运时，必须控制在12℃以上的温度，否则产生果肉硬化

或不能完成后熟作用。因此，不同种类、品种的果实宜在各自适宜的温度下贮藏，才能达到满意的效果。

表1-1 几种果实贮藏的适宜温度和湿度

果 实 种 类	温 度 (°C)	空气相对湿度 (%)
苹 果	-1—0	85—90
梨	0—1	85—90
桃	0—0.5	85—90
猕猴桃	0—0.5	85—90
杏	0—0.5	85—90
葡 萄	0—1	85—90
柑 桔	4—12	85—95
香 蕉	12—13	80—85

4. 呼吸强度与空气组分的关系 果实的正常呼吸作用需要吸收氧气，放出二氧化碳气。纯净的空气中氧气含量为21%，二氧化碳气含量0.03%。当贮藏环境中的氧气降到8%，或者二氧化碳气升到5%，就可以抑制果实的呼吸作用。因此，在贮藏环境中降低氧和提高二氧化碳浓度就能抑制果实的呼吸，延长贮藏寿命。近代气调贮藏技术就是以此为理论依据的。实验证明，贮藏在高二氧化碳或低氧条件下的苹果，可推迟呼吸高峰的出现。但低氧和高二氧化碳是有一定限度的，决不是贮藏环境中氧气越低而二氧化碳越高就越好。不同种类及不同品种的果实，既要延长贮藏时间，又要不影响果实正常生理活动(不造成生理伤害)。

果实在成熟过程中产生少量乙烯，对贮藏果实的呼吸、后熟有着显著的促进作用。乙烯是一种无色而有香甜味的气体物质，具有促进果实提早成熟、器官脱落等作用。它是植

物自身发育到一定阶段而产生的植物激素，故称为内原激素。果品在贮藏期间，它可促进跃变型果实呼吸高峰的出现，使之加速成熟；对非跃变型果实则可增强其呼吸强度。许多果实在跃变期开始的时候，乙烯的合成急剧增加。一般地说，乙烯生物合成的急速增强被认为是果实进入成熟阶段的重要标志之一。科学实验证明，果实在呼吸高峰出现之前，在适当的温度下，空气中存在0.0001%以上的乙烯，就能使果实迅速进入呼吸高峰期，同时也发现果实在成熟过程中自己不断产生乙烯。由于不同种类的果实呼吸强度不同，其散发的乙烯量也不同，因此，在贮藏实践上不能把不同种类的果实混装在同一仓库或容器中，以防止互相影响。通过适当通风换气，可控制乙烯的产生就能延缓果实的成熟和衰老，达到长期贮藏保鲜的目的。

5. 呼吸强度与机械伤害及微生物侵染的关系 果实在采收、分级、包装、运输过程中，有的果皮受到刺伤、摔伤、碰伤、虫伤，而增加呼吸强度。其乙烯含量比完好的果实高的多，使果实呼吸高峰提早出现，促进果实的成熟和衰老，缩短果实的贮藏寿命。同时，果实受伤后容易受到微生物的侵染而造成腐烂。因此，果实在采收、分级、包装、运输过程中，都应注意轻拿轻放，避免损伤，这是使果实能够长期贮藏的重要前提。

第三节 果实的蒸发、萎蔫与结露

水分是果实组织的主要物质成分，是维持果实鲜活特性的主要条件。水果的一般含水量在80—90%左右，有的种类超过90%。采收后的果实一旦失去水分，就不能得到补偿，

一般认为失水5%以上，就呈现萎蔫状态。

蒸发直接引起果实失水而失重，造成直接经济损失。失水严重引起萎蔫、果皮皱缩，失去新鲜饱满的外观，影响市场经销价格。因此，要使果实保持新鲜饱满状态，贮藏过程中要尽可能改善贮藏条件，降低果实水分蒸发速度，减少自然消耗。

一、影响果实蒸发、萎蔫的因素

果实的蒸发作用是复杂的生理过程，既受果品本身形态结构和生理状态的影响，也与外界环境条件密切相关。

1. 果品种类、品种和成熟度对果实水分蒸发的影响

种类、品种和成熟度不同的果品，其水分蒸发有较大的差异。果品种类，以草莓水分蒸发最快，它在两天内损失的水分相当于梨60天的失水量。苹果品种中金帅最易失水、红星次之，国光最慢。果实成熟度不同，其水分蒸发也有差异。

(1) 表面积比 是指果品单位重量(或体积)所占面积的比率，一般以平方厘米/千克表示，表面积比越大，蒸发作用越强。

(2) 表面保护结构 植物器官蒸发的主要途径是表皮层和皮孔。表皮层的角质层和蜡质层能阻止水分蒸发，随着果品的成熟，角质层和蜡质层增厚，使蒸发减少。

(3) 细胞持水力 细胞中蛋白质、果胶等亲水胶体含量越高，细胞的持水力越强，蒸发越慢。

2. 温度对果实水分蒸发的影响 温度增高，加速水蒸汽分子的运动，降低细胞液胶体的粘性，促进水分外移。另外，温度还通过对湿度的影响，从而影响水分的蒸发。降低湿度有利于减少水分蒸发。温度增高引起果实呼吸强度升

高,代谢旺盛,促使水分消耗。外因又促进了果实内因的变化。

3. 空气湿度对果实水分蒸发的影响 空气湿度是影响果实水分蒸发的直接因素。空气湿度一般用相对湿度表示,也可以用水蒸汽压表示。而后者对于果实中水分蒸发影响更为直接。只要果实内部水气压力大于周围空气的水蒸汽压时,果实内的水分就向周围空间扩散,其蒸发速度,决定于环境的相对湿度和水蒸汽压力差。

表1-2 不同温度下的蒸汽压和蒸汽压差

温度(℃)	蒸汽压(Pa)	蒸 汽 压 差(Pa)			
	相对湿度100%	相对湿度90%	相对湿度80%	相对湿度60%	
0	610.5	61.0	122.1	244.2	
1.1	660.3	66.0	132.1	264.1	
2.2	717.9	71.8	143.6	287.2	
3.3	775.5	77.6	155.1	310.2	
4.4	839.8	84.0	168.0	335.9	
7.2	1015.9	101.6	189.9	379.7	
10.0	1227.1	122.7	245.4	490.8	
12.6	1476.4	147.6	295.3	590.6	
15.5	1766.2	176.6	353.2	706.5	
21.1	2502.6	250.3	500.5	1001.0	
26.6	3494.8	349.5	699.0	1397.9	
32.2	4815.5	481.5	962.8	1925.6	
37.7	6545.8	654.6	1309.2	2578.3	

在相同的相对湿度下,蒸汽压随温度的升高而增大。例如,将果温为21.1℃的甜橙放于0℃冷库,假设冷库相对湿度和甜橙细胞间的相对湿度都是100%,由表1-2得知甜橙内部的蒸汽压是2502.6帕(Pa),而冷库的蒸汽压是610.5帕