



柑桔贮鲜 原理与技术

龙翰飞 李彩屏 编著



湖南科学技术出版社

柑桔贮藏 原理与技术

龙翰飞 李彩屏编著

柑桔贮鲜原理与技术

龙翰飞 李彩屏编著

责任编辑：彭少富 萧 燃

✱

湖南科学技术出版社出版

(长沙市展览馆路8号)

湖南省新华书店发行 湖南省新华印刷二厂印刷

✱

1987年7月第1版第1次印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：4.5 字数：95,000

印数：1—44,800

ISBN 7—5357—0113—2/S·13

统一书号：16204·248 定价：0.98元

前 言

柑桔是我国南方的主要栽培果树之一，更是湖南省经济作物的主业。据统计，目前全省栽培面积已达147万亩，产量40.2万吨。随着农村经济政策的落实，农民种柑桔的积极性空前高涨，栽培面积不断扩大，产量逐年增长。但由于湖南省柑桔的成熟期过于集中，运输条件又较差，因此，搞好产地贮藏保鲜极为重要，既能缓和成熟期集中的短暂过饱和现象，又可使桔农通过贮桔获利。本着推动和促进贮果于民，使产区农民尽快脱贫致富原则，我会曾邀请湖南省园艺研究所副研究员龙翰飞同志为老区人民举办柑桔贮鲜技术学习班，深受学员欢迎。为了尽快传播柑桔贮鲜的科学理论和技术，特请他们将讲稿进一步修改补充，编写成《柑桔贮鲜原理与技术》一书，奉献给老区人民和广大柑桔贮鲜工作者。

本书作者多年从事果品贮藏保鲜技术研究工作，掌握了较深的理论和丰富的实践经验。本书较全面地阐明了柑桔贮鲜的原理和技术，条理系统清晰，文字深入浅出，内容新颖，通俗易懂。本会特推荐此书作为老区人民和广大桔农从事柑桔贮藏的主要读物。

湖南省革命老根据地经济开发促进会

一九八七年五月

目 录

第一章 搞好果品贮藏保鲜的意义.....	(1)
第二章 柑桔果实贮藏保鲜的基本原理.....	(5)
第一节 柑桔果实中的主要物质及其在贮藏中的 变化.....	(5)
一、水.....	(5)
二、糖.....	(6)
三、有机酸.....	(8)
四、果胶.....	(9)
五、维生素.....	(10)
六、纤维素.....	(11)
七、色素.....	(11)
八、芳香物质.....	(12)
九、苦味物质.....	(13)
第二节 柑桔果实在贮藏过程中的生理代谢.....	(14)
一、果实的呼吸作用.....	(15)
二、果实内含物的水解作用.....	(20)
第三节 影响柑桔果实贮藏寿命的主要因素.....	(21)
一、果树因素.....	(21)
二、果实因素.....	(23)
三、农业技术因素.....	(25)
四、贮藏环境因素.....	(26)

第三章 柑桔果实的采收、分级、包装和运输	(28)
第一节 果实的采收	(28)
一、采收适期	(28)
二、采收技术	(29)
三、采收质量	(31)
第二节 果实的预贮	(32)
一、预贮的目的	(32)
二、预贮的方法	(33)
三、预贮的时间	(33)
第三节 果实的分级	(33)
一、果实商品的商检标准	(33)
二、为什么要分级	(41)
三、怎样进行分级	(42)
第四节 果实的包装	(42)
一、包装的目的	(42)
二、包装场(厂)的设置	(42)
三、包装的材料	(44)
四、包装的方法	(45)
第五节 果实的运输	(46)
一、运输的主要原则	(46)
二、我国运输的主要途径	(47)
第四章 柑桔果实的防腐与防衰	(50)
第一节 果实的防腐	(50)
一、化学防腐	(51)
二、物理防腐	(55)
第二节 果实的防衰	(56)
一、果面覆膜防衰	(57)

二、生长调节剂防衰·····	(58)
第三节 防腐与防衰的新发展·····	(59)
一、药液洗果加薄膜包果的应用·····	(59)
二、防腐果面覆膜剂的应用·····	(59)
三、臭氧发生技术的应用·····	(60)
四、电离子技术的应用·····	(61)
第五章 柑桔果实的贮藏·····	(63)
第一节 柑桔果实贮藏的适宜环境条件·····	(63)
一、温度条件·····	(63)
二、湿度条件·····	(63)
三、空气成分·····	(64)
第二节 贮藏库(室)的隔热和通风·····	(64)
一、贮藏库(室)的隔热·····	(64)
二、贮藏库(室)的通风·····	(68)
第三节 柑桔果实贮藏的方式和方法·····	(69)
一、堆码方式·····	(69)
(一)散堆贮藏·····	(69)
(二)装箱贮藏·····	(69)
(三)装筐贮藏·····	(69)
(四)搭架贮藏·····	(70)
二、贮藏方法·····	(70)
(一)简易贮藏·····	(70)
(二)通风库贮藏·····	(74)
(三)冷风库贮藏·····	(78)
(四)挂树贮藏·····	(80)
第四节 柑桔果实的最佳贮藏期限·····	(82)
一、新鲜果品最佳贮藏期限的确定方法·····	(82)

二、温州蜜柑的最佳贮藏期限	(83)
第五节 柑桔果实采收处理程序	(83)
第六章 柑桔在贮藏期间的主要病害	(85)
第一节 病理性病害	(85)
一、青霉病	(85)
二、绿霉病	(85)
三、褐色蒂腐病	(86)
四、黑色蒂腐病	(86)
五、黑腐病	(87)
六、炭疽病	(87)
七、褐腐病	(88)
八、酸腐病	(88)
第二节 生理性病害	(89)
一、柑桔褐斑(干疤)病	(89)
二、果肉枯水病	(90)
三、果实水肿病	(91)
四、红褐斑病	(92)
第七章 柑桔贮藏期间的理化分析	(94)
第一节 贮藏环境中的气体分析	(94)
一、奥氏工业气体分析仪的使用方法	(94)
二、吸收剂的配制方法	(98)
第二节 果实中含糖量的测定	(99)
第三节 果实中含酸量的测定	(101)
第四节 果实中叶绿素的测定	(105)
第五节 果实中果胶物质的测定	(109)
第六节 维生素C(抗坏血酸)的测定	(111)
第七节 果实中乙醇的测定	(114)

第八节 果实中乙烯的测定.....	(117)
第九节 果实呼吸强度的测定.....	(121)
第十节 手持糖量计的使用方法.....	(123)
第十一节 贮藏环境中温、湿度的换算方法.....	(127)
主要参考文献.....	(130)

第一章 搞好果品贮藏保鲜的意义

我国幅员辽阔，人口众多，果品种类多样。苹果、梨、葡萄等水果集中在北方生产，而柑桔等水果则集中在长江以南诸省栽培。北方的人们爱吃南方的柑桔，同样，南方的人们也爱吃苹果、梨和葡萄。因此，搞好水果的贮运保鲜工作，增进品质、延长供应，繁荣市场是果品经营中的重要环节，它具有以下几方面的意义。

一、从社会学的观点看 果品贮藏能满足人民生活多样化的需要，增进人民身心健康，为社会造福。

“民以食为天”，人们不仅要吃饱，而且要吃好。果品作为人类一项主要营养来源，在消费中是经久不衰的。就现代营养学的观点，每人每年需吃水果70~80公斤。因此，外国人很讲究吃水果。日本人每年要消费水果150公斤，远远超过了大米，而我国平均每人占有量才10公斤。就柑桔而言，据1984年国际柑桔会议资料介绍，1982年柑桔人平消费量工业化国家是30.9公斤，发展中国家为8.7公斤，世界平均为11.7公斤；而我国柑桔人平占有量才1.2公斤，远远低于国际水平。据1986年统计，当年全国柑桔总产量为230万吨，人均也只2.2公斤，而日本人均占有量为40公斤，美国为70公斤。

然而，目前果品消费的特点是：（1）要求多样化，光有柑桔不行，还要求有苹果、梨、葡萄等水果；（2）吃水果的人面广量大，随着农村经济好转，农民吃水果的人多了；（3）要求周年

供应，不是吃一阵子，而是要求月月有，四季供应。但是，目前产区贮藏条件差，技术缺，采果期怕损失不得不大量往外调，到淡季本地货源短缺，又不得不从外往内调，形成“旺季烂、淡季断，旺时往外调，淡时伸手要”的被动局面。因此，如何使少量的产品最大限度地调节市场供应，并且真正满足人们生活的需要，而不白白地烂到产区和销地，乃是值得引起我们注意的重要课题之一。

二、从经济学的观点看 果品贮藏能活跃经济，繁荣市场，并获得较高的经济效益。

据了解，旺季水果的价格是淡季的二分之一到三分之一，因此水果贮藏到淡季出售是件赚钱事。如北方的苹果，旺季出口每箱只卖几美元，但到了春节前后出口就是几十美元一箱；吐鲁番的鲜葡萄出口售价与葡萄干接近（约2000美元/吨）；2公斤鲜葡萄才能晾制0.5公斤葡萄干，故出口鲜葡萄最合算，倘若把鲜葡萄贮藏好，延长出口期一个月，便能换回更多的外汇。柑桔亦是如此，10月至11月上中旬成熟的蜜柑，贮藏到元旦和春节前运往国际市场便可卖到好价格。但据中国农科院果树研究所估计，1978年前后几年中，全国每年由于贮藏不善而腐烂损耗的苹果达4亿多斤，相当于1955年全国的总产量。另据我国八大城市经营水果情况调查：1975年亏损700多万元，1976和1977年各亏损1000万元，其中北京市1974~1977年间，每年亏损100万元以上。其原因主要是贮藏条件差，贮藏技术落后，把好果贮成了烂果，因此曾有人给果品公司送了这样一副对联，上联是“卖掉烂果留好果”，下联是“留下好果变烂果”，横联是“推陈出新”。象这样经营水果怎能促进经济翻番呢？

湖南省柑桔经营情况：1982年因多种原因，某地区就烂掉3万多担，损失几十万元。1985年柑桔大减产，可我省某地区

因经营不善烂掉300多万公斤，损失几百万元。据说该地区有一个县烂得最惨，光烂果的直接损失就达72.4万元。

另外，从湖南外贸召开的柑桔出口工作座谈会获悉，1985年全省出口柑桔5000吨，到口岸出现腐烂等现象，退货数占出口量的三分之一。

果品生产耗资费力，千辛万苦，要增产10~20%很不容易。然而因采后处理不善，损失10~20%则是随时可以发生的事，生产者丰产不能丰收，经营者经营越多越赔钱，怎能促使生产发展呢？从经济学的观点分析，搞好果品贮藏保鲜是适应果树大发展的需要，贮藏工作跟不上那就有可能阻碍生产力的再发展。

三、从生物学的观点看 果品贮藏就意味着延长果实采后的生命活动，使其只有最小的损耗，并保持其优良的商品品质和营养价值。

大家知道，采收以后的果实和生长在树上的果实一样，仍然是一个活的、有生命的有机体，所不同的是它们不能再从树体上得到水分和养料。而是不断地失去自身的水分和消耗在生长过程中所积累的各种物质。果实生命活动最明显的表现是呼吸作用和水解作用两个方面。果实通过呼吸作用，将自身积累的养料如糖、酸等借空气中的氧气氧化成二氧化碳和水，同时放出热量，果实也通过水解作用将复杂的有机物质，如淀粉、果胶等转化为简单的有机物。因此随着果实贮藏时间的延长，这些物质的消耗增加，变化增大，果实的色泽、风味、质地和营养价值以及生理状况都不断地发生改变。简单地说，贮藏果实所经历的是个衰老变化过程。故而我们贮藏的目的就是延缓衰老变化过程的进程，我们的一切贮藏技术措施，都是围绕如何达到延缓果实衰老变化而运用的。

〔思考题〕

- 1. 搞好果品贮藏有什么重大意义?**
- 2. 你搞果品贮藏的目的是什么? 如何实现?**

第二章 柑桔果实贮藏保鲜的基本原理

第一节 柑桔果实中的主要物质及其在贮藏中的变化

柑桔果实之所以被人们所喜爱,是因为它具有鲜美的色泽,特有的风味和质地,并含有人体需要的多种营养物质。因而评价柑桔果实品质的优劣,主要是以其颜色、芳香、品味、质地和营养成分等指标为依据。然而果实的色、香、味、质地和营养是由不同的化学物质组成的,这些物质在果实的生长,成熟及贮藏过程中会产生一系列的变化,从而引起果实品质的改变。因此创造最佳的贮藏环境,延缓果实在贮藏过程中品质改变的速度,保持果实固有的品质,减少损耗,延长供应,乃是贮藏保鲜的基本目的所在。为此,要想把柑桔果实的贮藏保鲜工作做好,就必须首先了解这些化学物质的特性及其变化规律,进而研究和控制果实中所含各种物质的变化进程,达到延迟果实衰老,防止腐败变质,提高果实的商品价值之目的。

一、水

水分是柑桔类果实的重要组成物质,所占比重很大。据测定,柑桔类果实的水分占总重量的85~90%,并且分布不平衡。

果皮中水分含量较少，平均占76%，果肉中水分含量则高达90%左右，故有“皮包水”的商品之称。

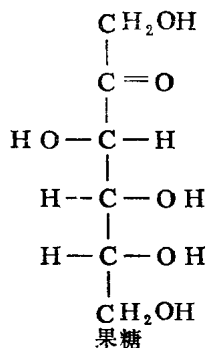
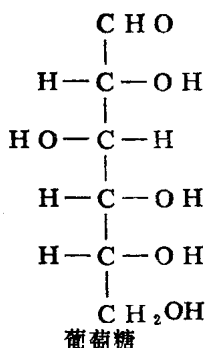
柑桔果实中的水分分为自由水和结合水两种，其含量的多少可影响果实的新鲜度和风味。刚刚采收的成熟果实含水量很高，不但风味较淡，贮藏性能差，而且还是引起生理病害变质和易被病菌寄生侵害的原因之一。经贮藏的果实，随着贮藏时间的延长，果实内部的一系列生理变化和水分蒸发散失，会引起果实萎蔫失重和果肉汁泡严重失水而粒化，严重者会使果实失去实用价值。失水萎蔫的程度与贮藏方式和条件有密切的关系，通常密封贮藏失水较少，地下库（窖或窑洞）贮藏失水也很少，但地面通风库（室）贮藏则容易失水皱缩，降质劣化。因而贮藏方式和管理方法是使果实维持正常水分状态的重要因素。

二、糖

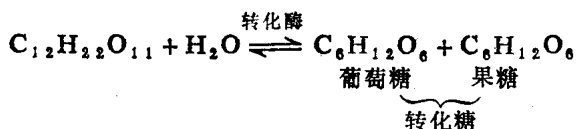
糖是反映果实品味的重要物质成分和经济指标，能供给人体所需要的热量，是果实在贮藏过程中进行呼吸代谢的重要底物（基质），也是果实进行发酵性加工的主要发酵原料。

柑桔果实所含的糖有蔗糖、葡萄糖和果糖三种，含量为10%左右。三种糖的甜度若以蔗糖为100，则果糖为173，葡萄糖为74。

葡萄糖和果糖为单糖（己糖）、还原糖或转化糖。单糖能在碱性溶液中与弱氧化剂发生氧化作用。糖的这个性质叫还原性，凡具有还原性的糖叫还原糖，故单糖都是还原糖。葡萄糖和果糖的化学分子式均为 $C_6H_{12}O_6$ ，但它们的结构式略有不同。葡萄糖具醛基（ $-C \begin{smallmatrix} \nearrow O \\ \searrow H \end{smallmatrix}$ ），果糖具酮基（ $\begin{smallmatrix} \diagup \\ \diagdown \end{smallmatrix} C = O$ ），两者结构式如下：



蔗糖是由1分子葡萄糖与1分子果糖脱去1分子水缩合而成的双糖。它的分子式是 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ，蔗糖是非还原糖。蔗糖在转化酶的作用下可水解为等量的葡萄糖和果糖，合称为转化糖。其反应式为：



柑桔果实因品种不同，其三种糖的含量也各不相同（见表1）。就是同一品种，也因其部位不同而各异。果皮（白皮层）

表1 **柑桔果实的糖分(g/100ml)**
(垣内等1971；伊藤等1975)

品 种	全 糖	蔗 糖	葡 萄 糖	果 糖
温 州 蜜 柑	8.67	5.37(3.8)	1.43(1)	1.59(1.1)
夏 蜜 柑	6.97	4.27(5.2)	0.82(1)	1.63(2.0)
福原橙子(桔子)	7.50	4.18(3.5)	1.21(1)	1.89(1.6)
橙 柑	8.86	5.15(3.3)	1.56(1)	1.88(1.2)
桶 柑	10.03	6.00(3.4)	1.77(1)	1.94(1.1)

注：引自《水果蔬菜贮藏概论》。

中所含的糖比果肉中略高一些。但果皮中的糖以葡萄糖、果糖和多糖占多数，果肉中则以蔗糖的比例较大，因而果皮的甜味不如果肉浓厚。

柑桔果实的糖分在成熟过程和贮藏期间是不断变化的，其中变化较大的是蔗糖（非还原糖），通常蔗糖的大量水解就标志着果实趋向成熟。另外，糖分是病菌的良好养料，柑桔果实一经感染病菌，在温、湿度适宜的条件下便会迅速繁殖和蔓延。因此运用优良贮藏手段的目的就在于降低还原糖的消耗，延缓非还原糖的水解，抑制病菌的滋生、传播和危害。

三、有机酸

酸也是决定果实品质的主要成分，是果实进行呼吸代谢的重要基质。果汁中具有一定的酸度，能减少某些微生物的侵害作用。

柑桔果实所含的有机酸主要是柠檬酸，其次是苹果酸，此外还有酒石酸、草酸、苯甲酸、琥珀酸、丙二酸、奎尼酸、异柠檬酸和顺乌头酸；甜橙中还有半乳糖醛酸。柠檬酸集中存在于柑桔的果肉中，果皮中的含量则很少。不同种类的柑桔果实

表2 柑桔类的柠檬酸、苹果酸含量(ROBERT, 1964)

品 种	柠 檬 酸(%)	苹 果 酸(%)
华 盛 顿 脐 橙	0.54~0.93	0.05~0.20
伏 令 夏 橙	0.98	0.16
葡 萄 柚	1.19~2.10	0.04~0.06
柠 檬	4.0~4.38	0.17~0.26
莱 姆	0.08	0.20
红 桔	0.86~1.22	0.18~0.21

注：引自《水果蔬菜贮藏概论》。