

全国高等农业院校试用教材

果品贮藏加工学

华南农学院主编

果树专业用

农业出版社

43

全国高等农业院校试用教材

果品贮藏加工学

华南农学院主编

果树专业用

主 编 人 华 南 农 学 院 李沛文
副主编人 北京农业大学 周山涛
编 写 人 华 中 农 学 院 邓桂森 施晓恒
华 南 农 学 院 罗汝南 曾启瑞 苏美霞
浙江农业大学 陈学平
辽 宁 农 学 院 赵 瑛
西 南 农 学 院 张百超 刘心恕
西 北 农 学 院 陈锦屏

全国高等农业院校试用教材

果品贮藏加工学

华南农学院主编

农业出版社出版 (北京朝阳区枣营路)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 21.5 印张 482 千字
1981 年 8 月第 1 版 1988 年 10 月北京第 5 次印刷

印数 38,001—49,300 册 定价 4.15 元

ISBN 7-109-00905-X/S·691

统一书号 16144·2178

前 言

本教材以马列主义、毛泽东思想为指导，用辩证唯物主义观点阐述果品贮藏加工的规律，着重阐述果品贮藏加工的基本理论和反映当前贮藏加工新技术的进展。为了把贮藏加工基本理论说得明白透彻些，本书采用了不少国外资料及数据。他山之石可以攻玉，这些资料对于学者根据本地情况在这些领域中得出自己的研究成果是不无参考价值的。

全书共分上下两篇。上篇为果品贮藏，阐述了果实采后生理、采收、分级、包装、贮藏场所及贮藏各论。下篇为果品加工，分别阐述了加工原料的选择与处理、干制、糖制、罐藏、酿造、制汁及综合利用。

本书由华南农学院李沛文、罗汝南、曾启瑞、苏美霞，北京农业大学周山涛，华中农学院邓桂森、施晓恒，浙江农业大学陈学平，西南农学院张百超、刘心恕，沈阳农学院赵瑛，西北农学院陈锦屏参加编写。在编写审稿过程中，承蒙全国供销合作总社、中国科学院植物研究所、中国农业科学院柑桔研究所、轻工业部食品发酵研究所、北京市果品公司、广东省果品公司、山西省果树研究所、河北农业大学、山西农学院、山东农学院、河南农学院、湖南农学院、贵州农学院、新疆八一农学院、新疆奎屯农学院、广西农学院、天津财政经济学院等单位大力协助，参加审稿会议，对本书提供了许多宝贵意见或提供资料、图片等，特此表示感谢。

1979年7月

目 录

绪 言	(1)
-----------	-------

上篇 果品贮藏

第一章 采前外界因素对果实品质和贮藏性状的影响	(4)
-------------------------------	-------

第一节 果树因素	(4)
第二节 农业技术因素	(7)
第三节 环境因素	(11)

第二章 果实的采前及采后生理	(15)
----------------------	--------

第一节 发育与成长	(15)
第二节 成熟与衰老及其化学变化	(17)
第三节 果实在成熟期中和衰老期中的形态变化	(27)
第四节 呼吸和呼吸高峰	(30)
第五节 发育和成熟的机制——乙烯与激素的相互作用	(41)

第三章 成熟与衰老的控制	(49)
--------------------	--------

第一节 温度	(49)
第二节 相对湿度	(57)
第三节 气体成分	(60)
第四节 化学药品的应用	(66)
第五节 电离辐射	(71)

第四章 果实的商品处理和运输	(74)
----------------------	--------

第一节 果实的采收	(74)
第二节 果品的分级	(77)
第三节 果品的涂料处理	(78)
第四节 果品的包装	(80)
第五节 果品的运输	(81)

第五章 果品贮藏场所	(89)
------------------	--------

第一节 简易贮藏场所	(89)
第二节 通风贮藏库	(93)
第三节 机械冷藏库	(97)

第四节	调节气体贮藏库	(103)
第五节	低压贮藏室	(111)
第六章	果品贮藏各论	(113)
第一节	苹果和梨的贮藏	(113)
第二节	柑桔贮藏	(134)
第三节	香蕉的贮藏	(147)
第四节	柿的贮藏	(155)
第五节	葡萄贮藏	(157)
第六节	荔枝贮藏	(159)
第七节	桃和李的贮藏	(162)
第八节	板栗的贮藏	(163)
第九节	核桃的贮藏	(165)

下篇 果品加工

第七章	果品加工原料的处理	(167)
第一节	原料的选择与贮备	(167)
第二节	加工用水的要求及净化	(173)
第三节	原料的选别、分级与洗涤	(178)
第四节	原料去皮、去核、去心、切分与破碎	(179)
第五节	工序间的护色措施	(184)
第八章	果品的干制	(185)
第一节	干制的基本原理	(186)
第二节	干制原料的选择和处理	(196)
第三节	干制的方法	(198)
第四节	干制品的包装及贮藏	(206)
第五节	干制技术进展	(209)
第九章	果品的糖制	(212)
第一节	糖制的基本原理	(213)
第二节	蜜饯类的加工	(220)
第三节	果酱类的加工	(229)
第四节	糖制品的贮存	(232)
第十章	果汁的制造	(233)
第一节	果汁的种类	(234)
第二节	果汁制造工艺	(235)
第三节	果汁制造上的一些问题	(252)

第十一章 果品的罐藏	(254)
第一节 罐藏原理	(255)
第二节 罐藏容器	(260)
第三节 果品罐藏原料	(263)
第四节 罐藏工艺过程	(266)
第五节 成品的检验与保存	(276)
第六节 罐藏技术的进展	(279)
第七节 果品罐藏的要点	(281)
第十二章 果品制酒与制醋	(283)
第一节 果酒的酿造	(283)
第二节 果实蒸馏酒	(301)
第三节 果醋的酿造	(305)
第十三章 果品的速冻保藏	(308)
第一节 冷冻原理	(308)
第二节 冷冻对微生物的影响	(311)
第三节 冷冻对果品的影响	(312)
第四节 原料的准备	(314)
第五节 速冻的方法及设备	(317)
第六节 速冻产品的冻藏	(320)
第七节 解冻与使用	(320)
第十四章 果品的综合利用	(321)
第一节 一些果品综合利用产品的提取	(322)
第二节 几种果品综合利用的途径	(331)
参考文献	(336)

绪 言

果品营养丰富，是人们重要副食品之一。发展果品生产，保障果品供应，对于改善人民生活、巩固农村集体经济、繁荣城镇市场、满足外贸需要、增加收入，都具有十分重要的意义。果品贮藏加工是果品生产与销售之间一个环节，也是保证果品丰产兼能丰收的主要关键。在果品生产中，耗费人力物力改善栽培管理，尚且不易取得10%或20%的增产，但由于收果时采摘不当、贮藏不善、运输不及时或粗放而招致烂耗与损失，经常达到10%或超过20%以上。所以忽视了果品的合理采摘、运输与贮藏，是不能保证丰产后的丰收的。对于那些不适于在新鲜状态下长期贮藏的易腐果品如草莓、桃、杏、菠萝等，只能通过加工来保藏，才能达到丰产丰收。

一

我国苹果面积1977年达到1000余万亩，为解放初期的33倍。该年产量达210万吨，为解放初期的20倍。由于新鲜苹果的贮藏设施满足不了产量增长的需要，造成了极大损失。据中国农业科学院果树研究所等估计，1978年前后几年，全国每年由于贮藏不善而腐烂损耗的苹果达4亿多斤，相当于我国1955年全国苹果的总产量。一些大果区在缺少良好贮藏设施的条件下，为了减少集中采果大量积压的损失，不得不在这时尽量向外调运，但到了以后本地区供应短缺时，又须从外省调入，以致造成“旺季烂，淡季断，旺时向外调，淡季伸手要”的被动局面。这样做，不但给国家增加了运输压力，也增加了生产费用。并且，常因适当的运输工具不足，每每导致发生冻害及其他变质等事故，降低了产品质量，甚至造成大量的烂耗。例如，1975年由水路用普通木船从潮汕柑桔产区运了大量蕉柑至广州口岸，准备外销，迨到达广州码头时，发现已有相当的柑果变腐，虽经翻包抢救，卒至无法挽回，几千吨果品全部不能出口。

我国出口至香港的苹果，约占当地同类水果总上市量的40%，虽然这些果品都是国内精选的优质产品，但售价却比香港市场从外国运进的低三分之一。遭到压价的原因，主要由于包装不良及贮后硬度不足，品质标准降低。

近年来，我国有关的果品产区，针对上述情况，在产品收购过程中推行了产地包装，依靠当地社队进行产品的分级包装，从而减少了产品中转环节，减少了损失。如山西省在果品贮藏上推行“三结合、三为主”的原则，使产地贮藏与销地贮藏相结合，以产地贮藏为主；集中贮藏与分散贮藏相结合，以分散贮藏为主；土法贮藏与洋法贮藏相结合，当前以土法为主，也取得了好的效果。

二

果品加工主要包括水果罐头、果干、果汁、果酒和糖制品等的制造，每年都有大量的鲜果用于加工生产。世界各国饮用酒的生产，大多以葡萄酒为主；同样，罐头食品生

产也都以果品和蔬菜罐头为主，我国的情况也是如此。这些产品为数众多，其中多数也是外贸上的主要商品，在国民经济的发展上具有一定的积极意义。虽然果品加工隶属食品工业范畴，主要由国家经营，但果品加工的规模可大可小，有的制品如果干、果酒、果胚、蜜饯和某些果品综合利用产品等，也都适于果品产地社队加工，由当地经营，这对于发展果品生产，合理利用果品资源，以及繁荣农村集体经济，也都有积极的作用。

果品生产除了向国家提供新鲜果品外，也向果品加工业提供果品原料。显然，没有适当的水果原料，就不能制得优质高产的水果加工品；没有加工用的果品原料生产基地，也就不能保证果品加工的正常生产。更重要的是，果品加工工业的发展，也促进了果品生产的发展。二者相辅相成，共同发展。例如，世界柑桔产量在1948—1952年，年平均约1200万吨，名列果品产量的第二位。及至1962年，产量增加到约1800万吨，1972年再增加到3800余万吨。其原因也就是加工品（主要是制汁）的迅速发展促进了柑桔生产之故。再如，我国浙江、湖南、四川、江西和福建等省，由于罐藏工业的需要，发展了温州蜜柑，建立了加工原料生产基地，也是加工促进了果品生产的一例。显然，果品生产不能只有提供鲜食果品的单一任务，还需要为果品加工业提供果品原料，不然的话就不会有相应的轻工业的发展，同时也不利于果品生产本身的进一步发展。

为了向有关部门提供符合于加工要求的果品原料，就要着眼于果品种类和品种的加工适应性，着眼于加工对果品原料的要求，而不是它们的早熟习性和鲜食品质。目前，果品加工生产上需要进一步解决或提高的问题，有工艺、设备、自动化和产品包装等几方面，但是主要的仍然是果品原料的问题。事实上，果品加工也只能要求适于加工的果品种类和加工的专用品种，它们是不能用一般的鲜食品种来替代的。例如，葡萄是世界果品中产量居于首位的果品，其中85%用于酿酒，鲜食用葡萄仅占15%。世界葡萄酒年产量约三千万吨，我国所产尚不及此数的百分之一。长期以来，我国葡萄酒生产发展缓慢，主要原因即在于适于酿酒的加工专用种为数不多，加工原料的生产远不能满足酿酒工业的需要。同样，我国果品罐藏上的某些产品，由于缺少罐藏的专用种，长期以来产品质量和数量徘徊不前，生产也不能进一步发展。

三

果品贮藏加工在我国也有较长的历史。我国劳动人民在长时期生产实践中，发展了许多宝贵的果品贮藏加工技术，积累了丰富的经验，生产了许多驰名中外的加工制品，但由于封建制度的束缚，长期以来停滞不前。解放后，在中国共产党的正确领导下，在大力发展果品生产的同时，果品贮藏加工技术和相应的运输条件和设备，都发生了根本的变化。不少大中城市，水果冷藏库容积迅速增加，并在已有土窖的基础上创造了改建成土冷库的经验。重庆和旅大等地利用山洞贮藏果品，也获得较好的效果，也有采用铝箔纸板代替高级隔热材料，配备制冷装置，构成了铝箔冷库。山西、陕西和河南等黄土高原地带，在总结旧式窑洞贮藏果品的经验中，改进了窑洞结构，加强了通风和降温措施，大大地提高了贮藏效果，并充分利用地理条件，大力兴建窑洞，使苹果贮藏量迅速增大，贮藏寿命得到延长。

随着工农业生产的发展和人民生活水平的提高，果品加工业得到迅速恢复，在全国

范围内有计划地兴建和扩建了大批加工厂,生产能力日益增大,产量质量也不断提高,从根本上改变了我国果品加工事业的落后面貌。各地许多罐头食品厂、果酒厂和果脯厂等,根据当地果品生产种类和品种的特点,生产了大量优质的果品罐头、果汁、果脯、果酱和葡萄酒等,这些产品在出口外销上和国内供应上,都占有相当重要的位置。不少枣和柿的产区,在红枣和柿饼的加工上,采用人工干制替代天然晒干,取得了显著效果,不但提高了产品质量,也避免了因气候阴雨所造成的损失。此外,近年来由于制冷工业和罐藏工业的不断发展,冷冻水果的生产也有所增长。

目前,我国人民响应党中央的号召,为实现四个现代化进行新的长征。在这新形势下,在世界科学技术日新月异的今天,我国当前的生产技术已经落后于生产发展的需要,因此,果品贮藏加工事业,除了运用现有的技术和设备解决当前的问题之外,还必须开展科学研究,不断加以改进和提高,使产品质量和数量都能迅速赶上或超过世界先进水平。

近年来我国南北各地蓬勃开展了果品气调贮藏的试验研究,许多科研部门与生产经营单位相互协作,不仅在气调贮藏技术上获得有益的经验,并且理论上也有所提高。设备方面,如制氮机、二氧化碳脱除器以及硅橡胶和各种测试仪表的研制和生产,也都取得了可喜的成绩,其中不少项目曾在1978年全国科学大会上获得奖励。加工上,在有关生产部门、科研单位和高等院校的共同协作下,在果品原料方面也开展了规模较大的科学研究。经十余年来的努力,选育了数种较好的罐藏用桃品种,填补了我国桃罐藏加工专用种的空白;选育出罐藏用温州蜜柑优良品系或单株十数种,以及制汁的柑桔良种数种,分别建立了加工原料生产基地,为罐藏工业的进一步发展,创造了有利条件。

四

果品贮藏加工学是一门应用科学,它以植物学、化学、物理学、植物生理学、解剖学、微生物学、化工原理和设备、建筑工程学以及果树栽培学等作为广泛的基础。近年来由于基础科学和基础学科的发展,果品贮藏加工也有较大的进展。

近十年来,果实采后生理的领域有较大的扩展,已经成为一门蓬勃发展的新学科。它运用近代精密的科学仪器,采取现代的细胞和亚细胞水平的研究技术,探讨果实的微观世界,研究果实采后的化学和物理的变化和过程,包括调节这些变化和过程的方法,从而指导了果品贮藏加工的应用技术,成为采后果品气调贮藏、化学处理以及产品处理和包装等一系列技术措施的理论根据,从而丰富和发展了果品贮藏加工的学科内容。在贮藏方法上,从研究果实内部乙烯的发生过程以及乙烯对果实的致熟作用,创造了减压贮藏技术。在最近二、三年内,这一科研成果的运用,在生产实践上创造了减压运输车 and 小型贮藏库,用以运输和贮藏新鲜果品、蔬菜和鲜花,取得了前所未有的满意效果。此外,在果品加工工艺方面,近年来也有较大的进展。所有这些理论的建立和发展,它们在果品贮藏加工上的应用也就更加广泛和深入。在学习中我们要学习我国已有的贮藏加工技术和经验,掌握这一门学科的基本原理,也要学习国外的先进理论和技术,树雄心、立壮志,向科学技术现代化进军。

(李沛文、周山涛、陈学平)

上篇 果品贮藏

第一章 采前外界因素对果实品质和贮藏性状的影响

果实贮藏效果的好坏，在很大程度上决定于采收以后的处理措施、贮藏设备和管理技术所创造的环境条件。果实贮藏在适宜的温度、湿度和气体成分的条件下，贮藏寿命可以得到延长。然而，果实在采收前许许多多因素，如果树的种和品种、农业技术措施和栽培环境等，对果实的生长发育、化学成分以及生理性状的形成都有密切的影响。如果对采收前果实生长的因素给以较多的注意，果实的品质可能更加美好，贮藏寿命将得到延长。这也是搞好贮藏不可忽视的问题，对于果树栽培工作者来说，也十分重要。

人们发现，同一品种果实在相同的贮藏环境中，或是来自不同果园或是在不同年份，它们所表现的贮藏性状却不相同，甚至在同一株果树上，不同位置的果实，在贮藏中的表现也有差别。这就清楚地说明采前因素对果实贮藏性状的影响。

果实是否耐久藏，与果实的化学成分、物理性状和生理生化变化密切相关。化学成分和物理性状是反映果实品质的重要标志。但并不是食用品质优良的果实都耐长期贮藏。果实的生理生化变化过程，在长期贮藏中对环境的适应力，显得更为重要。所有这些，都与果实生长发育过程中各种因素密切相关。

果树栽培的环境条件，包括气候和土壤性状、纬度和海拔等；果树因素和农业技术措施，包括品种、砧木、树龄、树势、施肥、灌溉、修剪以及采收时果实成熟度等。这些因素都会影响果实的贮藏寿命。例如，栽培品种、树龄等不同，果实耐藏力各不相同；即使品种树龄相同，而气候、降雨、灌溉、施肥等措施间接影响到果实的化学成分、物理性状和生长速度，在一定程度上改变其品质性状，因此，又使果实耐藏力产生差别。

第一节 果树因素

一、种类和品种

不同种类的果实，具有不同的耐藏力。热带亚热带生长的香蕉、菠萝、荔枝等一般不作长期贮藏，而温带生长的苹果、梨等大多耐贮藏，但桃、杏等却不耐贮藏。苹果中黄魁、祝光等早熟品种耐藏力差，不宜长期贮藏，金冠、红星、元帅、红玉等在依靠自然降温的普通贮藏库中，贮藏期也不长，只有在冷藏或气调贮藏条件下，才能延长其贮藏寿命，一般可贮藏到五月份前后。青香蕉、甜香蕉、鸡冠和小国光等是苹果中耐藏的品种，尤以小国光最耐贮藏，在普通贮藏库中也能贮藏到次年5—6月份。近些年来各科研单位选育的新品种如秦冠、红国光和胜利等都是品质优良、耐藏力强的品种。

梨的耐藏品种很多,如鸭梨、雪花梨、茺梨、蜜梨和长把梨等都是品质好或较好而且耐长期贮藏的品种。红霄梨肉质较粗,含酸量高但极耐贮藏。属于西洋梨系统的巴梨和茄梨,以及秋子梨系统的京白梨和广梨,一般不作长期贮藏,但通过改变贮藏条件,采用适当的贮藏技术,也可贮藏到次年春季。

柑桔果实中宽皮桔类品种,耐藏力都差,广东的蕉柑则是耐藏的品种。甜橙的耐藏力一般都较好,在合适的贮藏条件和精心管理下,可以贮藏5—6个月。

桃是难以长期贮藏的果实,为了调剂市场供应和延长加工日期,也需作必要的短期的贮藏。有的品种如桔早生、五月鲜和上海水蜜桃等,采收后只能存放几天,有些品种如冈山白、大久保等耐藏力稍强,如能控制适当的贮藏条件,采用有效的贮藏技术,也有可能适当延长其贮藏期限。一些科研单位选育的新品种如冬桃、北京绿化9号等成熟期晚、也较耐贮藏。就一般而言,不溶质类型的品种比溶质类型品种的果实耐藏。

不耐贮藏的果实,往往表现为呼吸旺盛、失水快、果实中物质成分的变化和消耗快,迅速丧失风味品质。有的则容易发生生理病害,加速衰老甚至腐烂,失去商品价值。

二、砧木

砧木对嫁接后果树生长发育、环境的适应性以及果实产量、品质、化学成分和耐藏力等的影响,已被许多研究所证实。山西省果树研究所的试验观察到,红星苹果嫁接在保德海棠上,果实色泽鲜红,最耐贮藏。武乡海棠(河南海棠)、沁源山定子(山定子)和林檎嫁接的红星苹果,耐藏力也较好。

Wallace (1933) 早期的研究发现,布瑞母里 (Bramley) 苹果枝条嫁接在 M_1 上,结出的果实容易发生低温伤害和果心褐变,而嫁接在 M_2 上却好得多。他认为可能是由于吸收钾元素差异的缘故,因为 M_2 比 M_1 不容易缺钾。

不少研究表明,苹果发生苦痘病与砧木的性质颇有关系。于绍夫的观察指出,在烟台的海滩沙地条件下,嫁接在不同砧木上的国光品种苹果,苦痘病发病程度显著不同,发病轻的苹果砧木是烟台沙果、福山小海棠,发病最重的是山荆子、黄三叶海棠,晚林檎和蒙山甜茶居中。

人们发现,矮生砧木上生长的苹果比中等树势的砧木上生长的果实发生苦痘病较少。君袖苹果嫁接在乔化砧木上的果实,含钾和氮都高,这是苦痘病发生的危险征状。

四川省农业科学院园艺试验站育种研究室在不同砧木的比较试验中指出,嫁接在枳壳、红桔、土柑和香柑等砧木上的甜橙果实,耐贮力是最好的和较好的。酸桔、香橙和沟头橙砧上的甜橙果实,耐贮力也较强,它们的理化性状在贮藏后期也比较好。

美国加利福尼亚 Riverside 的华盛顿脐橙和伏令夏橙,显著地受砧木的影响。接在酸橙砧木上的脐橙比接在甜橙上的果实大得多;在品质上,用酸橙做砧木,比用甜橙做砧木的果实中柠檬酸、可溶性固形物、蔗糖和总糖含量都高。

砧木对接穗的影响是多方面的,例如树体的生长、对某些病害的抗性、开花多少和结果早晚等,都在一定程度上受砧木的影响。这就必然构成果实中化学成分、物理性状和生理反应的差异,从而影响到果实的耐藏力。可见,从规划果园,选择苗木开始,就

必须考虑到以后的果实贮藏问题。

三、树龄和树势

树龄和树势不同的果树，其产量和果实品质有明显的差异，但对于果实的耐藏力往往容易被人们所忽视。Barker 等认为苹果的树势和树龄对果汁的影响大。树势旺盛的果实，果汁的质量差。Comin 等观察瑞光品种（Rome Beauty）苹果十一年生的果实比三十五年生树上的果实着色好，在贮藏中发生褐烫病要少 50—80%。Wallace 等（1933）发现幼树上的苹果果实大小不一，氮和蔗糖含量高，耐藏力差，容易发生苦痘病，萎蔫较快，其它生理病害发生也较多。于绍夫（1976）认为，苹果苦痘病一般表现是，幼树比老树重，旺树比弱树重，结果少的树发病重，大果比小果发病重。

广东汕头 2—3 年生的蕉柑树，一般表现为果汁可溶性固形物含量低、味较酸、风味差，在贮藏中容易受冷害，发生生理病害（水肿病）。而 5—6 年生的树，果实品质风味较好，耐藏力较强。

四、果实大小

仓库保管员观察到，同一种类、品种的果实，大果实不如中等大小的果实耐贮藏，大果实的国光苹果比果实小的发生虎皮病的机会多。其它生理病害，也是以大果实出现早而多，很多品种的苹果在贮藏中，往往是大果实的硬度降低比小果实要快。Martin（1954）认为每株树上采摘的苹果，其平均大小是果实成熟时生理性状的最好指标，比任何其它指标如个数或化学、物理指标的测定更为可靠。他也发现，许多苹果品种的生理病害如苦痘病等，与果实的直径成正相关。柑桔果实也有类似现象，大果实的蕉柑，往往是皮厚、汁少，在贮藏中水肿和枯水出现早而多。

五、结果部位

在同一果树上，不同部位的果实，其大小、颜色和化学成份以及耐藏力的差异，表现也很明显。一般向阳面的苹果果实稍大，颜色比背阴面的果实好，在贮藏中不易萎蔫皱缩。据 Jackson 等（1971）研究，向阳面的果实，钾和干物质含量都较高，而氮和钙的含量则较低，据认为，果树外围的果实较大，发生苦痘病的机会比内膛果实多，因为苦痘病发生的原因，与果实中钾/钙比例有关，外围果实往往是含钾多而含钙少。也有人观察到红玉的斑点病多发生在外围果实上。据 Wallace 观察，被树叶遮盖的苹果与直接受阳光照射的果实比较，大多是干物质、总酸、还原糖和总糖含量都较低，而总氮量则比较高。在普通贮藏库中贮藏的背阴部位的果实腐烂百分率常较高，但在低温冷藏库中贮藏，则有相反的表现。国光苹果在贮藏中发生的虎皮病，以着色差的内膛果实最多。

Harding 等（1942）观察佛罗里达州的柑桔发现，从曝露在阳光下的外围枝条上采摘的果实，维生素 C 含量比内膛果实高得多。Sites 等（1949）还发现，在同一株树上的伏令夏橙果实，结果部位不同，果汁中可溶性固形物的含量相差极大。顶部外围的果实汁液中，可溶性固形物含量最高，内膛果实汁液的可溶性固形物含量最低，他还注意

到, 果汁中含酸量在一定程度上与接受阳光的方向有关, 但与结果部位却没有明显的联系, 在东北面的果实, 可滴定酸含量往往偏低。Stewart (1967) 研究橙、柑、桔在不同部位果实的果皮颜色和果实汁液的性状发现, 向北面的果实汁液比向南面的果实汁液清亮; 向东、向西或树中心的果实汁液居中。果皮的颜色也有相似的趋势。广东蕉柑树上的顶柑, 一般含酸较少, 味道较甜, 多数果实皮厚、果汁少, 在贮藏中出现枯水现象也早。在实践中也常注意到, 含酸量高的柑桔或苹果耐藏力强的较多。

第二节 农业技术因素

一、修剪、疏花和疏果

果树修剪的目的, 是为了调节果树各部分的平衡生长, 保证果实获得足够的营养。修剪影响果实的化学成份, 也会间接地影响其耐藏力。Wallace 的研究认为, 苹果重剪的影响与疏果的作用相似。冬季重剪, 促进来年旺盛生长, 与结果量少或大量疏果一样, 使叶片与果实的比值增大, 枝条与果实对水份和营养的竞争突出, 苹果中蔗糖含量增高, 这样的果实, 发生苦痘病的机会增加。重剪在红玉苹果上, 也有增加烂心和蜜病的反应。Perring 等 (1973) 主张, 桔苹苹果在采收前, 将旺盛生长的竞争枝条剪去, 苦痘病的发生比只进行冬剪的树上采摘的果实显著减少。果实中由于矿物质的不平衡而引起许多贮藏病害的发生, 与修剪有密切的关系。此外, 重剪会增加叶、果比例, 可能抑制颜色的发展和成熟过程, 修剪不够时, 果实小, 品质差, 都不利于贮藏。

疏花的目的也是保证叶、果的适当比例, 从而保证果实有一定的大小和品质。一般说来, 每个果实分配的叶片数多, 含糖量就高一些。苹果含糖量高, 有利于花青素的形成, 发生褐烫病的机会减少, 也耐长期耐藏。

柑桔果实的大小和化学成份与疏果的关系也很明显。据 Harding 等 (1942) 试验, 为了增加伏令夏橙果实的叶面积, 在七月份进行大量疏果, 结果果实增大了 1—2 倍, 但总产量却降低了很多。不疏果的柑桔树上的果实, 与产量低而果实大的比较, 前者果汁中可溶性固形物和维生素 C 含量都高。

二、土 壤

果树要有发育良好、吸收能力强和吸收面积大的根系, 这是保证果树生长健壮和果实产量及品质的重要条件之一。而根系的生长与分布, 又与土壤的物理性状、水份和矿物质营养密切相关。因此, 果实的品质和贮藏寿命在很大程度上依赖于健全的果树根系, 而土壤耕作管理措施, 又会改变土壤的性状。粘重土壤上种植的蕉柑, 果实的风味品质常比砂质土壤上种植的好且耐贮藏, 这是广东潮汕柑农普遍的经验。也有一些研究认为, 排水良好, 土层深厚的砂质或粘质壤土都适宜栽培柑桔。轻松土壤上种植的脐橙, 比粘重土壤上种植的, 果实坚实, 但在贮藏中重量损失较快。壤土上的柑桔比砂土上的, 果实颜色好、可溶性固形物含量高、总酸含量低, 两者的果实贮藏寿命差不多。生长在粘重土壤上的柑桔, 果实风味品质比生长在轻松的砂土上的果实较好。

苹果适宜在质地疏松、通气良好、富含有机质的中性到酸性土壤上生长。在轻松土

壤上生长的苹果,当水份供给不够时,果实成熟提早,口味较甜,颜色好。砂土上生长的苹果容易发生苦痘病,可能是由于水份的供给不正常,影响了钾、镁和钙离子的吸收与平衡。在砂土上生长的苹果,叶中钾、镁/钙的比例较壤土上的苹果树叶为高。苦痘病轻的果园的土壤,其有机质含量、全氮含量和碳氮比都较高。有助于减轻苦痘病。

土壤中 pH 值是一项极其重要的化学性状, pH 值的高低直接影响土壤中矿物质营养的有效利用率,也影响土壤微生物在硝化作用过程中的活动程度。因此,在果园管理中,针对不同树种,控制一定的土壤 pH 值,也是保证果实品质的重要措施。例如,前面已经谈到的缺钙是引起苹果苦痘病发生的重要原因,苹果的木栓斑病 (Cork spot) 也是一种缺钙的生理病害。根据许多研究证明,能引起苦痘病和木栓斑病发生的因素,除了树龄太小、生长势过旺、果形过大以及过度修剪和疏果之外,土壤 pH 值太低,土壤中含钙量太少,施用氮肥过量,土壤中钾镁含量太高,含硼太低以及土壤过干过湿等,都是引起发病的原因。就苹果而言,一般要求果园土壤的 pH 值,最好能维持在 6—7 之间。

总之,土壤的物理、化学性状、土壤肥力、可利用的矿物质、土壤水份和温度变化等对果树的生长发育和结果,影响十分重要,也是影响果实品质和耐藏力的间接因素,在贮藏工作中不可忽视。

三、施 肥

土壤中氮肥既是果树生长必须的营养,又是保证产量的主要元素。但施用氮肥的数量和时间,必须根据果树的需要来决定。施用氮肥过多,果实的颜色差,在贮藏中容易发生生理病害。氮肥过多的果实,呼吸强度也会增大,物质的消耗加快,果实在贮藏中硬度和糖、酸含量下降也快。一般认为适当地施用氮肥而不过量,产量虽比施氮多的低一些,但能保证果实的颜色和硬度等品质,减少腐烂和生理病害的损失。关于施氮肥对果实贮藏病害发生的关系,一些试验的结果不同,很可能与土壤中氮的形式或其它营养物质的利用情况有关。例如,有的试验认为红玉苹果随着氮肥的增加,苦痘病发生增多,有的品种发生苦痘病则与施氮无关。只有在缺钙的土壤中生长的桔苹苹果,增施氮肥才会增加苦痘病,在 pH 值较高的土壤中则无影响。氮的影响,决定于它与其它元素的相互作用,由于施氮过多而增加果树的营养生长,引起果实中矿物质不平衡,从而使苦痘病的发生增多,如果果树生长不是过分旺盛,增施氮肥也不会增加苦痘病。还有试验发现,苹果施氮肥过多,使元帅和金冠果实容易发生虎皮病,红玉果实斑点病也增多。

施用氮肥的时期与果实耐藏力也有很大的关系。在 7—9 月,施氮少的桔苹苹果与多施氮的相比,前者的果实,其矿物质和含酸量都低,从 4 月到 11 月均匀施氮的果树,苦痘病发生少。可见,在果树生长过程中,不正常的施用氮肥而引起的突然变化,会使果实的耐藏力降低。

前面已经谈到,苹果缺钙容易发生苦痘病和果心褐变的生理病害,土壤中含钾过高,会与钙和镁的吸收相对抗,使果实中钙的含量降低,因此,过多地施用钾肥,也将造成不利影响。但果树缺钾,果实着色差,也易发生焦叶现象,降低果实产量和品质。

土壤中缺磷,果实色泽不鲜艳,果肉带绿色,含糖量降低,在贮藏中容易发生果肉

褐变和烂心等生理病害。在低磷和高磷试验区中，加施氮肥和钾肥，发现施磷低的苹果苦腐病 (*Gloeosporium* sp.) 的发病率高。适当地施用磷钾肥配合合理施氮，不仅能保证果实产量和品质，对于贮藏中病害的防止，也有积极的作用。

此外，土壤中缺乏某些微量元素如锌、铜、锰、硼、钼等，或是某些微量元素过多，都会影响果树的生长发育，最终影响果实的品质和贮藏寿命。例如，苹果缺硼时，常常表现为不耐贮藏或发生果肉褐变，或发生虎皮病，或降低果实硬度，或提早果实成熟，或发生水心病等，都是不利于贮藏的现象。

四、灌 溉

土壤水份的供给对果树的生长、发育和果实的品质及耐藏力有重要影响。在没有灌溉的果园里，果树依靠天然降雨和土壤的持水力来保证果树生长对水分的需要，在有灌溉的果园里，控制好灌水时期，就能够保证果树的产量和果实品质。现代化耕作的果园，用喷灌和滴灌，既能节约用水，更易满足果树对水份的需要。桃在整个生长季节中只要在采收前几星期缺水，果实就难增大，果肉坚韧、皮质，产量降低，品质也差；而供水太多，又会延长果实的生长期，果实颜色差、不耐贮藏。

土壤中水份供应不足，会削弱苹果的耐藏力。苹果的某些生理病害如软木斑、苦痘和红玉斑点等都与土壤中水份状况有一定的联系。水份过多、果实过大、果汁的干物质含量低，不耐长期贮藏。许多经验也说明，苹果的一些生理病害在过大的果实上发生较多。

柑桔的果实蒂缘褐斑（干疤）是采收以后和贮藏过程中发生的果皮生理病害，在水份供应充足的条件下发育的果实发病较多，而在较干燥的条件下发育的果实，褐斑（干疤）较少。

五、采收前喷药

采收前对果树喷洒植物生长调节剂、杀菌剂或其它矿物元素，是果园管理上增强果实耐藏力、防止某些生理病害和真菌病害的辅助措施之一。已有大量的报道，有的在我国已用于生产，有的还不很普遍，需待进一步探讨。

（一）植物生长调节剂

1. 萘乙酸和2,4-D 这些调节剂对防止苹果、葡萄和柑桔采前落果效果明显。萘乙酸（或萘乙酸钠）使用浓度为10—20 ppm，喷后三天即有效，可在采前7—10天施用。2,4-D使用浓度为5—20 ppm喷后10天有效。萘乙酸和2,4-D都是生长促进剂，它们有增强果实呼吸、加速成熟的作用，因而对于长期贮藏来说，可能发生某些不利的影响。特别是已经染病的果实如苹果心腐病等，喷药后不落果，容易被误认为好果进行贮藏，在贮藏中造成腐烂损失，此点应注意防止。2,4-D用于柑桔防止果蒂脱落，效果十分显著，在四川、广东柑桔产地已被广泛采用。采收前喷果或在采收后浸果实或蘸果蒂，在以后的贮藏中，果蒂保持鲜绿而不脱落，蒂腐病也得到防止，一般用200 ppm溶液有效。

2. 阿拉（Alar或B₉） 阿拉是植物生长抑制剂，对果树的生长有抑制作用，对防止苹果采前落果有一定效应。喷过B₉的苹果，果实硬度增加，着色也好，因而对于红星、元帅等采前落果重而果肉又易变绵的品种，应用B₉更有积极的作用。B₉与萘乙酸的

作用相反,能抑制果实呼吸、延缓果实中生物化学变化的进行,还有减少元帅苹果褐烫病的效应。喷布时期以采前45—60天为宜,适宜的浓度为1000—2000 ppm。浓度过高会使果实变扁变小。有试验用 B_9 2000 ppm加磷酸氢钾0.3%或磷酸氢钙0.3%或加尿素混合喷布,可以克服上述缺点。

B_9 对桃、李、樱桃等的作用则与苹果不同,它能促进果实内源乙烯的生成,从而加速果实成熟,可使果实成熟期提前2—10天,还有增进黄肉桃果肉颜色的效应。国外用于加工的桃,使用机械收获,喷洒 B_9 可使果实成熟期集中,果柄容易脱落,便于一次采收。在桃果实膨大初期用高浓度(4000—8000 ppm)或硬核期用低浓度(1000—4000 ppm)喷布有最大的促进成熟的效果。

此外,在康可葡萄开花期或花前喷500—1000 ppm的 B_9 或浸蘸花穗,可以提高座果率,减少掉粒而使产量增加。

3. 矮壮素(CCC) 矮壮素也是一种生长抑制剂,用于果树生产,以增加葡萄座果率的效应最为显著。因而有增产的效果。用矮壮素100—500 ppm加赤霉素1 ppm在花期喷洒或蘸花穗,能提高座果率,促进成熟,增加果实含糖量和减少裂果。巴黎采收前三星期用0.5—1%的矮壮素喷布,可以增加果实硬度,防止采收时果实变软,有利于贮藏。用1500 ppm的 B_9 和1500 ppm的矮壮素喷甜橙,使果皮粗、厚的缺点得到改善。

4. 赤霉素(GA_3) 赤霉素能促进植物细胞分裂和伸长,在无核葡萄座果期喷40 ppm赤霉素,能显著地增大果粒。对于某些有核葡萄品种,用100 ppm赤霉素在感花期蘸花穗,可抑制种子发育,促进果实成熟。这样可以得到无核、早熟的果穗。柑桔果实除用2,4-D处理防止果蒂脱落外,加用赤霉素,有推迟果实成熟、延长贮藏寿命的效应。喷过赤霉素的柑桔果实,果皮退绿和衰老缓慢,某些生理病害可以得到减轻。赤霉素还可使香蕉呼吸高峰延迟出现,从而延缓成熟加强贮运寿命。广西南宁园艺生产试验场(1973)用70—150 ppm的赤霉素在菠萝开花一半到完全开花之前喷布,有明显的增产效果,使用赤霉素后,果实光实饱满,可食部分增加,柠檬酸含量下降,成熟期延长8—15天。

5. 乙烯利 乙烯利是一种人工合成的乙烯发生剂,其作用与乙烯相同,有促进果实成熟的作用。一般生产的为40%溶液,苹果在采收前1—4周喷布200—250 ppm的乙烯利,可使果实呼吸高峰提前出现,促进成熟和着色。梨在采收前喷50—250 ppm的乙烯利,同样可提早果实成熟,降低总酸含量,提高可溶性固形物含量,使早熟品种品质改善,上市提前。同样,乙烯利用于柑桔褪绿、香蕉催熟和柿子脱涩等方面,都有显著的效果。用乙烯利处理的果实不能作长期贮藏。

(二) 化学杀菌剂 果实在贮藏中,真菌引起的腐烂是缩短贮藏寿命和增加损耗的重要原因。要达到长期贮藏的目的,除了做到轻拿轻放、配合适当的贮藏条件和采用适当管理技术之外,在果实采收前或采收后进行药物杀菌处理,也是保证果实贮藏质量,减少损耗的重要措施之一。特别是近些年来,许多高效低毒农药的出现和应用,在减少果实腐烂损失、延长供应期方面,起到了良好的作用。

目前,广泛应用于果实上的杀菌剂如多菌灵(苯并咪唑)、甲基或乙基托布津,苯来特和噻苯咪唑(TBZ)等对于防止香蕉、柑桔、桃、梨和苹果生霉腐烂,都有明显的