

园艺专业职教师资培养资源开发项目



园艺产品 贮藏运输

周瑞金 主编

Yuanyi Chanpin
Zhucang Yunshu

 中国农业出版社

农业 (91.1) 园艺设计图

园艺专业职教师资培养资源开发项目

园艺产品贮藏运输

周瑞金 主编

中国农业出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

园艺产品贮藏运输/周瑞金主编. —北京: 中国农业出版社, 2018. 10

园艺专业职教师资培养资源开发项目

ISBN 978-7-109-24729-1

I. ①园… II. ①周… III. ①园艺作物—贮藏②园艺作物—商品运输 IV. ①S609

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 234827 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 王玉英

北京万友印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2018 年 10 月第 1 版 2018 年 10 月北京第 1 次印刷

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 12.25

字数: 218 千字

定价: 80.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

教育部、财政部职业院校教师素质提高计划——园艺专业职教师资
培养资源开发项目（VTNE055）成果

项目成果编写审定委员会

主 任	赵一鹏			
副主任	刘会超	周俊国	郑树景	
委 员	苗卫东	周瑞金	杜晓华	李贞霞
	贾文庆	李桂荣	周 建	陈碧华
专 家	汤生玲	徐 流	卢双盈	张元利
	曹 晔	张建荣	姚连芳	宋建伟
	王广印	张传来	李新峥	艾建东
	郭海江	王道新		

编写人员

主 编 周瑞金（河南科技学院）

副主编 陈学进（河南科技学院）

方 强（河南科技学院）

王燕霞（石家庄农业学校）

编 者 （按姓名笔画排序）

王燕霞 方 强 陈学进 周瑞金

前言

为贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》提出的进一步推动和加强职业院校教师队伍建设，促进职业教育科学发展，《教育部、财政部关于实施职业院校教师素质提高计划的意见》（教职成〔2011〕14号）提出了“支持国家职业教育师资基地开发100个职教师资本科专业的培养标准、培养方案、核心课程和特色著作，完善适应教师专业化要求的培养培训体系”的目标任务。河南科技学院作为全国第一批职教师资培养培训基地，承担了“教育部、财政部职业院校教师素质提高计划——园艺本科专业职教师资教师标准、培养方案、核心课程和特色著作开发”项目（编号VTNE055，简称“培养包”项目）的研发工作。本项目组在项目办及专家咨询委员会的指导下，在学校的大力支持下，加强组织领导，周密安排部署，精心组织实施，圆满完成了项目研发工作，形成了一系列研究成果。园艺专业核心课程特色著作是本项目的成果之一。

《园艺产品贮藏运输》是高等校园艺专业的必修课程，是建立在多学科基础上的应用科学，是以研究采收后园艺产品生命活动过程及其与环境条件关系的采后生理学为基础，以园艺产品在采后贮藏过程中保鲜技术为重点，以提高园艺产品商品价值和市场竞争力为突破口，系统研究园艺产品采后商品化处理理论与技术的一门综合性交叉学科。

本专著是在对我国园艺产品贮运现状、相关行业产业用人需求进行广泛调研的基础上，按照项目研发的总体要求共同研讨完成的。在编写过程中，根据园艺行业产业发展对相关从业人员的总体要求和技能型人才的需求，注重园艺、食品、物流等学科间的相互交

叉,准确把握编写内容,强化理论联系实际,力求使专著满足更广泛行业从业人员需求。

本专著由河南科技学院组织编写,包括园艺产品采收与采后处理、园艺产品贮藏和园艺产品运输3个单元。园艺产品采收与采后处理分为3个模块,7个任务;园艺产品贮藏分为3个模块,8个任务;园艺产品运输分为3个任务。周瑞金编写单元一,陈学进编写绪论、单元二中模块一、模块二,方强编写单元三,王艳霞编写单元二中模块三。最后,在各位编写人员初稿的基础上,由主编进行统稿和调整完成书稿,经项目成果审定委员会审核后成稿。

在编写过程中,得到有关单位和同行专业人士的大力支持和帮助,参考了很多同仁的著作和科技资料,并引用了部分图表,在此一并致谢。

由于时间仓促,水平有限,错误和疏漏在所难免,衷心希望使用本专著的师生及广大读者予以匡正,对此谨致以最真诚的谢意。

编者

2018年8月

目录

前言

绪论	1
单元一 园艺产品采收与采后处理	4
模块一 果品采收与采后处理	4
任务一 果品采收	5
任务二 果品采后处理	14
模块二 蔬菜采收与采后处理	28
任务一 蔬菜采收	29
任务二 蔬菜采后处理	33
模块三 观赏植物采收与采后处理	42
任务一 观赏植物采收	43
任务二 鲜切花保鲜剂处理技术	53
任务三 观赏植物产品分级和包装技术	59
单元二 园艺产品贮藏	75
模块一 园艺产品贮藏方式	75
任务一 常温贮藏	76
任务二 低温贮藏	87
任务三 气调贮藏	102
模块二 园艺产品贮藏保鲜技术	116
任务一 果品贮藏技术	117
任务二 蔬菜贮藏技术	126
任务三 观赏植物贮藏保鲜技术	134
模块三 园艺产品贮藏期病害防治	141
任务一 侵染性病害防治	142

任务二 生理性病害防治	161
单元三 园艺产品运输	165
任务一 园艺产品运输要求	166
任务二 园艺产品运输方式	172
任务三 园艺产品运输技术	179



绪 论

园艺产品包括水果、蔬菜及花卉等。园艺产品,尤其是水果和蔬菜,是人们日常生活中不可缺少的副食品,是仅次于粮食的世界第二重要农产品,同时也是食品工业重要的加工原料。

由于这些园艺产品属于鲜活易腐农产品,因此搞好园艺产品的采后处理、贮藏、保鲜保藏越来越受到普遍重视。

园艺产品贮藏保鲜技术是指采取一切可能的手段和措施,抑制新鲜的果蔬、花卉生命活动,降低其新陈代谢水平,减少其病害损失,延长其贮藏时间,以保持良好的、新鲜的果蔬和花卉质量的技术。

一、园艺产品贮藏及运输的意义

中国园艺产品资源丰富,水果年产量近 7 000 万 t,蔬菜年产量约 5 亿 t,均居世界第一位。中国果蔬产业已成为仅次于粮食作物的第二大农业产业。2010 年,中国果蔬总产量分别达到 1 亿 t 和 6 亿 t。在世界 3 万余种观赏植物中中国常用的就有 6 000 余种,丰富的园艺产品资源为果蔬、花卉贮藏业的发展提供了充足的原料。因此,园艺产品贮藏业作为一种新兴产业,在中国农业和农村经济发展中的地位日趋明显,已成为中国广大农村和农民最主要的经济来源和新经济增长点,成为极具外向型发展潜力的区域性特色和高效农业支柱性产业。采取科学的园艺产品贮藏技术,可以减少园艺产品采后损失,创造更高的经济效益。

园艺作物的种植具有较强的地域性,而人们对园艺产品的需求则是全球性的,这种矛盾只有通过贮藏运输才能解决。柑橘、香蕉、菠萝、荔枝、芒果等果品产于热带或亚热带地区,而苹果、梨、葡萄等产于温带地区,对于幅员辽阔的中国,通过国内南北地区间的贸易就可实现互通有无,而对于国土狭小的国家,则必须通过长距离运输的国际贸易才能享受到产自世界各个气候带的果品。不仅水果如此,大多数蔬菜和花卉也是如此。

园艺产品的收获 also 具有很强的季节性,而人们对园艺产品的需求则是全年性的,这种矛盾也只有通过贮藏及运输才能解决。例如:晚熟苹果在 9~10 月

成熟采收，在气调贮藏库中可以贮藏到翌年的夏季，而此时苹果早熟的品种已经成熟上市；陕西的猕猴桃 10 月上旬成熟采收，在冷库中可以贮藏到翌年春季，新西兰的猕猴桃 4 月成熟采收，恰好可以弥补市场的空缺。正是由于贮藏及运输技术的发展，才使得寒冬腊月里的水果、蔬菜和花卉的市场与夏季一样丰富。

贮藏保鲜及运输也是园艺产品实现采后增值的重要途径。园艺产品采后易失水腐烂，合理的贮藏保鲜及运输技术可以减少采后水分损失和腐烂损失，提高商品价值，增加销售收入。园艺产品生产所具有的区域性和季节性特点，也决定了其价格具有淡旺季之间差价和产销地之间差价。因此，合理的贮藏保鲜与运输技术可以增加园艺产品生产的经济效益。

二、园艺产品贮藏及运输的现状和发展

园艺产品贮藏及运输业随着贮藏保鲜及运输技术的进步而发展。园艺产品的贮藏技术可以分为三种方式，即常温贮藏、低温贮藏和气调贮藏。

常温贮藏是园艺产品传统的贮藏方式，通过利用外界环境的自然冷源进行贮藏，其历史悠久，有些方式经过不断改进至今仍在应用。例如，我国古代家庭用瓦罐、陶瓷缸贮藏水果和蔬菜已有几千年的历史；大白菜、萝卜、胡萝卜沟藏，冬瓜、南瓜堆藏，马铃薯、甘薯和哈密瓜地窖贮藏，苹果、梨土窑洞贮藏等方式至今仍在应用。

低温贮藏是园艺产品最重要的贮藏方式。早期的冷库利用天然冰、人造冰、雪或冰盐混合物来降低库内温度，现代冷藏库则利用机械制冷降温。美国在 1881 年建立了世界上第一个机械贮藏设施。现在在发达国家，冷库贮藏几乎已经完全替代了常温贮藏，随着我国农村园艺产业的快速发展，冷库贮藏也在逐渐普及。

气调贮藏是园艺产品现代化贮藏方式。气调贮藏发展的历史，可追溯到 1916 年，英国人 Kidd 开始研究二氧化碳（ CO_2 ）对种子呼吸的抑制作用。1916 年 Kidd 与 West 一起研究应用控制气体成分贮藏果实，发现提高 CO_2 浓度和降低氧气（ O_2 ）浓度能使苹果保持原来的色泽和良好的硬度，他们于 1927 年发表了水果气体贮藏的论文，创建了苹果气体贮藏方法，可以说是近代气调贮藏的开始。

运输是商品实现跨地区、跨国界流通的唯一途径。按照园艺产品在运输途中所处的环境温度，可以将运输分为常温运输和低温运输两种方式。常温运输常用于一年四季中的短距离运输（如从产地到当地市场的运输）、短时间运输（如航空运输）和冬季的长距离运输（如冬季苹果、柑橘的长距离铁路和公路

运输), 常温运输在我国园艺产品运输中仍然发挥着非常重要的作用。低温运输是园艺产品现代化的运输方式, 是园艺产品采后处理冷链系统的一个重要环节, 也是西方发达国家园艺产品运输的主要途径。装有机械制冷系统的卡车、火车和轮船是低温运输的主要工具, 包装箱内加冰(如花椰菜、荔枝的运输)、车厢内加冰(如甜玉米的运输)、预冷后隔热运输(如葡萄经过冷库预冷后, 用隔热材料包装运输)也是常见的低温运输方式。随着我国高速公路网的建成和冷藏运输车、冷藏集装箱等设施的发展, 冷藏运输将逐步成为园艺产品重要的运输方式。

1

单元一 园艺产品采收与采后处理

模块一 果品采收与采后处理

模块分解

任务	任务分解	要求
1. 果品采收	1. 成熟度判断 2. 果品采收	1. 掌握果品成熟度判断方法 2. 果品采收方法 3. 了解果品采收机械
2. 果品采后处理	1. 清洗消毒 2. 分级 3. 涂蜡 4. 包装	1. 了解果品采后处理程序 2. 掌握果品分级标准和方法 3. 掌握果品涂蜡技术 4. 掌握果品包装技术

任务一 果品采收

【讨论】



图 1-1 意大利柿子人工采收



图 1-2 湖北罗田甜柿人工采收

比较图 1-1 和图 1-2 中柿子采收方法的差异以及不同采收方法对果品品质的影响。

【知识点】

1. 果品采收成熟度概念 果品采收是果树生产中的最后一个环节，采收是否适宜将直接影响果品品质和贮藏特性。果品成熟度可分为以下几个阶段：

未熟期：果实在母株上还没有达到可以食用时应具有的足够风味，或者对于采收后需要后熟的水果，即使进行后熟处理也达不到良好风味。

适熟期：果实在母株上已经达到可以食用状态，或者对于需要后熟的水果，经后熟处理可以达到食用要求的风味和品质。

完熟期：果实在母体上已经达到应具有的最佳食用风味、品质。

过熟期：果实在母体上味道已经明显变淡，或者已经失去鲜食商品性。

一般而言，果实在母体上达到完熟时采收，其色泽、品质、风味最佳，但此阶段的水果往往不耐贮藏。对呼吸跃变型水果（如苹果、梨等中长期贮藏的果实），应适当早采（呼吸跃变前采收）。猕猴桃、香蕉等水果，往往由于贮藏、运输的需要，在可食之前采收，通过后熟处理使之达到完熟。桃、李、杏等保鲜期短的果实应在完熟前（八九成熟）采收。对于非呼吸跃变型水果（如葡萄等），应在充分成熟的情况下适当晚采，但也不可过晚。

2. 判断果品采收成熟度的方法

(1) 果实生长发育期。栽植在同一地区的果树,其果实从生长到成熟都有一定的天数。对于特定的水果,可以计算从盛花(或落花)到成熟天数的方法确定成熟度和采收日期。例如,在山东济南,金帅苹果生长期约为145d,红星苹果约147d,国光苹果约为160d,青香蕉苹果约为156d。这些天数是经过多年观察而获得的平均值,但由于每年气候、管理技术、耕作条件等的不同,会影响果实发育,造成成熟度差异较大,因此根据生长期判断果实的采收期还需要和其他方法结合使用才比较可靠。

(2) 果实外观色泽和形态。判断果实成熟度的重要标志就是果实的外观色泽和形态变化。一般果实在生长过程中,先在果皮表面积累叶绿素,随着果实成熟度的提高,叶绿素逐渐分解,表现出绿色消退,逐渐呈现出该果实特有的色泽。例如:苹果、梨等底色开始退绿转黄,果面出现光泽;葡萄(深色品种)由绿转微红、半红、全红、紫红、紫黑等,果面蜡质形成;甜瓜成熟时果皮出现该品种固有皮色、花纹、条带和网纹;荔枝成熟时果皮逐渐转红,当果皮刚转为鲜红色、龟裂纹底线仍带金黄色、内果皮仍是白色时,果实即为成熟,当内果皮转为红色时已进入过熟阶段,此时采收的荔枝不耐贮藏。

(3) 果实形状和大小。不同果品有其特定的形状和大小特征。例如,香蕉横切面的形状可作为判断香蕉成熟程度的一个指标。因为香蕉在未成熟时,横切面呈现多角形,随着成熟度的提高,横切面上的角逐渐变圆滑。因此,横切面越圆滑,表示香蕉果实成熟度越高。

果实大小可以作为判断果实成熟度的参考依据之一。但同一品种果实的大小,因肥水管理、修剪措施、留果量等不同而异,因此判断时应同时参考其他指标。

(4) 果实硬度。未成熟的果实果肉坚硬,而成熟的果实则较松软。因此,可以根据果实的硬度判断果实的成熟度。这种硬度的变化,可以通过用手指触压果实做出主观的估计;进行更精确的判断,可以用果实硬度计测定。

(5) 可溶性固形物(糖)和酸含量。随着果实的成熟,果实中可溶性固形物和糖的含量上升,酸度下降,据此可以判断果实的成熟度。糖的含量可以用化学方法直接测出。为了便于测定,可用果实中总可溶性固形物含量来反映糖的含量。通常把可溶性固形物与总酸量之比称为固酸比,把总含糖量与总酸量的比值称为糖酸比。用固酸比或糖酸比来判断果实的成熟度,往往比用单一的糖含量或酸含量更能客观地反映糖和酸的关系。

(6) 淀粉含量。可用碘化钾溶液处理果肉截面,根据截面染成蓝色的面积大小或深浅程度来判断果肉的淀粉含量,一般未成熟的果实淀粉含量较高。苹

果、梨（秋子梨和西洋梨品种）等水果，碘化钾染色后呈蓝色的，表明成熟度较高，适宜采收。

（7）果梗脱离的难易程度。核果类和仁果类果实在成熟时，果柄和果枝之间形成离层而容易脱落，可将果实脱落的难易程度作为判断果实成熟度的一个标准。出现离层后应及时采收果实，否则容易造成大量落果。但有的果实（如柑橘），萼片和果实之间的离层形成比成熟期晚；有的果实因环境因素影响而提早形成离层。对于这类果品，不宜用果实脱落难易程度来判断其成熟度。

（8）种子颜色变化。可通过观察苹果、梨等水果的种子变褐情况判断其成熟度。

除上述方法和指标外，还可以根据其他情况来判断，如果实发育有效积温、果实乙烯释放量、呼吸强度变化等。需要注意的是，由于生态、地理、栽培条件等的不同，只用单独一项指标很难做出科学的判断。在生产实践中，往往需要多个指标综合考虑。不同水果采用的成熟度判断标准有所不同，具体指标及其适用水果种类见表 1-1。

表 1-1 不同水果成熟指标

指标分类	具体指标	适宜水果种类
生长发育指标	盛花（或落花）至成熟的天数	苹果、梨等
	开雌花至成熟的天数	甜瓜、西瓜等
外观形态指标	外观颜色	所有水果
	种子颜色	梨等
	果实大小	所有水果
	表层形态及结构	葡萄（果粉、蜡质增多，果皮增厚）；毛桃（茸毛稀少）；荔枝、杧果（皮花纹出现蜡层，皮孔微裂）
	果实形状	香蕉（棱角变化）；杧果、枇杷、杨桃（果实饱满度）
	密度	杧果、樱桃、西瓜等
	果梗脱离的难易程度	苹果、梨等
嗅觉指标	香气形成	部分甜瓜品种
理化指标	硬度	苹果、梨、桃、李、杏等
	淀粉含量	苹果、梨（秋子梨、西洋梨品种）等
	可溶性固形物或糖含量	苹果、梨、葡萄、猕猴桃、樱桃、西瓜、甜瓜等
	糖含量，糖酸比或固酸比	苹果、柑橘、石榴、木瓜等

(续)

指标分类	具体指标	适宜水果种类
理化指标	果汁含量	柑橘类水果
	鞣酸含量	柿子等
	呼吸强度及内部乙烯浓度	苹果、梨等

3. 采前准备 采收前首先要预估产量,制订相应的采收计划,准备相应的劳力、采收工具、包装容器、包装材料、运输工具等,做好采后处理、运输及收购部门的统筹协调工作。做到适时采收,快收、快运,及时销售、贮藏或加工,以保证果品的品质。在栽培方面,要适时停止喷药、灌水,做好清理果园等准备。制订计划时,还要考虑气候因素的影响,以减少收获中预计不到的损失。

果品采收时间对其采后处理、贮藏和运输具有很大的影响。最好选择在一天内温度较低且干燥的时间采收。低温下果品呼吸作用小,生理代谢缓慢,采收后由于机械损伤引起的不良生理反应也较小。此外,低温环境下,果品采后自身所带的田间热也可以降到最小。另外,环境湿度对果品采后品质也有一定影响,例如阴雨或有雾气时空气湿度大,果品表皮细胞膨压大,容易造成机械损伤;果实表面潮湿,容易受微生物侵染。

为了保证采收后果品具有良好的品质,避免不必要的损伤,对采收工具及容器也有一定的要求。选用适当的采收工具,如果剪等,可以减少产品的机械损伤。采收容器最好大小合适,内部平滑、有弹性,不易发生擦伤、压伤等。

采收后果实及时运输可提高果品的品质,一般采用大散装箱或托盘堆码,铲车运输,既可避免人工搬运的繁重体力劳动,又可减少果实损伤。

4. 采收方法 果品的采收方法可分为人工采收和机械采收两种。以鲜食为目的进行销售的产品,都是以人工采收为主;以加工为目的进行销售的产品,可以采用机械采收。

(1) 人工采收。人工采收一般包括手摘、用采果剪等方法。通常用于鲜销和长期贮藏的果品多采用人工采收。另外,也可将人工采收和机械采收相结合,以提高采收效率及质量。例如,用于加工的草莓在利用机械采收前4~6d进行1~2次人工采收,先摘掉早成熟的果实,使剩下的果实成熟相对一致,有利于提高机械采收的质量。采收番木瓜、香蕉、柿子等时,采收梯旁常安置可升降的工作平台,用于装载产品(图1-1)。

果品的种类不同,进行人工采收的步骤及使用工具也不同。例如:苹果、梨的果梗与果枝间产生离层,易于分离,可以直接用手采摘,采摘时用手掌握