



一村一名大学生工程 系列教材

果品蔬菜贮藏运输学

◎ 张子德 马俊莲 主编



中国农业科学技术出版社

“一村一名大学生工程”系列教材

果品蔬菜贮藏运输学

张子德 马俊莲 主编

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

果品蔬菜贮藏运输学/张子德, 马俊莲主编. —北京:
中国农业科学技术出版社, 2006
“一村一名大学生工程”系列教材
ISBN 7-80233-075-0

I. 果… II. ①张…②马… III. ①水果-贮运-
教材②蔬菜-贮运-教材 IV. ①S660.9②S630.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 106267 号

责任编辑	梅 红
责任校对	贾晓红
出版发行	中国农业科学技术出版社 北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081
电 话	(010) 68919704 (发行部) (010) 62189012 (编辑室) (010) 68919703 (读者服务部)
传 真	(010) 62189012
网 址	http://www.castp.cn
经 销 者	新华书店北京发行所
印 刷 者	北京华正印刷有限公司
开 本	850 mm × 1168 mm 1/32
印 张	6.75
字 数	162 千字
版 次	2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷
印 数	1 ~ 1800 册
定 价	18.00 元

“一村一名大学生工程” 系列教材编审委员会

主 任	刘大群				
副主任	薛庆林	申书兴			
委 员	钟秀芬	张玉星	黄仁录	贾英民	
	李 明	王 颀	刘聚祥		

《果品蔬菜贮藏运输学》

编 委 会

主 编 张子德 马俊莲
编 者 (按姓氏笔画排序)
马俊莲 张子德 赵丛枝
唐 霞

序

新世纪新阶段，党中央国务院描绘出了建设社会主义新农村的宏伟蓝图，这是落实科学发展观，构建和谐社会，全面建设小康社会的伟大战略部署，也为我们高等农林院校提供了广阔的用武之地。以科技、人才、技术为支撑，全面推进社会主义新农村建设的进程是我们肩负的神圣历史使命，责无旁贷。

我曾于1987~1995年在美国明尼苏达大学攻读博士学位和从事博士后研究，对美国的社会和高等教育模式有比较深入的了解。我在出国之前曾下乡从事农业生产劳动，从事过地质勘探工作，接受过系统的高等农业教育，对农业和农民有着深厚的感情，对农村和城市，对农民、工人等社会各阶层较为熟悉。在美国留学期间，我始终关心和关注着我国的改革开放事业，特别是我国农业和农业高等教育事业的发展，并就如何汲取美国的先进经验来改造我国传统农业的问题进行了长期的思考与探索。

我深刻地感到我国是一个农业大国，实现中华民族的伟大复兴和党的“十六”大提出的全面建设小康社会的宏伟目标，核心为农业，关键在农村，实质是农民。全国64%的人口在农村，当前广大农民的农业科技素质和文化素质普遍较低，制约了农业新技术、新成果的推广转化，延缓了农业产业化和产业结构调整的进程，进而影响了建设社会主义新农村的进程。国家强盛基于国民素质的提高，国民素质的提高源于教育事业的发达，解决农民素质较低，农业科技人才缺乏的问题是当前教育事业发展、人才培养的一项重要工作。农村全面实现小康社会，迫切需要在政策和资金等方面给予倾斜的同时，还特别亟需一批定位农村、献身农业并接受过高等农业教育的高素质人才。

我国现有的高等教育（包括高等农业教育）培养的高级专门人

才很难直接通往农村。如何为农村培养一批留得住、用得上的实用人才，是我一直在思考的问题。经过反复论证，认真分析，我提出了实施“一村一名大学生工程”的设想，该想法得到了河北农业大学各部门的一致赞同，也得到了教育部、河北省教育厅的肯定。经教育部、省教育厅批复，2003年河北农业大学开始着手实施“一村一名大学生工程”，培养来自农村、定位农村，懂农业科技、了解市场，为农业和农村经济发展直接服务、带领农民致富的具有创新精神的实用型技术人才。我相信，该“工程”的实施对于加强河北省的农村基层组织建设，建设社会主义新农村将具有重要的意义，同时，也将对全国其他省（市）建设社会主义新农村事业的发展具有借鉴意义。

实施“一村一名大学生工程”是高等学校直接为农村培养高素质带头人的特殊尝试。由于人才培养目标的特殊指向性，在专业选择、课程设置、教材配备等方面必然要有很强的针对性。经过三年多的教学探索，在总结教学实践经验的基础上，河北农业大学组织骨干教师编写了一套适用于“一村一名大学生工程”相关专业的系列教材。经过教师们的共同努力，《果树栽培学各论》、《蔬菜栽培学各论》、《兽医临床诊断学》、《动物养殖学》、《果品蔬菜贮藏运输学》、《食品加工工艺学》等六部教材即将出版。第二期拟编写出版加强农村基础建设、开辟农村外部增收渠道的相关专业教材，而第三期将编写促进农村剩余劳动力向非农产业和城镇转移、发展农村第三产业的相关教材。本教材除适用于“一村一名大学生工程”相关专业应用以外，还可以作为农村技术人才的培训教材。

该套教材的出版，将更加有利于增强“一村一名大学生工程”教学工作的针对性，有利于学生掌握实用科学知识，进一步提高自身的科技素质和实践能力，相信对“一村一名大学生工程”的健康发展大有裨益。

河北农业大学校长：刘大群

2006. 8. 23

前 言

果蔬是人们日常生活必不可少的重要副食品，也是仅次于粮食的第二重要农产品。我国是世界果蔬生产大国，栽培历史悠久，种质资源丰富，是世界上许多果蔬的发源地，堪称“世界园林之母”。特别是近 20 年来，我国的果蔬生产速度每年急剧递增。据有关部门统计，在我国生产的主要果品中，苹果、梨、板栗、柿子、红枣的产量已稳居世界首位；核桃、柑橘产量名列世界第二。目前，我国已成为世界果蔬第一生产大国，蔬菜人均占有量远远超过世界人均水平。优越的发展现状为果蔬的采后处理、贮运保鲜创造了良好的基础条件，同时也为我国的优质果蔬走向世界提供了可靠的保障。

然而，采收后的果蔬属于鲜活的有机体，虽然脱离了母体和生长环境条件，却仍然进行着旺盛的生命活动，如不加以调控，品质很快下降。此外，由于果蔬含水量高，保护组织差，在采收、分级、包装、运输、贮藏等过程中极易造成机械损伤，易受病原菌侵染，造成大量腐烂。据不完全统计，目前，我国果蔬的采后损耗一般在 25% 左右，有的甚至高达 35% 以上。损耗之大，触目惊心！

近年来，尽管我国的果蔬贮运业取得了长足的进步，但与发达国家相比，差距还很大。具体表现在：贮藏设施不足，贮运手段落后，产品的商品化程度低，产业化体系不健全等。例如，许多经济发达的国家已普及了果蔬的采后“冷链”系统，而我国到目前为止，还没有建立起适合于国情的果蔬流通链。国外某些发达国家，气调贮藏占总贮藏量的 80% 以上，而我国还不到 5%。如此大的差距，不能不引起国人的深思。

果蔬贮运学就是以研究果品蔬菜的保鲜问题为主，根据果蔬采后生物学特性，应用物理和化学方法，尽可能延缓果蔬采后衰老进

程,保持其原有品质的一门科学。

搞好果蔬贮运学,具有以下几方面的意义。首先,可以延长产品的供应时间。季产年销,平衡淡旺季节,做到周年均衡供应。其次,扩大供应范围。我国地域辽阔,可使各地名优特产品异地消费,互补余缺,调剂市场供应,如南北果蔬调运,以满足消费者需求。再次,可以保证丰产丰收。最后,能够出口创汇,加速祖国现代化建设。

果蔬贮运学是一门应用学科,涉及知识面广泛,与植物学、植物生理学、生物化学、果蔬育种学、果蔬栽培学、果蔬病理学、制冷学、物理学、化学等学科关系密切,要学好这门学科,必须具备与之相关的基本知识,并注重各学科间的相互联系和相互渗透。

本教材共分八章,详细阐述了果蔬的品质构成及其影响因素、采后生理变化、采后商品化处理、贮藏病害、贮藏方式方法和贮藏特性及贮运技术要点。在编写过程中,本着理论内容充实够用,操作方法实用可行的原则,广泛收集并借鉴同类教材特点,吸收了大量国内外果蔬科研的最新成果,并融入了编者多年的专业工作经验和科研成果。

本教材由张子德、马俊莲主编,第一章和第二章由赵丛枝编写,第三章和第六章由马俊莲编写,第四章和第五章由唐霞编写,绪论、第七章和第八章由张子德编写。

本书内容翔实,注重理论联系实际,除作为高等院校食品科学与工程、园艺等本专科教材使用外,也可供从事果蔬贮运保鲜领域的教学、科研人员以及果蔬经营者使用。

由于教材涉及内容广泛,加之编者水平有限,书中错误在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2006 年 07 月

目 录

第一章 果蔬的品质及其采后变化	(1)
第一节 果蔬品质的构成	(1)
一、果蔬的色泽	(1)
二、果实的硬度	(2)
三、果蔬的风味	(2)
第二节 果蔬的化学特性及其与贮藏的关系	(4)
一、水分及无机成分	(4)
二、维生素	(5)
三、碳水化合物	(6)
四、有机酸	(9)
五、色素	(10)
六、单宁物质	(11)
七、芳香物质	(12)
八、含氮化合物	(12)
九、糖苷类	(13)
十、酶	(15)
第二章 影响果蔬贮藏的因素	(17)
第一节 采前条件对果蔬品质及耐贮性的影响	(17)
一、产品自身因素	(17)
二、生态因素	(21)
三、农业技术因素	(26)
第二节 贮藏条件的影响	(31)

一、温度	(31)
二、湿度	(31)
三、气体条件	(32)
第三章 果蔬采后生理	(33)
第一节 呼吸生理	(33)
一、呼吸的类型	(33)
二、呼吸作用与果蔬贮藏的关系	(34)
三、呼吸跃变	(36)
四、呼吸作用的影响因素	(38)
第二节 蒸腾生理	(41)
一、果蔬的蒸腾作用对其品质及耐贮性的影响	(42)
二、蒸腾作用的影响因素	(43)
三、防止果蔬采后失水的方法	(45)
第三节 休眠生理	(46)
一、休眠的概念	(46)
二、休眠的类型	(47)
三、休眠的阶段	(47)
四、休眠的控制	(48)
第四节 逆境伤害	(49)
一、冷害	(49)
二、冻害	(55)
三、气体伤害	(57)
第五节 成熟和衰老	(58)
一、果蔬成熟和衰老期间的变化	(58)
二、乙烯与果蔬成熟衰老	(60)
三、其他植物激素对果实成熟的影响	(65)
第四章 果蔬的采收及采后商品化处理	(67)
第一节 采收	(67)

一、采收成熟度	(67)
二、果蔬的采收方法	(70)
三、采收注意事项	(71)
第二节 分级	(72)
一、分级标准	(72)
二、分级方法	(73)
第三节 预冷	(75)
一、预冷的概念及作用	(75)
二、预冷方法	(75)
三、影响预冷速度的因素	(79)
第四节 包装	(79)
一、包装容器的要求	(79)
二、包装种类和规格	(80)
三、包装方法与要求	(80)
四、包装的堆码	(81)
第五节 果蔬的其他采后处理	(81)
一、催熟及脱涩	(81)
二、愈伤	(84)
三、晾晒	(85)
四、涂膜处理	(85)
第六节 果蔬的运输	(87)
一、果蔬运输的环境条件	(87)
二、果蔬运输方式与运输工具	(89)
第五章 果蔬贮运病害	(94)
第一节 果蔬采后的侵染性病害	(94)
一、病原菌侵染特点	(94)
二、侵染性病害防治措施	(96)
第二节 果品贮藏病害	(99)
一、侵染性病害	(99)

二、生理性病害	(107)
第三节 蔬菜贮藏病害	(110)
一、侵染性病害	(110)
二、生理性病害	(116)
第六章 果蔬的贮藏方式	(119)
第一节 简易贮藏	(119)
一、堆藏	(119)
二、埋藏	(120)
三、假植贮藏和冻藏	(122)
四、窖藏	(123)
第二节 土窑洞、通风库和天然冷源贮藏库	(126)
一、窑洞的类型与结构	(126)
二、通风库	(128)
三、土窑洞和通风库的管理	(131)
四、自然冷源贮藏库	(133)
第三节 机械冷藏库	(134)
一、冷藏库的类型	(134)
二、库体结构	(135)
三、制冷系统及其工作原理	(137)
四、冷库的管理	(139)
第四节 气调贮藏	(140)
一、气调贮藏应用的注意事项	(141)
二、自发气调贮藏	(143)
三、人工气调贮藏	(146)
第五节 减压贮藏	(148)
一、减压贮藏的原理	(149)
二、减压贮藏库的组成和控制方式	(149)

第七章 果品贮藏各论	(151)
第一节 仁果类果品贮藏	(151)
一、苹果贮藏	(151)
二、梨贮藏	(157)
第二节 浆果类果品贮藏	(159)
一、葡萄贮藏	(159)
二、猕猴桃贮藏	(162)
第三节 核果类果品贮藏	(164)
一、品种与贮藏特性	(165)
二、采收和预贮	(165)
三、贮藏方式	(165)
第四节 其他果品贮藏	(166)
一、香蕉贮藏	(166)
二、柿子贮藏	(168)
三、板栗贮藏	(170)
四、核桃贮藏	(171)
五、枣的贮藏	(173)
第八章 蔬菜的贮藏	(175)
第一节 叶菜类贮藏	(175)
一、大白菜	(175)
二、芹菜	(179)
第二节 果菜类贮藏	(181)
一、番茄贮藏	(181)
二、甜椒贮藏	(183)
第三节 花菜类贮藏	(185)
一、花椰菜贮藏	(185)
二、蒜薹贮藏	(187)
第四节 根茎类蔬菜贮藏	(188)

一、萝卜和胡萝卜贮藏	(188)
二、马铃薯贮藏	(190)
三、洋葱贮藏	(192)
四、生姜贮藏	(194)
第五节 瓜类贮藏	(196)
一、西瓜贮藏	(196)
二、冬瓜、南瓜贮藏	(198)
参考文献	(200)

第一章 果蔬的品质及其采后变化

第一节 果蔬品质的构成

果蔬的品质包括外观（大小、形状、色泽等）、风味（糖、酸、糖苷类、单宁、氨基酸、辣味物质等）、质地（组织的老嫩程度、硬度的大小、汁液的多少、纤维的多少等）、营养（维生素、矿物质、水分、糖类、脂肪、蛋白质、氨基酸等）、安全（有害物质的残留等）等。下面就其主要方面进行论述。

一、果蔬的色泽

果蔬的色泽因不同种类、品种而异，不论鲜食和贮藏，色泽是果蔬分级标准之一。决定果蔬色泽发育的色素主要有叶绿素、胡萝卜素、花青素等。

1. 叶绿素

叶绿素含于叶绿体内，与胡萝卜素共存。叶绿素的形成要有光、必要的矿质元素，并受某些激素的影响。一些果实果皮或果实的某些部分保持绿色是果实鲜度和健壮的标志，反之失去绿色或变黄是成熟衰老的标志，如苹果底色，洋梨、香蕉的绿色，柑橘果蒂部绿色，番茄的绿色等。生长素可使柑橘果蒂保持绿色，赤霉素、细胞激动素可使柑橘果皮保持绿色，推迟上色甚至回绿。

2. 类胡萝卜素

柑橘类果实含 α 、 β 、 γ 胡萝卜素、玉米黄质和隐黄素；杏含有 β 、 γ 胡萝卜素和番茄红素；柿、番茄含番茄红素。

在果实的生长期，光对类胡萝卜素形成有影响。一般果实成熟过程中受光少，类胡萝卜素含量也少，但也有的在果实生长初期光照好，由绿熟到上色期，遮光反而上色好（如番茄）。温度高可

抑制类胡萝卜素的形成，番茄红素形成的最适温度为 19 ~ 24℃，30℃ 以上不易形成。

3. 花青素类

花青素类是指果实或花表现红、蓝、紫等色的水溶性色素，主要存在于细胞液或细胞质中。在 pH 值为酸性时呈红色，中性时为淡紫色，碱性时呈蓝色，与金属离子结合也呈现各种颜色。因此果实可呈现各种复杂的色彩。

除遗传原因外，可溶性碳水化合物积累、光、矿质营养、水分、温度等都是影响颜色的条件。

二、果实的硬度

1. 决定果实硬度的内因

决定果实硬度的内因是细胞质的结合力，细胞构成物质的机械强度与细胞的膨压。

果实细胞间的结合力受果胶物质含量的影响，随着果实成熟，可溶性果胶增多，原果胶减少。有的果实只是原果胶减少，使原果胶/总果胶之比下降，果实细胞间失去结合力，果肉变软。

2. 影响果实硬度的外因

叶片的含氮量常与果肉硬度呈负相关，含氮量高，果实硬度低。水分高，果个大，果肉细胞体积大，果肉硬度低；采收时和采后的温度对贮藏期果实硬度有很大影响。果肉变软的速度在 21℃ 时比 10℃ 时要快 2 倍。所以采收时气温高，采后又不能及时入冷库，这是我国目前一些地区元帅系苹果变软、不耐贮藏的重要原因。

三、果蔬的风味

1. 果蔬的甜味

糖及衍生物糖醇类物质是构成果蔬甜味的主要物质，一些氨基酸、胺等非糖物质也具有甜味。蔗糖、果糖、葡萄糖是果蔬中主要的糖类物质，此外还含有甘露醇、半乳糖、木糖、核糖以及山梨醇、甘露醇和木糖醇等。