



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

果品蔬菜 贮藏运销学

刘兴华 陈维信 主编

食品科学与工程 园艺专业用

中 国 农 业 出 版 社

面向 21 世纪课程教材

Textbook Series for 21st Century

果品蔬菜贮藏运销学

刘兴华 陈维信 主编

食品科学与工程 园艺专业用

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

果品蔬菜贮藏运销学/刘兴华, 陈维信主编. —北京:
中国农业出版社, 2002.6
面向 21 世纪课程教材
ISBN 7-109-07610-5

I. 果... II. ①刘...②陈... III. ①水果-贮运-高等学校-教材②蔬菜-贮运-高等学校-教材③水果-销售-高等学校-教材④蔬菜-销售-高等学校-教材
IV. S609

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 015034 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)
(邮政编码 100026)
出版人: 傅玉祥
责任编辑 杨天桥

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2002 年 6 月第 1 版 2002 年 6 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×960mm 1/16 印张: 19.25

字数: 343 千字

定价: 25.60 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前 言

本教材是经教育部批准的全国高等教育“面向 21 世纪课程教材”。编写中贯彻“厚基础、强能力、高素质、广适应”的指导思想,坚持“起点要高、目标要清、内容要新、形式要活”的基本要求,广泛收集并借鉴国内外同类教材的优点,参阅了大量的文献资料,吸收了国内外众多的最新科研成果,总结借鉴了我国传统的贮藏技术,并融入了编者多年的专业工作经验和科研成果。

本教材分为十章,依次阐述了果蔬的质量与质量评价、果蔬的采后生理、影响果蔬耐藏性的因素、果蔬的采收与采后处理、果蔬的运输与冷链流通、果蔬的贮藏方式与管理、果蔬采后病虫害、果品贮藏、蔬菜贮藏、果蔬的营销策略。本教材在内容和形式上均有所创新。

本教材由刘兴华、陈维信主编,刘兴华、寇莉苹负责统稿工作。第一章由谭兴和编写,第二章由陈维信、吴振先编写,绪论和第三章由刘兴华编写,第四章由黄绵佳编写,第五章由张子德编写,第六章由王如福编写,第七章由王兰菊、胡青霞编写,第八章分别由刘兴华、陈维信、王兰菊、寇莉苹、庞杰编写,第九章分别由张子德、谭兴和、寇莉苹编写,第十章由庞杰编写。每章最后附思考题及主要参考文献。

在编写过程中,承蒙西北农林科技大学教务处和中国农业出版社的大力支持,华南农业大学季作梁教授对书稿进行了审阅,湖南农业大学秦丹、山西农业大学闫师杰参与了部分工作,在此一并表示感谢!

本教材内容翔实,注重理论联系实际,既可作为高等学校食品科学与工程、农产品贮藏与加工、园艺等本科专业的教材,也对在果蔬贮藏保鲜领域从事科研、管理、营销工作者有一定的应用和参考价值。

本教材由全国多所院校的作者共同编写，是集体智慧的结晶。但是，由于涉及内容广泛，作者的学识水平有限，错误和疏漏之处在所难免，诚望读者批评指正。

编 者

2001年12月

目 录

前言

绪论

第一章 果品蔬菜的质量与质量评价	4
第一节 果品蔬菜的质量	4
一、卫生质量	4
二、感官质量	9
三、营养质量	9
四、质量标准	9
第二节 果品蔬菜的质量评价	17
一、感官质量评价	17
二、理化分析	19
三、农药残留量检验	21
第二章 果品蔬菜的采后生理	23
第一节 果品蔬菜的成熟与衰老	23
一、成熟与衰老的概念	23
二、成熟衰老中的化学成分变化	24
三、成熟衰老中细胞壁结构和与软化有关的酶化学变化	30
四、生物技术在控制成熟衰老中的应用	31
第二节 果品蔬菜的呼吸作用	33
一、呼吸作用的概念	34
二、呼吸作用与果蔬贮藏的关系	36
三、呼吸跃变	39
四、影响呼吸强度的因素	44
第三节 乙烯与果品蔬菜的成熟衰老	50
一、乙烯与果品蔬菜成熟衰老的关系	50
二、乙烯的生物合成与调节	52
三、成熟衰老期间其他植物激素的变化	56
四、贮藏运输实践中对乙烯以及成熟的控制	59
第四节 果品蔬菜的蒸腾作用	62

一、蒸腾对果品蔬菜的影响	63
二、影响蒸腾的因素	65
三、控制果蔬蒸腾失水的措施	68
第五节 蔬菜的休眠	69
一、休眠的类型与阶段	69
二、休眠的生理生化特征	70
三、控制休眠的措施	72
第三章 影响果品蔬菜贮藏性的因素	75
第一节 自身因素	75
一、种类和品种	75
二、成熟度或发育年龄	76
三、田间生长发育状况	77
第二节 采前因素	79
一、生态因素	79
二、农业技术因素	83
第三节 贮藏环境因素	90
一、温度	90
二、湿度	91
三、 O_2 和 CO_2	91
四、其他因素	92
第四章 果品蔬菜的采收和采后处理	93
第一节 果品蔬菜的采收	93
一、采收期的确定	93
二、采收方法	96
第二节 果品蔬菜的采后处理	97
一、分级	97
二、清洗、防腐、灭虫与打蜡	101
三、包装	105
四、催熟和脱涩	108
五、预冷	111
六、晾晒	113
第五章 果品蔬菜的运输与冷链流通	115
一、运输的基本要求	115
二、运输的环境条件	116

三、运输的方式和工具	123
四、运输的注意事项	127
五、冷链流通	127
第六章 果品蔬菜的贮藏方式与管理	129
第一节 常温贮藏	130
一、简易贮藏	130
二、土窑洞贮藏	135
第二节 机械冷库贮藏	140
一、机械冷库的构造和设计	140
二、机械冷库的制冷原理	145
三、机械冷库的管理	149
第三节 气调贮藏	152
一、气调贮藏的原理	153
二、气调贮藏的方法	157
三、气调贮藏的管理	161
第四节 减压贮藏	165
第五节 果品蔬菜贮藏的辅助措施	167
一、辐射处理	167
二、电磁处理	168
第七章 果品蔬菜采后病虫害	170
第一节 果品蔬菜采后的侵染性病害	170
一、病原菌侵染特点	170
二、影响发病的因素	174
三、侵染性病害综合防治措施	176
四、果品蔬菜主要侵染性病害实例	182
第二节 果品蔬菜的生理性病害	187
一、致病因素	188
二、控制病害的措施	191
三、果品蔬菜主要生理性病害实例	192
第三节 果品蔬菜的虫害	197
一、主要害虫的种类及危害	197
二、防治害虫的措施	200
第八章 果品贮藏	203
第一节 苹果贮藏	203

一、贮藏特性	203
二、贮藏方式	205
三、贮藏技术要点	206
第二节 梨贮藏	207
一、贮藏特性	207
二、贮藏方式	209
三、贮藏技术要点	210
第三节 柑橘贮藏	211
一、贮藏特性	211
二、贮藏方式	214
三、贮藏技术要点	215
第四节 香蕉贮藏	217
一、贮藏特性	217
二、贮藏方式	218
三、贮藏技术要点	218
第五节 葡萄贮藏	219
一、贮藏特性	220
二、贮藏方式	221
三、贮藏技术要点	221
第六节 猕猴桃贮藏	224
一、贮藏特性	224
二、贮藏方式	225
三、贮藏技术要点	226
第七节 枣贮藏	228
一、贮藏特性	228
二、贮藏方式	229
三、贮藏技术要点	230
第八节 核果类(桃、油桃和李)贮藏	231
一、贮藏特性	231
二、贮藏方式	232
三、贮藏技术要点	233
第九节 坚果类(板栗、核桃)贮藏	234
一、板栗贮藏	234
二、核桃贮藏	236

第十节 其他热带和亚热带果品贮藏	237
一、荔枝贮藏	237
二、龙眼贮藏	241
第十一节 其他浆果贮藏	244
一、柿子贮藏	244
二、石榴贮藏	246
三、草莓贮藏	248
第九章 蔬菜贮藏	251
第一节 叶菜类贮藏	251
一、大白菜贮藏	251
二、甘蓝贮藏	254
三、芹菜贮藏	255
四、菠菜贮藏	257
第二节 果菜类贮藏	258
一、番茄贮藏	258
二、辣椒贮藏	260
三、茄子贮藏	261
四、菜豆贮藏	262
第三节 花菜类贮藏	263
一、花椰菜贮藏	263
二、蒜薹贮藏	264
第四节 根茎类蔬菜贮藏	266
一、萝卜和胡萝卜贮藏	266
二、马铃薯贮藏	268
三、洋葱和大蒜贮藏	270
四、生姜贮藏	271
第五节 瓜类(冬瓜、南瓜、佛手瓜、哈密瓜)贮藏	273
一、冬瓜、南瓜贮藏	273
二、佛手瓜贮藏	274
三、哈密瓜贮藏	275
第六节 食用菌类贮藏	277
一、贮藏特性	277
二、贮藏方式	277
三、贮藏技术要点	278

第十章 果品蔬菜的营销策略	281
第一节 果品蔬菜营销概念的确立	281
一、我国果品蔬菜营销市场现状	281
二、果品蔬菜营销概念的确立	282
第二节 果品蔬菜的商品信息	282
一、商品信息的概念	283
二、市场信息的收集	283
三、市场信息的使用	285
第三节 果品蔬菜品牌的创立	286
一、品牌的意义	287
二、创立品牌的策略	287
第四节 果品蔬菜的定价	290
一、价格的作用与特点	290
二、果品蔬菜的定价策略	290
第五节 果品蔬菜的促销	293
一、促销的概念	293
二、促销的作用与原则	294
三、果品蔬菜的促销方式	294

结 论

果蔬是人们生活的重要副食品,是仅次于粮食的第二大类农产品,是食品工业的重要原料。果蔬不仅能为人体健康提供多种营养素,尤其是维生素、矿物质、膳食纤维的主要食源,而且以其丰富多彩、天然独特的色、香、味、形、质赋予消费者愉悦的感官刺激和富有审美情趣的精神享受。随着经济发展和社会进步,人们在食品消费时崇尚天然、追求营养健康的意识不断增强,而鲜食果蔬是当之无愧的天然食品,田间施肥和用药安全合理的果蔬,可首推为安全卫生、营养优质的绿色食品。

果蔬生产是农业的重要组成部分,其生产、流通、贮藏、加工、销售已构成完整的系统经济,成为国民经济的重要组成部分,是具有广泛社会效益和较高经济效益的产业。面对我国加入 WTO 的机遇和挑战,果蔬的出口贸易将更趋活跃。

我国果品蔬菜的种植历史悠久,资源丰富,素有“世界园林之母”的称誉,是世界上多种果蔬的发源中心之一。长期以来,我国果蔬生产在全世界占有重要地位。特别是近 20 年来,在以经济建设为中心的战略方针指引下,我国果品蔬菜的种植面积发展很快,产量逐年提高,到 2000 年全国果品和蔬菜总产量分别达到 6 700 万 t 和 3 亿 t,均居世界各国之首,尤其是苹果、梨、柑橘、桃和油桃、柿、枣、板栗等果品在国际上具有举足轻重的地位。

果蔬生产具有一定的季节性和地域性,每年收成有丰有歉。将旺季、丰年的盈余产品通过贮藏保鲜,以补充淡季、歉年的盈亏;将产区生产的果蔬运往消费集中的城镇,以调剂市场余缺,活跃城乡经济,满足人们对果蔬消费的需求,这便是果蔬贮藏运输的基本任务。

果蔬的种类繁多,食用部分包括了植物的根、茎、叶、花、果及种子等各种器官。各种果蔬器官的组织结构、生理特性、耐藏性和抗病性等有很大差异,收获后的果蔬,虽然脱离了母体和生长的环境条件,同化作用已经基本停止,但仍然是具有生命的个体,继续进行着呼吸代谢、蒸腾作用、成熟衰老变

化等生命活动。由于生命活动而导致水分和干物质含量下降,颜色、风味、气味及质地发生相应变化,最终使产品的质量下降,抗病性逐渐减弱。

果蔬贮藏保鲜的原理就是采取降温、调湿、调气等综合技术措施,抑制果蔬的生理活动,降低新陈代谢水平,减少病害损失,延长贮藏时间,并保持良好的商品质量。值得一提的是,科学的贮藏保鲜技术虽然能显著地延长果蔬的贮藏期,但我们绝不能一味地追求长期贮藏,因为许多果蔬经过贮藏后,其质量都不如收获后立即上市的产品,加之长期贮藏要投入更多的人力,消耗更多的能源,增加更多的管理费用,因而陡增成本,影响经济效益。因此,在果蔬贮藏保鲜中,应根据市场供需形势以及产品的质量状况,确定适当的贮藏期限,力争做到保质保量、及时上市销售。

果蔬的贮运效果包括损耗率高低、商品质量优劣、贮藏期和货架期长短等方面。贮运效果除了受贮运条件及管理技术水平影响外,还与果蔬的种类及品种、产地的生态条件与农业技术措施、采收期与采后商品化处理等因素密切相关。大量的科学研究结果和贮藏实践证明,任何一种商品性状好、并且耐贮藏的果蔬,生长在良好的生态环境和农技条件下,其优良性状能够进一步得到强化;适宜的贮运条件和科学的贮藏管理,可以使果蔬的优良性状得以保持和延续;果蔬的贮藏保鲜是一个受采前、采收以及采后诸多因素制约的系统工程,其中任何一个不良因素的效应,都可能使果蔬的贮运工作受损,甚至导致失败,造成严重的经济损失和不良的社会影响。因此,在进行果蔬贮运保鲜时,必须按照农业系统工程理论,做好与贮藏有关的各方面的工作,任何一个环节都不允许出现疏漏。

随着现代科学技术的迅速发展,果蔬的贮藏保鲜在理论上已经取得了很大的进展,从认识果蔬采后的生命现象、乙烯的生理效应,到认识乙烯的生物合成途径及其调控,进而逐步认识果蔬采后成熟衰老的机理及分子生物学基础;其研究从观察果蔬器官组织的宏观现象,到深入细胞、亚细胞及分子水平的微观世界。研究的成果用于指导生产实践,使果蔬贮藏保鲜技术及其效果有了可喜的进步。例如将气调贮藏技术应用于苹果、葡萄、香蕉、芒果、番茄、蒜薹等的贮藏后,贮藏期显著延长,商品质量明显提高,取得了振奋人心的效果。

但是,目前在果蔬贮藏保鲜领域仍然存在着许多亟待解决的理论和实践问题。例如,果蔬成熟衰老因子——乙烯的生物合成与调控、乙烯受体及信号转导的问题,果蔬采后生理病害的致病机理问题,一些经济价值高、但不耐贮藏果蔬的贮藏保鲜技术问题,采前或采后使用果蔬防腐保鲜剂引起的食品卫生与安全问题等等,都有待从理论与实践的结合上予以解决。

尽管我国的果蔬贮运业已取得了明显的进步和发展,但与世界先进水平相

比,差距仍然很大。诸如贮藏设施不足,冷库贮藏比重小,贮运设备落后,产品的商品化程度低,产业化体系不健全等,仍然是当前影响我国果蔬贮运效果和经济效益的主要问题。许多经济发达国家在果蔬采后迅速进入“冷链”流通,果蔬产量的70%以上采后可及时进行冷藏或气调贮藏,故可最大限度地保持果蔬固有的商品质量,并且损耗率很低(一般为2%~3%),从而保证了果蔬资源的有效利用和高附加值的实现。

21世纪是知识经济的时代,也是全球经济一体化的时代。我国加入WTO后,果蔬生产在面临众多机遇的同时,也面临着许多严峻的挑战,尤其是果蔬的商品化程度低、卫生与安全问题突出是我国果蔬及其加工品进入国际市场的主要障碍,这种障碍目前也在国内产生了强烈的共鸣。吸收转化国内现有的研究成果和成功经验,学习借鉴国外的先进技术,加强适合我国国情并符合国际市场要求的果蔬贮运保鲜技术的研究与开发,逐步建立健全果蔬产供销、农工贸一体化连锁经营体系,这将对我国果蔬产业化发展起到极大的推动作用。

果品蔬菜贮藏运销学是一门应用科学,涉及的知识面很广,是以植物学、果蔬采后生理学、果树学、蔬菜学、果蔬病理学、有机化学、制冷学、农产品贸易等学科为基础。要搞好果蔬的贮运与营销工作,并使之不断地发展提高,就必须具备这些相关学科的基本知识,并要关注各学科间的相互渗透,重视最新研究成果的应用,为我国果蔬贮运保鲜业发展奠定坚实的知识基础。

第一章

果品蔬菜的质量与质量评价

教学目标：通过本章的教学，使学生了解果品蔬菜质量的涵义，掌握果品蔬菜质量标准的构成内容及质量评价方法。

第一节 果品蔬菜的质量

果品蔬菜是一类特殊的商品，其质量构成因素主要是卫生质量、感官质量、营养质量和商品化处理质量等四个方面。

一、卫生质量

卫生质量是指直接关系到人体健康的品质指标的总和。它主要包括果蔬表面的清洁程度，果蔬组织中的重金属含量、农药残留量及其他限制性物质如亚硝酸盐等。因为果品蔬菜主要是供食用，所以这些因素都是关系到人体健康的重要指标。若果品蔬菜的表面不清洁，尘土、杂质和微生物数量就会超标，影响食用者的健康，甚至导致疾病。

果品蔬菜中残留的农药对人体危害很大。随食物摄入人体内的有机氯农药，经过肠道吸收，在脂肪含量较高的组织和脏器中蓄积，对人体产生慢性毒害作用，当人体摄入量达到10mg/kg（体重）时，就可能出现中毒症状。有机氯农药对人体的损害主要在肝、肾和神经系统，引起肝脏和神经细胞的变性，而且还导致不同程度的贫血、白细胞增多等病变，甚至还诱发肝癌。由于农药尤其是剧毒农药在生产中的滥用，导致因食用蔬菜引起急性中毒的事件时有发生。因此，国家对农药的使用和残留量作了全面的规定。

国家明令禁止使用的农药有：敌枯双、二溴氯丙烷、普特丹、培福朗、18%蝇毒磷乳粉、六六六、滴滴涕、二溴乙烷、杀虫脒、氟乙酰胺、艾氏剂、狄氏剂、汞制剂。国家还明文规定，高毒、剧毒农药不得用于果品、蔬菜、茶

叶和中草药生产中。

各种标准的果品蔬菜，都有其相应的卫生要求。我国制定的第一个农药残留限量（MRL）标准对 119 种农药在不同作物和食品中的残留限量制定了标准。到 1994 年止，已经正式颁布的农药残留限量标准 7 个，包括 20 种农药在各类食品中的农药残留限量。以后又有 27 种农药由全国食品卫生标准委员会审定通过，并予以颁布。表 1-1 是我国常用的农药在果品蔬菜食品中的最大残留量的规定。

表 1-1 我国常用农药在果品蔬菜中最大残留量规定

农药名称	果品蔬菜	最大残留量 (mg/kg)
六六六*	蔬菜	0.2
滴滴涕*	蔬菜	0.1
甲胺磷	蔬菜	不得检出
敌敌畏	蔬菜	0.2
马拉硫磷	蔬菜	不得检出
辛硫磷	蔬菜	0.05
溴氰菊酯	叶菜类	0.5
	果菜类	0.2
氰戊菊酯	叶菜类	0.5
	果菜类	0.2
	块根类蔬菜	0.05
多菌灵	蔬菜	0.5
粉锈宁	蔬菜	0.2
联苯菊酯	番茄	0.5
托尔克	番茄	1
百菌清	番茄	5
氟氰菊酯	番茄	5

注：六六六和滴滴涕已经被禁止生产和使用，但由于过去使用过，并且残留在土壤中难以分解，因此继续有限制残留量的规定。

GB 8321.1-1987, GB 8321.2-1987, GB 8321.3-1989, GB 8321.4-1993, GB 8321.5-1997 等农药合理使用准则还对其他农药在不同果品蔬菜最大残留量作了详细规定。

同时，国家的有关食品标准中，还对重金属等有害成分的最大残留量作了

规定 (表 1-2)。

表 1-2 国家有关食品卫生标准规定的果品蔬菜中重金属等限量物质的极限

限 量 物 质	限 值 (mg/kg)
总汞 (以汞计)	≤0.01
总铅 (以铅计)	≤0.2 (薯类) ~0.4
总铬及化合物 (以铬计)	≤0.5
总砷及化合物 (以砷计)	≤0.5
铜 (以铜计)	≤10.0
氟 (以氟计)	≤1.0
锌 (以锌计)	≤20.0
镉 (以镉计)	≤0.05
稀土 (以氧化物总量计)	≤0.5 (马铃薯) ~0.7 (菠菜除外)
硒 (以硒计)	≤0.1

为了规范农药安全、合理使用,提高产品的安全性,最近国家提出了果品蔬菜无公害栽培的一系列标准 (GB18406.1-2001 农产品安全质量无公害蔬菜安全要求、GB18406.2-2001 农产品安全质量无公害水果安全要求、GB18407.1-2001 农产品安全质量无公害蔬菜产地环境要求、GB18407.2-2001 农产品安全质量无公害水果产地环境要求),要求卫生指标达到无公害果品蔬菜的卫生质量标准,各种农药残留量均不得超过其规定。无公害蔬菜一般是指未受有害物质污染的蔬菜。但在现实工业化时代的环境条件下,完全不受有害物质污染的果品蔬菜是很难生产的,所以无公害果品蔬菜实际上是指不含有某些规定不准含有的有毒物质,将有些不可避免的有害物质控制在允许范围以内的果品蔬菜。同时,无公害果品蔬菜还要达到一般果品蔬菜的其他商品质量要求。归纳起来,无公害果品蔬菜的基本要求就是安全、优质、卫生。安全,是指食用后绝对不造成健康危害;优质,是指感官品质好,营养成分含量高,符合食品营养要求;卫生,是指“三个不超标”:一是农药 (含除草剂等) 残留不超过标准允许量 (表 1-3);二是硝酸盐、亚硝酸盐含量不超标,食用果品蔬菜中硝酸盐 (以 NaNO_3 计) 和亚硝酸盐 (以 NaNO_2 计) 的允许含量分别为 $\leq 600\text{mg/kg}$ 和 $\leq 4\text{mg/kg}$,叶菜和根茎类蔬菜的硝酸盐允许含量 $\leq 1200\text{mg/kg}$;三是有害物质不超标,无公害果品蔬菜必须避免环境污染造成的危害,果品蔬菜中的重金属等有害物质含量不超过标准允许量 (表 1-4)。

1995 年农业部又在无公害产品栽培技术的基础上,提出了安全程度要求更高的绿色食品概念和绿色食品标准。规定在 A 级绿色食品生产中,只能限量使用限定种类的农药、化肥、除草剂、添加剂等人工合成的化学物质, A 级