

全国中等农业学校教材

果蔬贮运学

陕西省农业学校 主编

农业出版社

全国中等农业学校教材

果 蔬 贮 运 学

陕西省农业学校 主编

果蔬贮藏加工专业用

农 业 出 版 社

(京)新登字060号

全国中等农业学校教材
果 蔬 贮 运 学
陕西省农业学校 主编

• • •
责任编辑 林新华

农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)
新华书店北京发行所发行 北京密云县印刷厂印刷

787×1092mm32开本 12.25印张 247千字
1991年5月第1版 1993年5月北京第2次印刷
印数 4,701—7,700册 定价 2.90元

ISBN 7-109-01761-3/S·1161

主编 雷宗中 陕西省农业学校
编者 杨庆炎 江苏省苏州农业学校
朱庭训 陕西省西安市农业学校
陈建明 内蒙古自治区扎兰屯农牧学校

前 言

《果蔬贮运学》是根据农业部教育司1989年颁发的全国中等农业学校果蔬贮藏加工专业《果蔬贮运学教学大纲》编写的。这是一本供中等农业学校四年制果蔬贮藏加工专业使用的教科书。

《果蔬贮运学》是面向全国。本教材主要讲述果蔬产品贮藏、运输的基础理论知识，产品商品化处理和运输方法，贮藏方式和主要果蔬贮藏保鲜技术。由于我国幅员辽阔，各地的气候、土壤条件各异，果蔬种类、贮藏运输方式与方法也有不同。在使用本教材时，各校还应根据当地的自然条件，果蔬贮藏、运输实际和专业需要，增删部分内容。在编写过程中，参考了1980年由陕西省咸阳农业学校主编的《果品贮藏加工学》、1981年由华南农学院主编的《果品贮藏加工学》、1981年由华中农学院主编的《蔬菜贮藏加工学》等。

全书共分八章，绪论及第三、七章由陕西省农业学校雷宗中编写，第四、五、六章由江苏省苏州农业学校杨庆炎编写，第一、二章由陕西省西安市农业学校朱庭训编写，第八章由内蒙古自治区扎兰屯农牧学校陈建明编写。

《果蔬贮运学》的审稿工作由农业部教育司聘请西北农业大学食品系主任陈锦屏教授主审。经陈锦屏教授的热心指导和认真审阅修改，使教材质量上有显著提高。

由于编写时间仓促，编者水平有限，错误和遗漏在所难免，希各校教师、学生以及果蔬科技人员，通过实践，提出意见，以便今后进一步修订。

编者

1989年11月

目 录

绪论	1
一、果蔬贮藏与运输在国民经济中的意义	1
二、果蔬产品的特性	2
三、我国果蔬贮藏运输的历史	3
四、国内外果蔬贮藏运输技术的发展	4
五、学习果蔬贮藏运输学的目的和任务	7
第一章 采前因素对果蔬贮藏的影响	8
第一节 遗传因素	8
一、种类和品种	9
二、产品器官的组织结构和理化特性	12
三、耐藏性的遗传特点和耐藏品种的选育	15
第二节 环境因素	16
一、温度	17
二、光照	17
三、降水量和空气湿度	19
四、地理因素	19
第三节 农业技术因素	21
一、土壤	21
二、施肥	22
三、灌溉	24
四、砧木和其它管理技术	25
五、植物生长调节剂和杀菌剂的应用	26
第二章 果蔬采后的生理变化	31
第一节 呼吸作用	31

一、呼吸的基本概念	32
二、呼吸作用与果蔬贮藏的关系	37
三、影响呼吸作用的因素	42
第二节 蒸腾、萎蔫和结露	49
一、蒸腾、萎蔫对贮藏的影响	50
二、影响蒸腾作用的因素	52
三、果蔬结露	56
第三节 成熟和衰老	57
一、果蔬采后的物质转化	59
二、成熟、衰老中细胞组织结构的变化	61
三、成熟和衰老的机制—乙烯与激素的相互作用	65
四、成熟与衰老的控制	76
第四节 低温伤害和冻结	79
一、冻结对果蔬贮藏的影响	80
二、果蔬冻结的过程	82
三、影响果蔬冻结的因素	83
第五节 生长和休眠	84
一、采后的生长及控制	84
二、休眠与贮藏的关系	85
三、休眠的生理、生化特性	87
四、休眠的控制	88
第三章 果蔬的商品化处理	91
第一节 果蔬的采收	91
一、采收时期	91
二、采收方法	98
三、采收时应注意的问题	101
第二节 果蔬的分级	102
一、分级的目的和意义	102
二、分级的标准	102
三、分级方法	108

第三节 果蔬采收后的处理	108
一、喷淋	109
二、预冷	109
三、愈伤	110
四、晾晒	110
五、熏蒸	111
六、涂蜡	111
七、催熟	113
八、其他处理	114
第四节 果蔬的包装	114
一、包装的意义和要求	114
二、包装材料	115
三、包装方法	116
第四章 果蔬的运输	120
第一节 运输工具和设备	121
一、陆地运输	121
二、海上运输	131
三、空中运输	133
四、集装箱运输	134
第二节 运输的环境条件	137
一、振动	137
二、温度	138
三、湿度	139
四、气体	139
第三节 果蔬的振动损害和耐运性	140
一、振动对果蔬的损害及其生理反应	140
二、果蔬的耐运性	142
第四节 果蔬流通中的低温贮运系统	145
一、低温贮运系统的温度管理要求	145
二、冷却方式和温度管理	146
第五章 果蔬贮藏方式	149

第一节 简易贮藏	150
一、堆藏	151
二、埋藏	152
三、冰藏和假植贮藏	156
第二节 窖藏	158
一、窖藏主要形式的结构和建造	159
二、窖藏的特点及管理	163
三、地下库	165
第三节 通风库贮藏	165
一、通风贮藏库的特点和类型	165
二、通风贮藏库的结构和建造	167
三、通风贮藏库的管理	180
第四节 人工冷藏	181
一、果蔬冰藏	181
二、果蔬机械冷藏	183
第五节 调节气体贮藏	196
一、气调贮藏的原理	196
二、气调贮藏的条件	197
三、气调贮藏的方法和设备	199
四、气调库的管理	209
第六节 新技术在贮藏保鲜中的应用	210
一、化学药剂处理	210
二、辐照处理	214
三、减压贮藏	216
四、电磁处理	217
第六章 果蔬贮运期病害	219
第一节 生理病害	219
一、冷害	219
二、气体伤害	224
三、缺氧病	228
第二节 侵染性病害	230

一、贮藏病害的主要病原	230
二、病原微生物的侵入方式和传染	231
三、病原微生物的生育及其生育条件	232
四、采后微生物病害的控制	234
第七章 果品贮藏保鲜技术	240
第一节 仁果类	240
一、苹果和梨	240
二、山楂	258
第二节 热带及亚热带果树类	261
一、柑桔	261
二、香蕉	276
三、菠萝(凤梨、黄梨)	283
四、荔枝	284
第三节 浆果类	286
一、葡萄	286
二、猕猴桃	291
第四节 坚果类	292
一、板栗	292
二、核桃	297
第五节 瓜果类	300
一、西瓜	300
二、厚皮甜瓜	302
第六节 其它果品	303
一、柿子	303
二、桃、李	306
第八章 蔬菜贮藏保鲜技术	310
第一节 叶菜类	310
一、大白菜和甘蓝	310
二、菠菜和茼蒿	316
三、芹菜	318
第二节 茎菜类	321

一、马铃薯	321
二、洋葱、大葱和大蒜	325
三、生姜	330
第三节 根菜类	332
第四节 果菜类	336
一、番茄	336
二、辣椒	339
三、黄瓜	342
四、菜豆	345
第五节 其它蔬菜	346
一、蒜薹	346
二、花椰菜	348
三、莴笋	351
主要参考书目	353
实习一 不同果蔬耐藏性状的观察	355
实习二 果蔬呼吸强度的测定	356
实习三 呼吸热和田间热的计算	360
实习四 采后生长观察	361
实习五 果蔬汁液冰点的测定	362
实习六 果蔬的采收	364
实习七 成熟果实的鉴定	365
实习八 果蔬的分级	366
实习九 果蔬的包装	367
实习十 果蔬通风贮藏库的设计	369
实习十一 果蔬贮藏环境中CO ₂ 和O ₂ 含量测定	370
实习十二 果蔬贮运中几种生理病害症状的观察	375
实习十三 果蔬贮运中几种侵染性病害症状和病原形态观察	375
实习十四 果品贮藏保鲜效果的观察	376
实习十五 蔬菜贮藏保鲜效果的调查	378

绪 论

一、果蔬贮藏与运输在国民经济中的意义 果品蔬菜营养丰富，是人们日常生活中的重要副食品。果品蔬菜的营养价值，主要在于含有多种多样人体必须的维生素和矿物质，是供给人体维生素和矿物质的主要食品来源。新鲜的果品蔬菜，具有独特的色、香、味，能刺激食欲，帮助消化，是人们生活中最好的保健食品。

随着生产的发展，人民生活水平不断提高，对果品蔬菜的要求也愈来愈高。从世界各国人民饮食结构的发展过程，可以明显地看到生活水平提高后，在饮食结构方面，必然会从以粮食为主，逐渐转向要求更多的动物蛋白、脂肪以及果品蔬菜等食品的倾向。近几年来，我国人民生活水平不断提高，对果品蔬菜不仅需求大幅度上升，对其花色品种及品质的要求也越来越高；不仅希望能不受季节、地区限制，得到多种多样的新鲜果蔬，也希望得到多种多样的营养丰富、风味独特、食用方便的果蔬加工品。

果品蔬菜生产地区性强，季节性强，极易受环境条件的影响。不同地区、不同年份、不同生产季节、不同生产条件，果蔬的产量、品质差异很大。在果蔬产区的收获季节，上市量大而集中，若处理不当，常造成巨大的损失；而在其它地区和非收获季节，又易出现供不应求的被动局面。

果品蔬菜属鲜活商品，含水量高，营养丰富，容易腐烂变质，收获后在一般条件下，新鲜度和品质极易降低。而果蔬新鲜与否，不仅营养价值和食用品质差异很大，商品价格也十分悬殊。特别是蔬菜，采收后极易失鲜。保持果蔬的新鲜品质，对保持果蔬的营养价值，提高商品经济价值特别重要。

果品蔬菜种类、品种繁多，体积较大，形状各异，作为商品，很难规格化，包装、运输、贮藏条件要求也较复杂，处理不好，损耗极大。

综上所述，搞好果品蔬菜贮藏与运输，对于改善人民生活、繁荣城乡市场、满足外贸需要、增加群众收入，都具有十分重要的意义。

二、果蔬产品的特性 果蔬产品本身是有生命的，从生产到出售和消费，均受环境条件和其它条件的影响。在果品蔬菜贮藏与运输时，要充分掌握好它们所具有的特性，并采用适合这种特性的最妥善的处理方法。

(一) 生产特性

1. 季节性 果蔬产品的生产与收获是受季节制约的，尤其果品受季节影响更大。

2. 地区性 果蔬产品的生产是受地区制约的。同一果蔬，由于地区不同，生产时期、收获时期、收获数量、产品品质及生产价格等也都不同。

3. 差异性 果蔬产品与其它产业相比，经营规模小。因此，经营效率差。另外，由于技术的标准化比较难，所以产品的优劣差异较大。

(二) 商品特性

1. 种类的多样性 果蔬的种类繁多；同一种类又有许多品种。由于种类、品种不同，作为商品的处理也不同。

2. 质量的变异性 果蔬产品含水量多，营养丰富，贮运条件不好，容易变质或腐烂。即使不腐烂，其鲜度和品质也容易降低。因此，在贮藏、运输和销售上，为了保持鲜度和品质，就需要较高的贮运保鲜技术。

3. 产品的不均一性 果蔬产品的品质、大小和形状各不相同。因此，产品难以象工业制品那样完全规格化。

4. 用途的两面性 果蔬产品，有的直接作为商品而流通，也有的作为加工用的原料。由于在用途上具有两面性，所以生产和销售的着眼点容易含糊。

(三) 流通特性

1. 处理上的时间性 果蔬产品是活的商品，所以需要迅速地流通销售。作为加工的原料，也应在品质没有降低前尽快处理，所以贮藏运输也要及时和准确。

2. 集散上的困难性 果蔬产品的生产与销售规模是零散的，所以商品的集聚与分配很困难。因此，从生产到消费之间作为桥梁集聚各地产品，在上市和运输途中，都有必要多次地进行中间贮藏。

3. 卫生上的严格性 果蔬产品本身是食品，所以从卫生方面的要求上讲，应该进行严格的处理，使其符合卫生要求。

三、我国果蔬贮藏运输的历史 我国果蔬贮藏运输事业具有悠久的历史。陕西省半坡村遗址出土有栗、榛等果实，说明当时人类已经注意收贮这些果实。早在汉代，我国劳动人民就创造了与现代气调贮藏相似的保存蔬菜的办法。后魏

《齐民要术》(公元6世纪)中,对梨、葡萄、栗等果实的贮藏方法作了详细的记载。如《藏梨法》:“初霜后,即收。霜多,即不得经夏也。于屋下掘作深荫坑,底无令润湿;收梨置中,不须覆盖,便得经夏。摘时,必令好接,勿令损伤”。这种贮藏方法符合科学原理,既可保持低温恒温,又可保持一定湿度。同时,对不同的种类,贮藏措施各不相同:梨“不须覆盖”,而葡萄须“置土覆之”。直至目前,在陕西和山西等省,果农也多利用土窑洞贮藏鲜果,既简便易行,费用低廉,又能取得理想的效果。《群芳谱》中介绍了一种贮藏鲜枣的方法:“将才熟枣乘清晨连小枝叶摘下,勿损伤,通风处晾去露气。筒新缸无油酒气者,清水刷净,火烘干,晾冷。取净秆草晒干,候冷。一层草一层枣入缸中,封严密,可至来年岁犹鲜”。此外,在《桔录》和《荔枝谱》中记述了当时分别贮藏柑桔和荔枝果实的方法。我国北方早在500多年前,就利用冰窖贮藏果蔬。另外,土窖贮藏、沟藏、埋藏和假植贮藏等,都是长期以来果农、菜农创造的简便易行、效果显著的贮藏方法。

四、国内外果蔬贮藏运输技术的发展 目前,国外广泛应用的贮藏方法有常温贮藏法、低温贮藏法、塑料薄膜包装贮藏法、气调(CA)贮藏法、化学药物处理贮藏法、射线辐照贮藏法及冷冻贮藏法等。在众多的贮藏方法中,气调贮藏法贮藏苹果、梨,英、美、德、意、荷兰、丹麦等国已广泛应用。据大量材料介绍和实际应用的经验表明,气调贮藏与冷藏技术相结合被认为是应用冷藏技术以来最重要的创新。英国发明一种水果保鲜方法,将水果在一种特制的溶液中浸一浸,取出后自行收干,溶液在水果的表面形成一层可

吃的薄膜。它封闭了水果的气孔，减缓了新陈代谢过程，不易变质。这种取名“保鲜浆”溶液贮藏法实用性强，成本低廉，已广泛应用到苹果、梨、桃、桔子和芒果。

为了解决采后果蔬贮藏中的一些问题，目前国外研究人员正在进行以下方面的探讨：推迟果实成熟期；研究果实在树上最后生长期中的生理参数、化学参数和生化参数；其它因素如土质、肥料、灌溉等对贮藏的影响；气调贮藏中的若干问题等。

果品蔬菜除了在生产地区销售外，还大量进入国际市场，果蔬贸易遍及世界各地。美国的柑桔在香港畅销，厄瓜多尔的香蕉在中国出售，南非的热带水果进入加拿大市场。目前，很难说清世界果品蔬菜装运能力的大小，就其运输形式来看，主要有水运（主要是海运）、空运、陆运（包括铁路和公路）或几种形式的联运，如海陆联运等。香蕉、柑桔、苹果等主要是海运，尤以香蕉的海运量最大，香蕉海运使用专门装香蕉的集装箱制冷货船，保藏温度 12°C 左右。巴拿马的香蕉采后立即进行处理，然后装上火车，运到港口的香蕉运输船上，从香蕉最初浸水处理到码头装船的整个时间不超过3h，从产地到市场运输时间最长为28天，最短的为8天。1984年新西兰向海外市场空运4000t以上的果蔬，即10%的年运货量。

解放后，我国的果蔬贮藏运输事业取得很大的进展。在土法贮藏的基础上，各地先后改建和兴建了不少不同规模的通风、降温设备较完善的贮藏窖、贮藏库。如重庆和旅大等地贮藏果品的山洞；山西、陕西、河南等黄土高原地带的大平窑；大、中城市的果品蔬菜贮藏库等，进一步提高了贮藏