

果蔬保鲜 实用知识

中国商业出版社

前 言

我国是生产水果蔬菜的大国。但是，每年新鲜水果蔬菜在流通中损失的数量是惊人的，我国生产的新鲜水果蔬菜至少有30%是人们没有吃到嘴里的。为了改变这种状况，应我国政府的要求，联合国粮农组织援助我国建立了第一个全国性的水果蔬菜流通开发培训中心。粮农组织邀请了澳大利亚新南威尔士大学食品科技系教授罗恩·维尔斯博士为培训中心总技术顾问。维尔斯先生在考察了中国水果蔬菜流通情况以后，专门为培训中心编写了一本教材。为使教材更加适合我国国情，培训中心培训部的教师根据教学实践和维尔斯先生的意见，编写了这本“果蔬保鲜实用知识”。

这本教材在编写中得到商业部副食品局蔬菜处和土产杂品管理司果品处的领导和同志们的支持和帮助，本书的有些内容参考了维尔斯先生的其它著作和一些书籍，特一并致谢！

参加本书编写的有张明明（总论、第一、二、六、七、八、九、十二章）、徐恒玫（第三、四、五、十、十一章）。由于编写者水平有限，编写时间仓促，缺点和错误之处，请读者批评指正。

编者

一九九二年五月

目 录

第一章	总论.....	(1)
第一节	中国果蔬采后保鲜体制现状.....	(1)
第二节	改进我国果蔬采后保鲜体制的必要性	(6)
第二章	中国的水果蔬菜生产.....	(11)
第一节	中国的果蔬资源.....	(11)
第二节	果蔬的分类.....	(14)
第三节	果蔬生产状况与问题.....	(17)
第四节	限制果蔬采后保鲜的农业因素.....	(20)
第三章	果蔬的化学成份及采后变化.....	(24)
第一节	水分.....	(24)
第二节	碳水化合物.....	(26)
第三节	有机酸.....	(30)
第四节	含氮物质.....	(32)
第五节	糖苷.....	(32)
第六节	鞣质.....	(33)
第七节	色素.....	(34)
第八节	挥发油及油脂类.....	(37)
第九节	维生素.....	(39)
第十节	矿物质.....	(42)
第十一节	植物抗菌素.....	(44)
第十二节	酶.....	(45)
第四章	果蔬采后生理.....	(50)

第一节	呼吸作用·····	(50)
第二节	蒸腾作用·····	(61)
第三节	休眠生理·····	(67)
第四节	成熟、衰老生理·····	(69)
第五章	影响果蔬采后变质的因素·····	(81)
第一节	衰老·····	(81)
第二节	失水·····	(83)
第三节	病害·····	(83)
第四节	物理损伤·····	(99)
第六章	采后作业·····	(101)
第一节	手工操作·····	(102)
第二节	采后作业机械和设备·····	(107)
第三节	包装站操作·····	(111)
第七章	果蔬包装·····	(117)
第一节	包装材料的选择·····	(117)
第二节	包装对产品质量的作用·····	(122)
第三节	包装设计与包装方法·····	(126)
第四节	果蔬包装的研究与发展·····	(132)
第八章	果蔬运输·····	(136)
第一节	运输对产品质量的影响·····	(136)
第二节	果蔬运输方式·····	(140)
第三节	果蔬运输工具的选择·····	(146)
第九章	分级和质量控制·····	(154)
第一节	质量标准与判据·····	(154)
第二节	成熟度的鉴定·····	(159)
第三节	分级标准的制定·····	(163)
第十章	果蔬的贮藏方式·····	(167)

第一节	简易贮藏·····	(168)
第二节	通风贮藏·····	(172)
第三节	冰藏·····	(180)
第十一章	现代果蔬保鲜技术·····	(182)
第一节	果蔬的预冷·····	(183)
第二节	机械制冷·····	(195)
第三节	气调贮藏·····	(205)
第四节	辐照处理·····	(222)
第五节	化学保鲜法·····	(227)
第十二章	果蔬采后技术研究·····	(233)
第一节	我国果蔬采后技术与成就·····	(233)
第二节	国外采后技术发展概况·····	(236)

第一章 总 论

水果和蔬菜是人们日常饮食中不可缺少的，它们能提供许多人类需要的基本营养，如维生素C、维生素A、叶酸、钾等。此外，蔬菜和水果还可以作为碳水化合物、矿物质和蛋白质的重要补充来源。同时，由于水果蔬菜特有的色泽、香味更能刺激食欲，促进消化，并相应提高其它食品的营养价值，增进人体健康。所以，若能全年向人们提供足够数量和较高质量的蔬菜水果，意义是十分重大的。

目前，中国是世界上主要的水果蔬菜生产大国，已经具有相当的水果蔬菜生产能力。但是，由于某些因素的制约，很难做到全年向市场均衡稳定地提供优质产品。这些制约因素有些归究于农业，有些取决于产品自身的生理行为。

新鲜果实和蔬菜采后生理学，已成为现代植物生理学和园艺学的一个重要分支。采收后的保鲜技术之所以受到越来越多的重视，主要是由于人们认识到采收后错误的处理会使产品遭受巨大的损耗。目前，多数人认为应当更多地重视采后保鲜，而不是追求更高的作物产量。要提高保鲜措施的效果，必须了解在采收与消费之间由于损耗和品质下降造成损失的原因，改进中国现行的果蔬采后保鲜及流通体制，还需要培训更多的采后保鲜技术人才。

第一节 中国采后保鲜体制现状

中国水果和蔬菜种类繁多，每样品种都有各自的采后保

鲜处理的方法，我们在这里，只能列举一些较普遍的情况。

一、采收方法

我国水果蔬菜采收方法主要是人工采收。对于果类产品，由于成熟不均匀，所以往往是多次采摘，而不是一次采摘。菜类产品有时实行一次采收。国外许多加工果蔬利用机械收获，国内的机械采收果蔬还处在研究试验阶段。

在果蔬人工采摘时常常使用工具，如采果剪、采果袋、采果梯、装果筐、装果箱、篮、篓、锹、锄、刀等，也有的产品完全靠手采摘。

在蔬菜采收方面，人工采收基本是粗放型。但是，由于最近几年一些细菜在淡季价格较高，在这些品种蔬菜采收方面已经开始注意减少人为的机械伤。

二、分级

水果和蔬菜的分级工作由于能够提高产品的经济价值，便于收购、包装和销售，所以普遍引起人们的重视，各级政府部门已经制定出一些果蔬产品的分级标准。这些标准的主要项目，因种类、品种不同而各异。一般是以形状、新鲜度、颜色、品质、有无病虫害和机械伤等为基础要求，对符合要求的产品再按大小进行分级。从水果和蔬菜两大类商品比较，水果是比较重视分级工作的，主要的原因是这类商品价高，可以负担分级工作所需的费用，可以优质优价。

最初的分级工作往往是在地头进行的。分级一般根据一些客观的标准，但产品应该属于哪一个级别，还是主要靠人的眼力从产品外观进行判定。蔬菜的分级工作目前是粗放型的，在很多情况下，人们忽视蔬菜的分级工作，只是在个体菜贩销售时才比较重视分级。

三、采后化学药物处理

对采摘后水果进行化学药物处理，可以在一定时间内减少水果的水分损失，减少病虫害，增加光泽，改善外观，提高水果的商品价值。目前，我国采用的主要化学药物处理方法是涂料处理。

涂料主要用于柑橘、苹果、梨等。可分为浸涂法、刷法和喷涂法三种。用于苹果的化学药物处理方法是“虎皮灵”，它是一种防治苹果虎皮病效果显著的化学药物，使用方法可分为浸果、用药物处理包装纸和包装箱等。

四、包装

水果和蔬菜生产的季节性和地域性较强，为了向消费者常年提供高质量的果蔬商品，必须对水果和蔬菜进行储藏和运输。包装对在储藏运输中保护商品起十分重要的作用。我国果蔬包装发展较慢，尚处于开发阶段，从包装材料来看还是以自然纤维材料为主，为消费者设计零售包装刚刚开发，总的来看，存在一些问题。

首先是包装材料严重不足。按每增产一吨果品需要40个果筐计算，全国果筐需要量约5000万个。但果筐材料来源问题很大。由于缺乏成本低的包装材料，蔬菜流通长期是粗放作业，散装较多，很多大路菜没有包装。

其次是包装用品质量下降，多数地方包装筐编织质量差，强度不够，不能经久耐用。纸板箱受潮强度减弱的问题也比较严重。

第三是包装规格不统一，形状各异，不利于储藏运输。

第四是包装材料如纸、塑料等成本较高，而水果蔬菜商品价值较低，影响对果蔬包装的投资。

五、运输情况

我国水果蔬菜运输比较紧张，原因主要是铁路货运能力不足和果蔬运输时间过于集中。在水果上市旺季，铁路部门一般只能满足实际运输需要量的60%左右，商业部门自有运力不足，冷藏运输链在我国还很少。同时，运输量较大的水果——苹果、梨、柑橘集中在9~12月。

水果蔬菜运输中存在的一个较严重的问题是损失较重，由于多种原因，南菜北运损失几乎达20%，苹果和柑橘运输损失也比较大。

最近几年，水果蔬菜的短途汽车运输开始发展，减少了一些装卸环节，减少了损耗，但我国公路交通同样不发达，限制了汽车运输的发展。

六、贮藏

根据我国的国情，运输能力有限，因而，贮藏一直是我国延长水果蔬菜供应期的主要方法。据1988年统计，我国蔬菜贮藏能力达100万吨，水果贮藏能力达300万吨。其中，主要是普通冷库和简易贮藏措施，机械冷库只占不到三分之一。但是，这样的贮藏能力与我国果蔬生产的发展和消费很不适应，储藏设施落后是果蔬流通中的一个薄弱环节。全国果品贮藏能力只占果品总产量的10%左右，很多地区缺乏贮藏设施，一些新产区还没有建立贮藏手段。蔬菜也由于储藏设施不足，只是一部分价值高，供应期长的细菜贮存在冷库中，绝大部分是利用土窑、简易通风库贮存。这些设施难于控制温度，湿度和气体成分，损耗大。在水果储藏方面，由于过去商品经济不发达，水果贮藏的物质技术基础十分薄弱，大多数果品种类都以鲜果的形式，向市场提供季节性供应，或季节性加工，也就是说“季产季销”，贮藏问题没有受到重视。自70

年代以来，我国果品产量有了较大幅度的增长，贮藏问题就显得突出起来。近十几年来，果品的冷库容量增长了十几倍，但是果品的产量也在迅速增长，果品冷藏能力仅由1972年占果品总产量的1%，现在提高到占果品总产量的2%左右，也就是说，绝大部分水果仍然在常温下贮藏。这种情况，促使我国水果产地发展简易贮藏技术，目前，产地简易贮藏能力约为果品总产量的15%。

在储藏方法上，我国的情况是既有十分先进的气调贮藏冷库，也有传统的土窑洞，土地窖和通风库。先进的冷库主要设在水果销地，在大城市，数量较少，投资很大。国产气调设备尚未大范围推广使用。传统的土法贮藏也吸收了先进的保鲜技术，如在黄土高原地区采用的“土窑洞简易气调贮藏技术”，还有对柑橘产品进行化学防腐处理后储藏，以及用塑料薄膜单果包装后储藏等技术，发展了传统贮藏方法，取得了一定的成果。但是，从整体上看，我国的果品储藏的物质技术基础还十分薄弱，损耗在15~20%左右。损耗的原因是多方面的，有些原因是属于贮藏前处理不当，如采摘质量差、验收不严格、包装质量差、运输不及时等。

七、零售商店的保鲜措施

零售是水果和蔬菜流通的最后一个环节，商品在零售时种类多，数量不大，受市场需求的影响大。

加之在零售店放置的时间长短不一，有时候商品很快就能销售完，有时候大量商品几天卖不完，最后只有烂掉或削价处理。从目前的情况来看，零售是水果蔬菜采后流通中保鲜最不受重视的环节，有一幅对联形容蔬菜零售商店是“留着好的卖烂的，卖着烂的烂好的”。虽然这种状况通过改革已经基本上不常见了，但是“烂”的现象还是有的，从领导到

一般工作人员对零售环节的保鲜工作并不重视。必须在改革果蔬流通体制时解决这个问题。

第二节 改进果蔬采后保鲜体制的必要性

水果和蔬菜向人们提供了营养和享受，促进人体的健康，受到人们广泛的重视，我国1985年采收果蔬量为1.3亿吨，占世界全部供应量的五分之一。中国生产的万吨以上的品种有

马铃薯 # 15	洋葱 # 3	苹果 # 2.5
甘蔗 # 7	黄瓜 # 3	胡萝卜 # 2
番茄 # 5	西瓜 # 4.5	茄子 # 2

我国水果、蔬菜具有相当的生产能力，辽阔的地域，多样的气候，不同的农业技术条件造成水果蔬菜的多样性、分散性，这 and 消费人口的集中形成矛盾，如果流通不善就会限制生产和消费。

另外，果蔬生产的季节性和人民消费的终年性形成矛盾，如果不解决好采后保鲜技术，延长商品寿命，供货期就会受到限制。

水果和蔬菜与稻子、麦子这一类植物食品不同，不同处在于水果蔬菜采收时新陈代谢很活跃，这种代谢行为在采后仍在继续，这是大多数果蔬产品采后质量迅速下降，迅速变质的主要原因。这种情况也常常通过下列形式造成采后的大量经济损失。

——产品发生细胞组织上的或由微生物引起的损失，以至于无法食用。

——由于产品水分蒸发而引起的销售重量减少。

——由于外观、口味或质地的改变，使商品对顾客吸引力减少而引起的质量损失。

我国果蔬采后损失的量还没有可靠的统计数字，但是，从其它国家的经验来看，生产的新鲜水果蔬菜的30%是在采后损失掉的。这个数字是不小的，它不仅说明生产出来的产品大约三分之一没有达到消费者的口中，而且表明了这是一种十分巨大的浪费，包括农业生产和产品流通中的人力、物力、财力等各方面的浪费。解决这个问题，是我们采后保鲜工作者的基本任务。

我们从世界范围内的科技发展上看，已经研究出多种减少采后损失的方法。

各种水果和蔬菜的腐坏率是不同的。使用适当的贮藏保鲜技术，可以尽可能地降低腐坏率，延长所有产品的有效贮藏寿命。在许多国家，采后保鲜技术发展了50多年，创造了许多可以用来减少采后损失的科学方法。如气调贮藏法，减压贮藏法，速冻冷藏法，辐照保鲜贮藏法，涂膜保鲜法，化学防腐保鲜法等都是很成功的保鲜方法。近十几年，我国的科学工作者已经在果蔬流通中采用了一些先进的方法，并结合我国的实际情况，创造出一些适合我国国情的保鲜技术，如使用塑料薄膜帐和薄膜小包装贮藏法和“虎皮灵”，多菌灵，仲丁胺，2,4-D等化学药剂均有较好的防腐防病保鲜效果。近几年，全国各地出现一大批冷藏库，果蔬冷藏技术不断提高，技术人员和管理人员逐渐掌握果蔬冷藏知识，出现普遍开展果蔬保鲜科学试验的局面。这种局面，十分有利于我们推动果蔬采后保鲜科研和应用工作的发展。

目前，我国水果和蔬菜的生产流通工作已经引起各级领导的重视，水果蔬菜产销体制的改革正在不断深入。这种形

势，为开展果蔬采后保鲜研究和应用科研成果创造了良好的客观环境，只要科研、教育工作者深入实际，做好工作，水果蔬菜采后保鲜工作肯定会有大的发展。

改革水果蔬菜采后保鲜体制要做的工作很多，主要要抓住以下几点：

一、加强生产与流通的联系，统一做好保鲜工作

我国过去的果蔬流通体制生产与流通是分开的，农业管生产，商业管流通，尽管近几年来农商两家有了许多联系，但是，生产与流通工作中人为的割裂现象还十分严重，农商矛盾也比较突出。农业单位只管生产，产品交商业部门收购，是造成生产品种几十年一贯制，质量多年无改进的原因之一。农业单位采收交售后对产品质量就不再负责，因而作业粗放，使采收和交售过程中造成的机械伤，在以后的运输和储藏中暴露出来，引起产品腐烂和损耗。即便在商业部门内部，每一环节之间也缺乏必要的联系，缺乏必要的检测手段，因而无人对产品最后的销售质量总的负责，往往各人顾各人。这些状况，造成产品采后质量迅速下降，质量与价格损失严重，浪费了国家的资源。改变这种状况的办法是加强农商联营，加强流通工作人员物质利益与产品质量之间的联系。但是，这些改革进度不快，还没有出现适应自然科学规律的生产流通组织形式和经营方式。

二、在产地建立冷藏库

大宗水果蔬菜贮藏，最合理的措施是在产地就近建立冷藏库。近几年，我国建立冷藏库较多，但是大多数建立在销地即大城市。主要原因是大城市果品公司和菜蔬公司投资力量大，技术力量强。这些冷库建在城市，产地不能根据贮藏需要的质量采收产品，不能及时预冷降温，也没有冷藏运输

链，结果冷藏库利用效果差。有人担心果蔬产品经过贮藏后硬度会降低，不便运输，实际上只要严格按科学规律操作，产地冷藏后的产品都能保持优良品质，不受运输的影响。在产地贮藏，可以减轻收获季节大量运输的压力，避免不必要的损耗，产地可根据贮藏期的长短，采收成熟度适宜的产品。对不宜长期贮藏的产品，可以安排早销售或就地加工，减少浪费。因此，在发展冷藏库和气调库时，国家应全盘考虑，以产地为主建库，城市建库可用于周转。

三、加强水果蔬菜流通中的技术力量

从事水果蔬菜采后保鲜工作，必须具有足够的生物学知识，也应具备工程方面的技能。水果和蔬菜是具有生命的有机体，不同于钢铁、木材等货物。水果和蔬菜对流通环境中的温度、湿度和气体成分等都有一定的要求，这些要求还因种类品种不同而各异。如果不满足这些要求，它们就会失去价值，整个生产和流通过程中的投入即将付之东流。而恰恰是在这个最需要技术力量的行业中，技术力量十分薄弱，全国水果蔬菜流通部门所属的科研机构寥寥无几。果蔬流通领域的技术人员绝大多数是靠农业院校培养的，很多科研工作也是由农业部门的科研机构来做。这种状况不改变，不抓果蔬流通中的科技工作，就无法从根本上解决果蔬流通中的现存问题。因此，专门培训果蔬流通中的保鲜技术人员的任务十分迫切。

四、增加流通环节的经营设施

经营设施严重不足，是果蔬损耗大，企业亏损，人们吃不到质量好、数量多、价格便宜水果蔬菜的主要原因之一。目前的情况是，果蔬增产百分之几很困难，但腐烂损失百分之十几、二十几很容易，如果不安排好贮藏、运输、加工和

零售商店的冷库、冷藏车、柜等设施的投资，随着果蔬生产的发展，会造成生产越多，损失越多的局面。增加经营设施要集中财力，搞好冷藏设备，适宜的低温是贮藏果蔬达到较好效果的前提条件。到目前为止，冷藏仍被认为是能保证贮藏质量的有效手段。因而，要有计划地在产地建造冷藏库，解决在收获的高温季节无法保证产品质量，造成大量损失的问题。尽管机械制冷设备价格较高，建造冷库一次投资很大，但是相对于冷库的使用年限和它所减少的损失，这样的投资还是值得的。此外，冷藏运输和零售商店的保鲜设备投资也应该增加。

第二章 中国的水果蔬菜生产

第一节 中国的果蔬资源

我国地域辽阔，陆地面积约960万平方公里，地跨寒、温、热带，各地区的气候、土壤和地形差异很大，自然条件有利于多种水果蔬菜生长，资源十分丰富。

一、果品资源

我国的果树种类极其繁多，无论山坡、平原、丘陵、高原、沙漠，到处分布着果园。

我国果树有50多科，670余种，其中的100多种，近万个品种已形成商品生产。根据果树生态适应性所分布的地域看，长江以北气候比较寒冷干燥，以产苹果、梨、葡萄、枣、柿、桃、杏、李、山楂等果品为主；长江以南和珠江以北，气候温暖多雨，为亚热带果品的主要产地，盛产柑桔、龙眼、荔枝、枇杷、杨梅等果品；珠江以南包括福建、广东、广西的南部和海南岛等地，气候湿热多雨，全年无霜，香蕉、菠萝、芒果、椰子等热带果品一年四季都有生产；即便在云贵高原和青藏高原，果品种类也很丰富。在广大山区和原始森林地区，还蕴藏着无数的野生果品资源。这些果树对环境条件的适应性强，果品产量高，充分利用后，效益也是极为可观的。

根据我国的地形、气候、土壤等自然条件的特点，果树的分布可以长江为界，长江北为落叶树区，长江南为常绿树

区。根据果树的地理分布与气候的关系可分为8个果树带。

新中国成立以来，我国果品生产发展迅猛。50年代，果树栽培面积近70万公顷，目前已增加到约550万公顷；果品总产量由1949年的120万吨，增加到1990年的1876万吨（不包括西瓜）。1990年我国生产苹果432万吨，柑桔类486万吨，梨235万吨，香蕉146万吨，柿68万吨，枣43万吨。其它果品，如葡萄、桃、李、荔枝、枇杷、山楂、杏、核桃、栗子等，都有一定产量。四川、湖北、浙江、广东是柑橘类主要产区；苹果分布在山东、辽宁、河北、河南、北京、天津、陕西、甘肃等地。各个产区都有一些优良品种，如四川的广柑、柠檬，浙江的蜜桔，广西的沙田柚，江西的南丰贡桔，山东烟台的青香蕉、红香蕉、黄香蕉苹果，辽宁的国光苹果等，都以品质优、产量大而远近闻名。

我国的果品生产在今后将有较大发展，到2000年，水果预计总产量可到3000万吨以上。

二、蔬菜资源

目前，我国有200多种蔬菜，常见的有80多种。这些蔬菜，经过长期的生产过程，又形成了1万多个变种和品种。我国是世界上蔬菜资源最丰富的国家之一。

新中国成立以来，蔬菜生产逐步形成专业化、集约化栽培，面积不断增加，新技术广泛采用，栽培面积约500万公顷，其中蔬菜温室2万公顷，塑料大棚20万公顷，全年蔬菜产量约一亿吨。

根据我国人民长期形成的生活习惯，蔬菜在人们的食品结构中，占有重要的位置。但是，蔬菜生产的季节性强，含水量高，在采收、装卸、运输中极易造成损伤，所以，我国的蔬菜生产基地多建立在城市近郊。城市近郊生产的商品约