

第 1 章

概 论

1.1 我国果蔬贮藏保鲜现状及存在问题

水果蔬菜是人们日常生活不可缺少的副食品，其重要性仅次于粮食，也是食品工业重要的加工原料。果品蔬菜含有丰富的营养物质，特别是人体必需的维生素、矿物质和膳食纤维。此外，还以其特有的色、香、味在人们的生活中扮演着特殊的角色。

我国地域辽阔，果蔬资源丰富，果品人均占有量在逐年上升，据联合国粮农组织（FAO）的统计资料表明：1999 年我国果品、蔬菜总产量分别达到 5895 万 t 和2.5 亿 t，为世界果蔬第一生产大国，蔬菜人均占有量达到发达国家水平。这为果蔬产品的采后处理、贮藏、保鲜及加工创造了良好的条件，也为果疏产品走向世界提供了可靠的保障。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

随着人民生活水平的不断提高，水果蔬菜的生产和消费已经不是单纯地满足于产量的增加，更表现在商品品质上。水果蔬菜属鲜活易腐农产品，因此，搞好果蔬产品的采后处理、贮藏、保鲜及加工越来越受到普遍重视。

水果蔬菜是一季收获长期供应的商品，除了选择适宜品种、掌握好栽培管理条件、获得优良产品之外，还须有良好的采后处理技术和相应的设备，使收获后的果品或蔬菜在尽可能长的时间内保持新鲜优良的质地、风味和营养价值，从而得到经销商和消费者的认可，获得应有的经济收入甚至更高的效益。水果蔬菜贮藏保鲜技术，因种类和产品性质不同而有差异，贮藏效果不仅与贮藏技术和设备密切相关，而且受采后处理包括采收、包装、运输等的影响。当然，贮藏好商品显得尤为重要。要做好水果蔬菜贮藏，必须了解各种果蔬的生理特性和它们对环境条件的要求，以及满足这些条件所需设备的操作技术，才能使产品最大限度地保存其优良品质。对于某些水果、蔬菜而言，气调贮藏是当前贮藏期效果较好的技术，逐渐被人们所重视并不断推行和扩大应用范围。特别是一些经济发达的国家，气调库的使用很普遍。保鲜是果蔬产业化生产时减损、保值、增值的基础。随着消费水平的提高，对果蔬的需求趋势为新鲜、营养、保健和均衡供应。然而传统果蔬的贮、运、销和保鲜方式已不适应快节奏的现代化都市生活水平的要求，保鲜“ 标准化、工程化、产业化、现代化 ”迫在眉睫，应打破从几亿吨果蔬中精选几百吨用于出口，原始产品用于国内消费的局面。

我国果蔬贮藏加工业在长期的生产实践中，取得了许多宝贵的生产经验和创造了一系列成熟完善的贮藏加工技术。在贮藏保鲜方面，改革开放以前，我国主要以沟藏、埋藏、窖藏、土窑洞贮藏等简易的贮藏方式为主；而销地则主要以商业、供销部门修建的通风贮藏库和少数的机械冷藏库贮藏为主，这些都为当时的

城镇居民在淡季鲜果菜的供应上起了很大的作用。但改革开放以后，随着国民经济的发展，过去的贮藏设施及保鲜效果已不能满足现代社会的需求。因此，在广大科技人员的努力下，初步形成了产地与销地的简易贮藏库、机械冷库与气调贮藏库同步发展的新格局，其中，最为突出的是建立了一系列适合于中国国情的产地贮藏设施和相应的技术体系，如山西果树所研究的土窑洞加机械制冷、土窑洞简易气调贮藏技术；山东果树所设计的 10℃冷凉库、简易冷藏库等及相配套的简易气调技术和通风降温管理系统；四川柑橘研究所的柑橘控温通风库等都在产地大量推广；天津农产品保鲜研究中心研究设计的“微型节能冷库”在葡萄产区推广应用后，给当地农民带来了可观的经济效益，并为中国农村机械制冷设施的普及开辟了新的途径。通风贮藏库由于投资少，能源省，目前在我国北方自然冷源比较丰富的地区仍不失为一种有效的贮藏方式，大中型机械冷藏库在我国为一种良好的发展态势，机械冷藏在我国占贮藏果蔬总量的 1/3左右。我国的气调贮藏虽然起步较晚，从 1978 年第一座试验性气调库在北京诞生以来，现在商业性的大型气调库已在我国山东、陕西、河北、新疆、河南、广州、北京、沈阳等许多地区相继建成，并获得了显著的经济效益和良好的贮藏效果。我国内蒙古包头市正道集团于 1997 年建成的世界上第一座千吨级减压保鲜贮藏库，这标志着我国贮藏保鲜技术已达先进水平。塑料薄膜和硅橡胶膜在园艺产品保鲜中得到了广泛应用，各种类型的塑料包装小袋或大帐，作为自发气调贮藏的主要设备发挥了积极作用。近些年化学保鲜剂的研制及应用，发展也很快，目前已有多种化学杀菌剂、生物活性调节剂及生物涂膜类等防腐保鲜剂在贮藏保鲜中推广使用，对提高贮藏效果具有明显的辅助促进作用。此外某些前沿高新技术如采后生物技术等正逐步研究应用于园艺产品贮运领域。尽管我国在贮藏保鲜的设施及技术应用方面取得了迅猛的发展，个别技

术已达国际先进水平，但与世界先进水平相比差距仍然很大，尤其是采后处理等许多环节上仍存在很多问题，因此，对于一些薄弱环节仍需加大研究推广力度和大力依托当地经济的支持。

建国以来，随着我国国民经济突飞猛进的发展，果蔬贮藏保鲜已取得了令人瞩目的成就。果蔬产品从初级产品或半产品形式进入市场，采后增值有了初步发展，我国的果蔬产品出口呈逐年上升趋势，特别是预冷保鲜蔬菜和速冻加工保鲜蔬菜出口迅猛发展，产品销售到日本、美国、欧共体、韩国、中东、我国香港及东南亚等地。果蔬业发生了翻天覆地的变化。我国果蔬贮藏业的发展，大体经历了以下三个阶段。

第一阶段：从建国初期到 1960 年代末，主要是挖掘整理民间果蔬贮运技术，继承和发展传统方法以及引进前苏联的技术和经验并重点在一些大城市和产区（如辽宁、山东）修建简易贮藏库。（窑）和通风库，为保证市场供应起到了积极的推动作用。

第二阶段：从 1968 年我国第一座水果专用机械冷库在京建成，1979 年第一座气调库的出现，标志着我国果蔬贮藏业进入了新的发展时期，冷藏技术受到了社会各界的关注。

第三阶段：从 1979 年以来，经过“六·五”、“七·五”国家重点攻关项目“水果贮运保鲜”的执行，大量先进技术设施的引进和科研成果的应用，果蔬冷库的迅速发展，使我国果蔬贮运业达到了空前的繁荣，如河北省在 1980 年代初的果蔬贮藏量为 15 万 t，而 1990 年代可达 70 万 t。目前我国果品总贮量约 500 多万 t，这在一定程度上保证了果蔬的周年供应，也促进了果蔬生产的发展。

我国是世界果蔬生产大国，到 2000 年底，水果产量 6000 多万 t，蔬菜近 3 亿 t，位居世界前列。但由于保鲜业落后，每年有 750 亿元的果蔬在腐烂中损失。其损失量高居全球榜首。科技人员和果农的辛勤付出未能收到相应的回报，产量是大幅度提高

了，果农的收入也没能同比增加。问题的症结在对产后投入重视不够，果蔬保鲜业不发达。主要表现在以下几方面。

1.果蔬贮运保鲜的能力较低

据有关专家分析预测，到 2010 年，我国果品总产将达到 9300 万 t，人均占有量达到 67.7kg，接近 1980 年代世界发达国家人均 70kg 的水平，因此，贮藏设施的配套问题必须引起高度重视。果蔬贮藏能力的提高，将有利于其反季节销售。反季节销售是增加果蔬附加值的重要渠道。在水果大省新疆，秋季采收的葡萄收购价每公斤不足 2 元；5 个月后，冬季葡萄每 kg 至少 6 元钱，贮存 20t，一年就能获利 4 万元。

发达国家的果蔬贮藏能力达到商品量的 70%～80%，而我国仅为 25%左右。由于我国的果蔬贮运能力较低，不仅造成资源损失，环境污染，大量果蔬无法进行全国性供应，直接损害了广大农民的经济利益，因此我国的许多果蔬还处于现产现销的局面。

2.尚未建立起合理的果蔬流通冷链体系

在采后预处理、分级、包装、运输等方面，我国在部分设备如涂料机、气调机、分级机及运输包装箱等有较大的发展，但仍存在设备不足、自动化程度低等现象，如在运输方面，我国的铁路、汽运冷藏车极少，多数由火车棚车及普通卡车运输，造成每年约 20%的果实在运输中损失，流通领域的冷链体系很难实现。为了进一步提高果蔬质量，减少采后损失，解决采前采后脱节的问题，应尽快研究并提出适合我国国情的果蔬流通综合技术，建立合理的流通体系，在有条件的地方，率先实行“冷链”流通。

研究建立适合我国国情的果蔬采后商品化处理技术体系，改进包装装潢，制订与国际接轨的水果标准，使果蔬产品商品化、标准化和产业化，这是提高我国果蔬在国际市场上竞争力的重要措施之一。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

3.果蔬贮运保鲜技术的推广普及率较低

目前，由于我国水果蔬菜贮运保鲜技术的推广普及率较低，其产值主要还是在原产地周边实现，绝大多数以采后的原始产品形式出售。以距离北京只有 50km 的河北省三河市为例，在苹果上市旺季，当地价格是每 500g 0.3 元左右，而北京至少要卖 1.2元。为全面提高贮藏技术水平，在主要果蔬产区，应通过各种渠道，加强果蔬常规技术和新技术的推广和应用。

4.贮藏技术与国外相比还有较大的差距

国外现代化的贮藏技术始于 20 世纪初，1920 年代首先发展了机械冷藏，1940 年代开始气调贮藏，1950 年代出现了辐射处理，1960 年代提出了减压贮藏，进入 1980 年代，保鲜技术已从传统的冷藏向化学、物理、生物方向甚至是三者结合的方向发展，我国的贮运技术与国外相比，还有较大的差距。

机械冷藏目前在我国占贮藏水果总量的 1/3 左右，一些地方采用装配式结构，把建筑作业变成了组装作业。在北京、广州、杭州、大连等地引进了气调机或装配式气调库，但气调贮藏能力仅 1 万 t左右，而美国则占贮藏总量的 44%，英国达 80%。在我国气调技术主要是小包装、大帐自然降氧和硅窗气调等，且仅限于少量水果蔬菜；冷链体系也仅用于一些名贵果蔬。

低剂量的辐射能杀死病虫害保持食品品质且无放射性及其它残留，目前我国已有 100 多个小型食品辐射厂，上海拥有了最大的辐射基地，电离处理主要是基于电离产生的臭氧的杀菌作用和对呼吸的抑制作用，如华中工学院研制的“空气放电保鲜机”。但这些前沿性的高新技术还处于研究阶段，几乎没有在生产中应用。

5.果蔬天然防腐保鲜剂有待于进一步开发

目前常用的果蔬保鲜剂大体可分为以下 5 类：①化学防腐剂使用的果蔬往往有残毒，许多国家禁止使用，因而不利于出口；

②天然防腐剂，此类物质克服了化学防腐的缺点，有人用大蒜浸出液处理温州密桔收到了良好的防腐效果，此外中草药制剂也将是我国果蔬保鲜业的一条新路；③生物膜类，因其具有美化商品、简便易行以及不同程度的保水和微气调作用，已在许多国家应用并正向透气保水防腐等多功能新鲜高分子膜发展，如复合泊乳剂、明胶、复方卵磷脂保鲜剂等；④吸氧剂和乙烯吸收剂，吸氧剂能够在相应的密度系统内降低或消除氧分压，因而可抑制果蔬的呼吸作用和有害微生物的增殖，但这些物质在果蔬保鲜上的研究和应用还很少，有待于进一步开发。而乙烯吸收剂目前常用的主要是高锰酸钾制剂，可脱除乙烯抑制果蔬的成熟；⑤生物活性调节剂，此类物质可以按照人们的期望去调节和控制果蔬采后的生命活动过程，目前研究和应用的有赤霉素和生长素类。

总之，我国的贮运保鲜技术还比较落后，随着我国经济的发展，这项技术必将有较大飞跃。

6 名、特、优果品贮运理论和技术研究需要加强

荔枝、龙眼、板栗、大枣等果品是我国加入 WTO 后的优势水果品种，但首先要解决贮藏保鲜问题才能与国外水果竞争。目前荔枝、大枣的保鲜技术尚未攻克，板栗的产地贮藏保鲜尚未解决，而我国龙眼的保鲜技术相当落后。因此，要加大科研资金投入和先进贮藏保鲜技术的推广，突破传统的贮藏保鲜模式，这对进一步促进我国水果产业的发展，提高经济效益有着非常重要的意义。

7.保鲜产业应尽快适应市场经济发展的需要

市场经济条件下，尤其是在进入 WTO 以后，果蔬保鲜产业要及时了解国内外市场，研究市场，掌握市场，向适度规模经营和集团化方向发展，走产、贮、销一体化的道路，以增加抵抗风险的能力。

1.2 国外果蔬贮藏保鲜新技术

随着各国对农业科研投入力度的加大，各种果蔬新技术不断研制开发出来，对果蔬的贮藏保鲜，促进农业高效率的成效明显。近年来，国外利用高新技术和新兴材料、设备来进行水果贮藏和保鲜。下面介绍几种新方法。

1. 新型塑料保鲜膜

日本推出一种一次性使用的果蔬保鲜膜，它是由两层透水性极强的尼龙半透明膜组成，两层之间装有一层砂糖浆，为使包装膜能缓慢地吸收从果蔬表面渗出的水分，从而达到保鲜的目的。日本一家食品公司还生产了一种水果保鲜箱，即在瓦楞纸箱的瓦楞纸内侧加一层聚乙烯膜，然后再涂上一层含有微量水果消毒剂的防水蜡涂层，以防止水果水分蒸发并抑制其呼吸。

2. 可食用的水果保鲜剂

美国爱米尔农业食品公司研制出一种可食用的水果保鲜剂，它是用砂糖、淀粉、脂肪酸和聚脂物调配制成的半透明液状物，可用喷雾、浸渍、涂刷的方法成膜后覆盖在苹果、梨、柑桔、香蕉或西红柿等水果的表面。由于这种保鲜剂在水果表面形成了一层密封薄膜，能阻止大部分氧气进入水果内部，从而抑制了水果的熟化过程，起到延长保鲜期的作用。这种保鲜剂可同水果一起食用。

3. 电子保鲜机

保鲜机是利用高压负静电场所产生的负氧离子和臭氧来达到保鲜目的。负氧离子可使果蔬进行代谢过程的酶纯化，从而降低果蔬的呼吸程度，减少果实催熟剂乙烯的生成；臭氧则是一种强氧化剂，又是一种良好的消毒剂和杀菌剂，能杀灭和消除果蔬上

的微生物及其分泌的毒素，抑制并延缓有机物的分解，从而延长果蔬贮藏期。

4. 高温处理保鲜法

英国发明了一种利用高温技术抑制鳞茎类蔬菜发芽，把贮藏室温度控制在 23℃ ，相对湿度维持在 75％，这样就可达到长期贮藏保鲜的目的。但是在这样的温度条件下，蔬菜易产生腐生性真菌，造成病斑。目前，英国正在研究如何控制这种腐生性真菌。据报道，洋葱在这样的条件下可贮藏 8个月。

5. 减压处理保鲜法

这种保鲜法是应用减低气压，配合低温和高温，并利用低压空气进行循环等措施，为果蔬创造一个有利的贮藏环境。主要依靠真空泵抽除室内部分空气形成低气压控制在 100mm 汞柱以下，最低为 8mm 汞柱。空气中的相对湿度是通过增湿器控制，通常在 90％以上。这种方法在抽气时减少了室内氧气含量，使果蔬的呼吸维持在最低程度的水平上，同时还排除室内部分二氧化碳和乙烯等气体，因而，有利于果蔬长期贮藏。

6. 冷温高湿贮藏法

它能较大幅度地延长水果保鲜时间，而且不会给水果造成不良影响。其作法是：把冷库的温度调到 0 至 1 摄氏度，湿度调到 95％ ，并注入负离子和臭氧的混合气体。它的益处在于，有些水果不能承受低温，但高湿度可解决这一难题；低浓度臭氧不能杀菌，但加上负离子后杀菌能力有了明显提高，对水果也不会产生不良影响。这种保鲜法同以往方法相比，桃子、葡萄和梨的保鲜时间可延长 5倍；柑橘摘下后可保鲜 5 个月后仍能食用。

另外，还有一些其它方法。为了使水果和蔬菜在空运中保持新鲜，美国一家公司发明了一种在包装箱里减少氧增加氮含量的方法，这供空运使用的具有空调性能的新型包装箱中有一层特制的薄膜，薄膜纤维能吸收氧分子而让氮气通过，在空气通过薄膜

进入包装箱后，箱内的氮气含量可高达 98% 以上，高含量的氮气可以使果蔬的呼吸减慢，也就达到长时间保鲜的目的；美国的一家食品公司利用干酪和从植物油中提取的乙酰单甘油酯制成了一种可食用的包装。这是一种透明、无味的覆盖膜，将它粘贴在切开的瓜果蔬菜表面，可以达到防止果蔬脱水、变色以及防止微生物侵入的目的，使切开的水果和蔬菜也能长时间的保持新鲜。

1.3 我国果蔬贮藏保鲜技术的发展方向

农产品的保鲜和加工是农业生产的继续，是农业再生产过程中的“二产经济”，发达国家普遍重视农产品产后投入。美国农业总投入只有三成用在采摘前，七成在产后；意大利、荷兰农产品保鲜产业化率为 60%，日本大于 70%。产后产值与采时自然产值比，美国为 3.7∶1，日本为 2.2∶1，而我国仅为 0.38∶1，几乎是以原始状态投放市场，因此果蔬的损失在 25%～30%，而美国只有 1.7%～5.0%。可见在我国果蔬采后保鲜和加工具有很大的经济潜力，仅减少现有果蔬的损失，就可为社会带来近千亿元的效益。更何况果蔬产业是科技与劳动密集相结合的产业，发达国家劳动力成本较高，使其生产的鲜菜、鲜果成本售价很高。所以果蔬产品是最有希望打入国际市场的大宗农产品之一，我们应该抓住这一有利的条件和难得的机遇。因此，为了满足市场需求，提高果蔬品质，解决农产品“卖难”问题，使我国果蔬业能够健康可持续的发展，作为我国农产品的新的经济增长点，国家“十五计划”强调了发展农产品贮运产业的重要性。农业部规划，到 2010 年，我国农产品产后处理率要达到产时的 45%～55%。未来 10 年，果蔬保鲜产业将是一个期待巨大投入和发展的市场。

虽然近年来我国果蔬保鲜技术的研究有了很大提高，但总体

水平仍然落后，关键在于先进技术没有得到有效的推广与应用，缺乏专门的投入和产业化运作。在国外，保鲜产业通过“开发技术一增加附加值一获取利润一加大研发投入一促进技术发展”形成良性循环。人世以后，国内果蔬是受冲击最大的市场之一，加快保鲜产业投入，形成产业规模，使其有足够的实力面对国际竞争，是当前亟待解决的问题。总的来说，我们需要做好以下几方面的工作。

1.建立完善的流通保鲜系统

我国果蔬总产量在逐年上升，从 1980 年代的几百万吨增加到 1990 年代的几千万吨，而相应的贮运能力却很落后；此外，每年因腐烂造成的损失严重，高达果蔬总量的 20％～30％；建立完善的流通保鲜系统，使我国果蔬损失率降低到 20％以下。由于果蔬生产淡旺季差异较大，因此贮藏保鲜设施对大量果蔬的大范围流通十分必要。流通保鲜系统包括分选、分级、清洗、预冷、冷藏、包装、冷藏运输、集散交易市场等。建立完善的流通保鲜系统需要相应的分选、分级、清洗、预冷、冷藏、包装、冷藏运输等技术和设备，在我国只靠引进技术还有相当困难，主要是我国农村经济基础和居民的消费水平与国外相比还有较大差距。因此，必须开发适合我国国情的技术和设备。

2.果蔬贮运保鲜向多样化发展

随着我国人民的消费水平提高，对果蔬的需求，由大宗化逐渐转向多样化，尤其一些地方性果蔬和野生果蔬的贮运保鲜将是今后研究热点：第一，大宗果蔬贮运保鲜技术已日趋成熟；第二，地方性品种没有得到充分研究，许多地方品种没有配套贮运技术；第三，我国野生果蔬资源丰富，其营养价值高以及人们饮食观念的转变，天然野味食品正逐渐引起人们的兴趣，这必将导致贮运业向多样化发展。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

3.开发天然保鲜剂贮藏保鲜技术，推广应用塑料小包装

据有关报道，多菌灵、托布津等化学农药对人、畜有致畸作用，2、4－D 中含有极微量的有毒物质对人体的威胁也很大，三唑类有机化合物有一定的致癌性，残留在食品中的二氧化硫能引起严重的过敏反应。因而从长远的观点看，化学药物对果蔬防腐保鲜是没有发展前景的，因此，人们开始把注意力转向天然食品保鲜剂的开发和应用上。这也是我们努力的方向。塑料小包装可以为果蔬创造一个相对独立的环境，不仅能抑制蒸腾作用，又能防止变质果蔬的互相传染，且成本低廉、使用方便，应大力推广.

4.大力发展气调库贮藏保鲜技术和设备

用气调库贮藏保鲜是目前世界上最先进的贮藏方法之一，采用这种方法能大大延长果蔬的贮藏期限和降低病害造成的损失，并能保持果蔬的营养价值。

气调库的发展方向是组合式冷库。现在我国冷库大多集中在城市，主要用于贮运、营销的环节中，而果蔬产品要发展重量轻、效率高、建造方便、造价低廉的组合式冷库。在气调库建造规模上，应是大、中、小结合，产地应以中小型气调库为宜（一般 300～3000t 容量），大型库（万 t 以上）应建在大城市。

冷藏气调集装箱是联系果蔬产、供、销冷链的中间环节，采用冷藏气调集装箱，不仅可以降低果蔬损失率，而且可提高港口装卸效率 8 倍，铁路车站装卸效率提高 3 倍。对于沿海城市来说，由于港口建设和铁路运输方面的有利条件，冷藏气调集装箱将是一个重点发展的方向。

由于与国际贸易接轨的需要，未来应发展标准化冷藏气调集装箱，不但要发展其数量，还要发展集装箱内相应的设备，如制冷、除气、除臭设备、气调设备等。

冷藏气调集装箱是现代化的冷链运输系统的核心部分，冷藏

箱内温度能在较大范围内（－18～15℃）自由调节。它依靠自身的机械设备制冷，不受外界气候条件的影响，温度稳定，贮运效果好，虽然成本较高但能收到良好的效益，是果蔬和其他生鲜食品储运保鲜发展的方向。

此外，还应研究和推广使用降低压力、辐射、高压电场等先进的保鲜技术和设备，加快发展步伐促进我国果蔬贮藏保鲜业产、供、销各环节的全面繁荣。

5. 加强果蔬贮运中病害防治技术的研究

主要是果蔬侵染性病害的致病机理、鉴定方法及控制技术，筛选并推广适合我国果蔬的高放、无毒、符合国际食品添加剂标准的新型防腐保鲜剂；加强采后生理病害的研究，如果蔬褐变和非酶促褐变的生理机制及有效控制方法，为延长果蔬的贮运期、提高商品质量，提供一套实用控制技术。

6. 建立果蔬及其加工产品规格、标准和质量管理体系

加强我国果蔬标准化建设，是农业产业化经营和果蔬产品进入现代化经营的关键和基础，是产品质量的保证，更是我国果蔬产品进入国际市场的通行证。对于生鲜食品，虽然具有贮藏难、标准化难、规格化难的特点，然而国际化贸易强烈要求商品规格化、标准化，它是物商分离的条件。加强果蔬贮藏场所的规范化、系列化技术，找出适合我国主要水果的贮藏场所及规范化、系列化调控配套设施，为提高我国果蔬贮藏质量，延长贮藏期，增加商品果蔬的附加值发挥最大的作用。

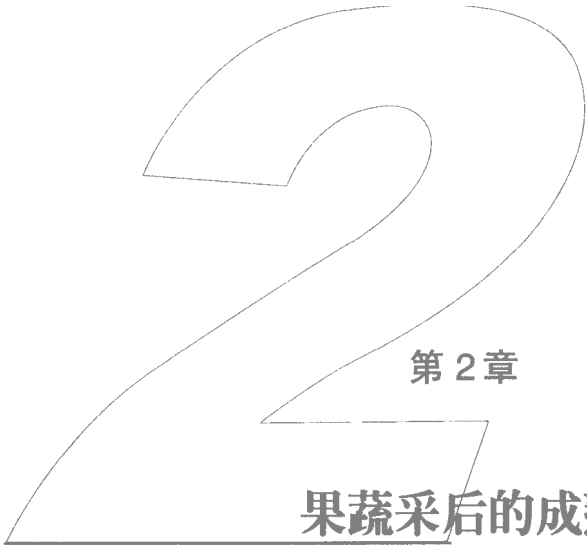
7. 建立全国果蔬保鲜和加工信息网

农产品保鲜加工信息收集整理工作分散在农业部、国家经贸委和各个工业部门，由于部门利益的不同，存在着信息收集重复、不完整和交流不通畅等局限性。所以需要建立一个包含采前、采后，生产、贮藏、加工、流通和销售在内的全国果蔬产品生产贮运加工销售的信息集成系统。

8. 丰富强化产供销一体化的运行机制

首先要实行技术规范化生产，包括种植区划、砧木、品种、密度、施肥、排灌、采收、质量标准、包装方式、贮运设备等；其次采取合同制或联合生产经营，以产、贮、运、销综合技术为基础，实行全方位、多层次、多角度的服务体制；第三，实行常温与冷链相配套及产地贮藏、销地周转的模式化机制；最后，要大力推广应用新技术新成果，从而形成我国的现代化、集团化、多元化、国际化的果蔬贮运体系。提出整个农产品贮运加工产业与科技管理的体制改革框架，实现果蔬采前管理、采后处理和贮藏加工统一协调管理机制。

随着经济的发展，我国的果蔬市场必将会越来越繁荣，因此必须加强果蔬运输领域的研究，提出适合不同果蔬种类、不同产地、不同市场的运输保鲜新技术及配套设施，以促进水果的流通、减少损失、提高果蔬的商品价值，增强在国际市场的竞争力。



第2章

果蔬采后的成熟与衰老

成熟、完熟、衰老是大多数果蔬采后有代表性的三个生命阶段。成熟是果实生长的最后阶段，含糖量增加，硬度下降，叶绿素逐渐消失，果皮出现光泽或带霜，此时可以采收，但不是最佳可食期。成熟分为生理成熟和园艺成熟两种，二者在多数情况下相同，但由于组织器官、食用、加工目的不同而有差异，如香蕉采收期为生理成熟的八成，叶菜类营养生长最佳期为最佳可食期，豆芽是生长初期，这种成熟即被称园艺成熟。成熟期是果蔬最佳入贮期。

完熟，是指果蔬采后在常温或最佳贮藏条件下，经过一定时间达到品种本身典型特征，即达到食用品质最好阶段——最佳可食期，表现为果肉变软，香味浓郁，糖酸比适宜，是贮藏最关键阶段，这一时刻到来越晚说明选择的贮藏保鲜方法越佳。或者说长期保鲜是最大限度地推迟或延缓这一阶段的出现。

衰老是果蔬的器官或整体生命的最后阶段，开始发生一系列不可逆的变化，最终导致细胞崩溃及整个器官死亡的过程。

图 2－1 中成熟、完熟、衰老，可以看出三者是不容易划分出严格界限的。果实中最佳食用阶段以后的品质劣变或组织崩溃阶段称为衰老。成熟是衰老的开始，两个过程是连续的，二者不易分割。

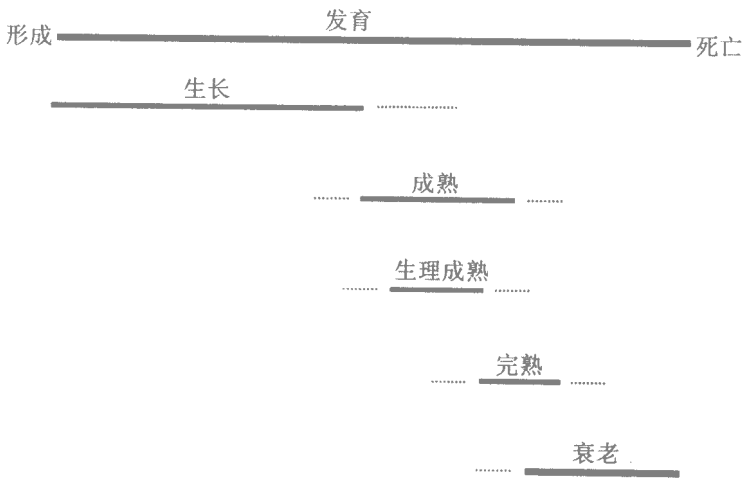


图 2－1　果蔬生命的不同阶段

2.1　果蔬采后成熟与衰老的机理

2.1.1 植物激素对果蔬成熟与衰老的影响

1.乙烯

乙烯（$CH_2=CH_2$）是结构最简单的不饱和烯烃，通常为气

态，带有甜香味。乙烯易溶于油脂，难溶于水，其化学性质活泼。几乎所有的植物组织都能产生乙烯，而新产生的乙烯又能促进植物的生长发育和成熟衰老。无论是内源乙烯还是外源乙烯都能导致很多果实成熟，即使在稀薄浓度下（1ppm），也具有催熟效应，因此称之为“成熟激素”。

（1）乙烯的生理作用

根据果实生长发育和成熟过程中的呼吸曲线，可将果实分为跃变型和非跃变型两类。跃变型果实在生长过程中，呼吸作用先降低，成熟时突然升高，然后再下降。呼吸跃变（高峰）的出现标志着果蔬衰老、死亡的开始。非跃变型果实在整个生长、成熟、衰老过程中，呼吸作用始终缓慢降低，没有跃变过程。这两种果实对乙烯的反应不同。

①对多数呼吸跃变型果实来说，乙烯高峰出现的时间与呼吸高峰出现的时间一致，或在呼吸高峰出现之前。凡能控制乙烯生成的措施，就可以抑制呼吸作用和延缓果实的后熟过程；反之，则促进呼吸作用和后熟进程。

②跃变型果实须在呼吸高峰前用外源乙烯处理才能促使呼吸上升，高峰过后，乙烯处理几乎不起作用。外源处理可诱导内源乙烯的合成。

③非跃变型果实采后用外源乙烯处理，会立即刺激呼吸上升，停止处理后，呼吸又恢复平稳。自身内源乙烯的产生很少，外源乙烯处理，不能明显地诱导内源乙烯的生成。

两类果实对乙烯的反应见图 2－2。

（2）乙烯的作用机理

①内源乙烯是生物体连续产生的代谢产物。乙烯溶解在胞质中或吸附在细胞器内，由于乙烯在亲脂性溶剂中的溶解度比水中的大 14 倍，而细胞膜是蛋白质和类脂物质组成的，故细胞膜最有可能是乙烯作用的位点。乙烯与细胞膜作用，使细胞膜透性改

需要全本请访问 www.ertongbook.com