

全国统编农民职业技术教育教材



果品蔬菜贮藏保鲜

西南农业大学编

农业出版社

全国统编农民职业技术教育教材

果品蔬菜贮藏保鲜

西南农业大学 编

农业出版社

出 版 说 明

为了适应农村调整产业结构和发展商品生产的需要，进一步推动农民职业技术教育的发展，继农牧渔业部和教育部共同组织编写出版了种植业、畜牧业、水产、农机四类《全国统编农民职业技术教育教材》之后，现又组织编写了农产品加工、经营管理两类教材，以供具有初中以上文化程度的农村基层干部及广大农民学习使用。可作为各类农民技术学校及培训班的教材，也可供农业中学、职业中学和培养军地两用人才及自学者选用。

一九八五年十一月

前 言

我国农业正在由自给半自给经济向着较大规模的商品生产转化，由传统农业向着现代农业转化，广大农民从自己的切身经验中，越来越认识到掌握科学技术和经营管理知识的重要。一个学科学、用科学的热潮正在广大农村兴起，我国农民教育开始进入了一个新的发展阶段。为适应广大农民和农业职工，特别是农村干部、农民技术员和亿万在乡知识青年的迫切需要，加强农村智力开发，进一步推动农民职业技术教育和培训的发展，农牧渔业部和教育部共同组织全国有关力量编写了农民职业技术教育教材。

这套教材针对农民职业技术教育对象面广量大、文化程度不齐、学习内容广泛、办学形式多样，以及农业地区性强等特点，采取全国与地方相结合，上下配套的方式编写。对通用性强的专业基础课和部分专业技术课教材组织全国统编，由农业出版社出版；地区性强的专业技术课教材组织省（片）编写出版。第一批全国统编教材共五十三本，其内容包括种植业、畜牧业、水产业和农业机械四部分，除水产教材外，其余均分初级和中级本两类。培养目标是分别达到初级和中级农村职业学校毕业的水平。

初级本大致按五百学时编写，适用于具有初中和部分基础较好的高小文化程度的青壮年农民学习；中级本大致按一

千学时编写，适用于具有初、高中文化水平的青壮年农民学习。这两类教材可作为各级各类农民、农业职工技术学校及专业培训班的教材。其中农机教材的初、中级本，主要适用于县办农业机械化学学校（班）培训拖拉机手和农民农机技术人员使用。水产教材主要适用于渔民和渔业职工进行技术教育和培训。以上教材还可供农业中学、各类农村职业学校和普通中学增设农业技术课，以及自学者选用。由于各地情况不同，使用这些教材时，可因地制宜根据需要作适当增删。

为了使教材适合农民的需要，便于讲授和学习，在编写上把实用性放在第一位，强调理论联系实际、说理清楚、深入浅出、通俗易懂。并在每章后编有复习思考题，书后附有必要的实验、实习指导。

这是第一次由全国统一组织为农民编写的职业技术教材。由于缺乏经验，使用中有何问题，请提出批评、建议。以便日后修订，使之更加完善。

中华人民共和国农牧渔业部

中华人民共和国教育部

一九八三年八月

目 录

第一章 果品和蔬菜贮藏保鲜的基本知识	1
第一节 果蔬贮藏保鲜的概念	1
第二节 果蔬的化学成分	7
第三节 果蔬的色香味	38
第四节 果蔬营养成分与人类健康的关系	46
第五节 果蔬化学成分与贮藏的关系	50
第六节 果品简易理化测定	54
第七节 果蔬的采后生理	66
第八节 果蔬的后熟和衰老	91
第二章 果品和蔬菜贮藏保鲜的设施	102
第一节 简易贮藏设施	102
第二节 通风贮藏库	110
第三节 机械冷藏库	118
第四节 气调贮藏库	129
第五节 减压贮藏库	142
第六节 果蔬贮藏的特殊处理方法	142
第三章 果品贮藏保鲜技术	145
第一节 苹果、梨贮藏	145
第二节 柑桔贮藏	159
(一) 南充甜橙地窖贮藏	176
(二) 甜橙冷藏	184
(三) 蕉柑贮藏	191
(四) 芦柑贮藏	193

(五) 柠檬贮藏	195
(六) 温州蜜柑贮藏	196
(七) 沙田柚简易贮藏	198
(八) 锦橙留树保鲜	198
第三节 香蕉贮藏与催熟技术	203
第四节 葡萄贮藏	207
第五节 板栗贮藏	210
第六节 桃、李贮藏	214
第七节 核桃贮藏	215
第八节 荔枝贮藏	217
第九节 柿子贮藏与脱涩技术	218
第十节 猕猴桃贮藏	223
第十一节 石榴简易贮藏	225
第十二节 草莓贮藏	226
第四章 蔬菜贮藏保鲜技术	228
第一节 大白菜贮藏	228
附: 甘蓝贮藏	236
第二节 蒜薹贮藏	237
第三节 菜花贮藏	239
第四节 番茄贮藏	240
第五节 青椒贮藏	249
第六节 黄瓜贮藏	252
第七节 南瓜、冬瓜贮藏	255
第八节 茄子贮藏	256
第九节 萝卜、胡萝卜贮藏	257
第十节 洋葱贮藏	263
第十一节 大蒜、大葱贮藏	267
第十二节 生姜贮藏	268
第十三节 马铃薯贮藏	271
第五章 果品和蔬菜的商品处理技术	276

第一节	商品处理的意义和目的	276
第二节	果蔬的采收	277
第三节	果蔬的分级	282
第四节	果蔬的涂料	284
第五节	果蔬的包装	286
第六章	果品和蔬菜商品的运输	289
第一节	运输前的预冷	289
第二节	运输的基本要求	290
第三节	运输工具和设备	292

第一章 果品和蔬菜贮藏保鲜的基本知识

果品、蔬菜贮藏保鲜的基本知识，包括果品、蔬菜贮藏保鲜的基本概念、化学成分、采后生理与后熟衰老。对果品和蔬菜贮藏保鲜具有基本的科学知识，了解贮藏保鲜的一般原理，才能正确指导贮藏保鲜的技术操作。

第一节 果蔬贮藏保鲜的概念

一、果蔬贮藏保鲜的重要意义

果品和蔬菜是人们生活的必需食品，它们不仅含有人体需要的营养成分，而且还有抵抗疾病不可缺少的物质。但我国果品、蔬菜生产的地区差别较大，季节性很强，而且容易腐烂变质。所以，为满足人民生活和发展农村商品生产的需要，必须搞好果品、蔬菜的贮藏保鲜。果品、蔬菜贮藏保鲜的目的，一是可以扩大果品的供应范围。我国有辽阔的土地，冷凉的北方，温暖的南方，还有高寒地区，果品和蔬菜的种类繁多，如果搞好果品和蔬菜的贮藏保鲜，就可以互补余缺，进行产品交流，不仅产地有鲜果鲜菜供应，非产地也可以有鲜果鲜菜供应。二是可以延长果品、蔬菜市场供应的时间，有的品种可以跨季供应，有的品种可以周年供应。延长供应时间就可以扩大生产，对经营者可增加收益，对消费者可满足其需

要。三是可以减少果品、蔬菜收获后的损耗。据调查我国果品和蔬菜收获后运销到消费者手中，腐损率在10—80%之间，浪费很大。四是出口外贸，为国家换取外汇的需要。我国果品和蔬菜品种的资源丰富，潜力很大，如果贮藏保鲜得法，可以大量运销国外市场。总之，果品、蔬菜的贮藏保鲜，是果品和蔬菜生产及国民经济的重要组成部分。

二、果蔬细胞的基本结构及其功能

认识果品和蔬菜贮藏保鲜的重要意义之后，应该对果品和蔬菜具备一点生物科学的基本知识，这就是它们的细胞结构及其功能。细胞是各种生物的基本结构单位和功能单位，机体的各种生命活动，如生长、发育、分化、代谢、繁殖、运动、病变、衰老、死亡、遗传、进化等都与细胞的结构和功能有密切关系。果品和蔬菜采收之后，其细胞的代谢、病变、衰老和死亡都是不可抗拒的自然规律。若贮藏得当可以延缓其细胞的代谢、病变、衰老和死亡，即可以延长贮藏寿命。

果蔬细胞有细胞膜、线粒体和细胞核等主要结构，它们的功能在贮藏保鲜中起很重要的作用。

(一) 细胞膜 细胞的最外层膜状结构就是细胞膜。它既是细胞同外界环境分隔的屏障，又是细胞同外界环境接触的桥梁；它不仅对细胞起了很好的保护作用，而且还参与了细胞的重要代谢活动和调节机能，是一切细胞不可缺少的复合体。膜上有筛孔，只让小分子通过，不让大分子通过。膜的化学物质主要是酯类、蛋白质和糖类，还有少量的核酸和水。细胞膜的基本功能如下：

1. 转运功能 活细胞在其生命活动过程中，必须不断地与外界进行物质交换，如摄取营养物质，排泄代谢废物，阻

止有害物质的侵入等等。这种交换作用首先是通过细胞膜完成的。各种物质进出细胞无不受到细胞膜的严格控制。这些物质的出入，有的是经过简单扩散，即从高浓度物质的一侧向低浓度物质的一侧渗透，直至两侧物质的浓度相等为止；有的是复杂扩散，也是物质通过细胞膜，从高浓度向低浓度渗透，但渗透必须借助于细胞膜上特殊的蛋白质作为运载工具，通过载体蛋白的运动或构象发生改变而把物质带过细胞膜。所以细胞膜的主要功能是转运物质。

2. 保护功能 细胞膜是细胞质和外界之间的有机屏障，它能保护细胞不受或少受外界环境因素改变的影响，保持细胞原有的形状和完整性。所以，用于贮藏保鲜的果蔬不能伤其皮，伤皮后将使无数细胞膜受到损伤，而失去了保护屏障，不利于果蔬的贮藏保鲜。

3. 信息传递 细胞对外界的各种刺激，都是由细胞膜首先感应，于是引起膜的变化，进而传达到细胞内部，产生各种效应。这与贮藏果蔬使用植物激素等有密切关系。

4. 能量转换 细胞的一个重要活动，就是不断地进行能量转换。细胞能量转换的最主要形式是通过氧化磷酸化作用，产生高能磷酸键，把多余的能量转换为高能化合物三磷酸腺苷加以储存，需要时将三磷酸腺苷水解，以释放能量。真核细胞的氧化磷酸化作用主要在线粒体膜上进行，而原核细胞的氧化磷酸化反应则主要在细胞膜上进行。据研究，细菌等原核细胞中与氧化磷酸化作用有关的所有细胞色素，许多脱氢酶、合成磷脂和细胞壁的酶都聚集在细胞膜上。因此，细胞膜是细菌进行能量转换的主要场所，与能量代谢关系十分密切。这就是果蔬在贮藏期中呼吸作用的组成部分。

5. 免疫功能 众所周知，吞噬细胞和淋巴细胞都具免疫功能，它们识别与自己不同的异种细菌和外来生物大分子，并能将有害细菌或病毒等吞噬消灭，或对外来抗原物质产生抗体，起免疫作用，因而对细胞起了很好的保护作用。这种吞噬细胞之所以能起吞噬作用，是因为其细胞膜对外来物有很大亲和力，能识别异物，并利用自己膜上的表面蛋白质的运动性将外来物吞噬。至于细胞的免疫性则由于细胞膜上有一专一性抗原受体，它能识别抗原，并与抗原结合，引起细胞分裂而产生相应的抗体，通过抗原—抗体的免疫反应而将抗原消灭。这就是果蔬在贮藏期中的抗病性。

6. 运动功能 某些细胞和生物的运动也与细胞膜有密切关系。淋巴细胞的吞噬作用和某些细胞利用细胞膜内陷，将外来物包围入细胞，这叫做胞饮作用，也都是靠了细胞膜的运动来实现的。

细胞膜的这些功能都与果蔬贮藏保鲜关系十分密切。

(二) 线粒体 除细菌等一部分生物外，从真菌到高等动物、植物的细胞中都含有线粒体。线粒体在活细胞中常呈线状、粒状或棒状。线粒体的大小在不同类型细胞中也不同，一般直径为 0.5—1.0 微米。每个细胞所含的线粒体数目差异也大，最少的只有一个，最多的达 50 万个，通常为 50—1,000 个。一般说来，生理活动高，能量消耗多的细胞，线粒体数目也多，反之则少。在电子显微镜下观察到的线粒体为内外两层膜所围成的囊状结构，外膜平滑，内膜向内凹陷，形成许多叫做嵴的皱褶。由于内膜的存在，线粒体形成了两个空间，内外膜之间的狭窄间与内膜形成的嵴之间的腔称为膜间隙。膜间隙中充满液体。内膜所围成的内空间称内

室或中央腔。中央腔内充满均匀的或细小的颗粒状物质，称为线粒体基质。基质密度随不同类型的细胞而有所变化（图1—1）。

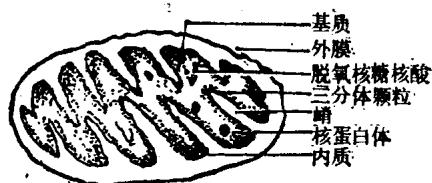


图1—1 线粒体纵切示意图

线粒体的主要功能是把能源物质（糖、脂肪、蛋白质）的化学能转变为可供细胞内直接使用的另一种化学能，这种化学能贮藏在三磷酸腺苷分子中，以供生物体内的各种活动使用。因此，线粒体是细胞能量代谢的中心。植物细胞呼吸作用的二阶段，三羧酸循环都是在线粒体内进行的。所以，研究果蔬的采后生理，必然要涉及线粒体的功能。

（三）细胞核 细胞核是细胞内最大的细胞器。除高等植物成熟的筛管和哺乳动物成熟的细胞外，所有真核细胞都含有细胞核。在一般情况下，通常每个细胞只有一个细胞核，但也有多于一个的，如某些藻类，一个细胞中有几个甚至十几个核，某些哺乳动物的肝细胞含有十个或更多的核。

细胞核的形状和大小相差很大，一般为圆球形或椭圆形，少数呈杆状、纺锤形或马蹄形。细胞核的大小与细胞的体积有关，大约为细胞体积的 $1/4$ — $1/2$ ，最小的细胞核直径不到1微米，而最大的核直径可达500—600微米。同一类型的核，在生活时要比固定时大。动物细胞核通常位于细胞中央。成熟植物细胞的中央为液泡所占领，细胞核被挤至外围，靠近细胞壁。真核细胞的核是遗传信息的贮存、复制和转录的主要场所。核是核酸生物合成的部位，它在细胞遗传和分

化等方面起着重要作用。在果品和蔬菜的贮藏期中，细胞内的物质分化与核酸的影响关系极其密切。此外，细胞核中含有一些酶，可能与糖酵解、三羧酸循环和磷酸化酶系有关，故与其呼吸作用有关。

细胞核主要由核膜、核仁、核质、染色质等构成。染色质主要含有脱氧核糖核酸（DNA）和组蛋白等。真核生物90%以上的脱氧核糖核酸都集中在染色质上，并且大部分和组蛋白形成复合物。生物遗传的主要物质基础是存在于染色质中的脱氧核糖核酸分子中，而脱氧核糖核酸又是遗传信息的载体，对果品和蔬菜的抗病性与耐贮性都有密切关系。组蛋白富含精氨酸或赖氨酸，是碱性蛋白质，带正电荷。组蛋白与脱氧核糖核酸的比例约为1:1，与果品和蔬菜的品质有关。

（四）其他细胞器 其他细胞器有内质网、高尔基体、溶酶体、微粒体、微体、质体和液泡等，果品和蔬菜液泡中贮藏有大量水分、无机盐和有机物，对于果品和蔬菜的营养价值关系甚密切，将在果品和蔬菜化学成分中阐述。

三、果蔬贮藏保鲜学的概念

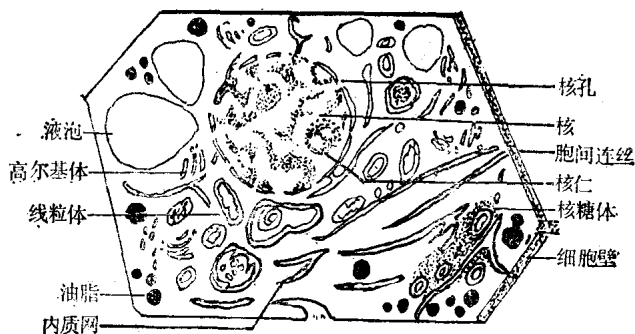


图 1-2 植物细胞内部细微结构模式图

果品、蔬菜贮藏保鲜是一门重要的农业科学。它是根据果品和蔬菜采收后的生理特性，应用物理和化学方法，尽量使果品、蔬菜在贮藏期中减少水分损失，防止病虫害减少腐烂，延缓品质劣变，使果品和蔬菜的营养成分与新鲜度接近于刚采收时的水平，在经济收益上达到保证丰产丰收的目的。凡属这些科学理论和技术措施，都属于果品和蔬菜贮藏保鲜学的内容。这门科学与果树栽培、蔬菜栽培、育种、植物生理生化、化学、物理学、气象学、热工学等均有着密切的关系。

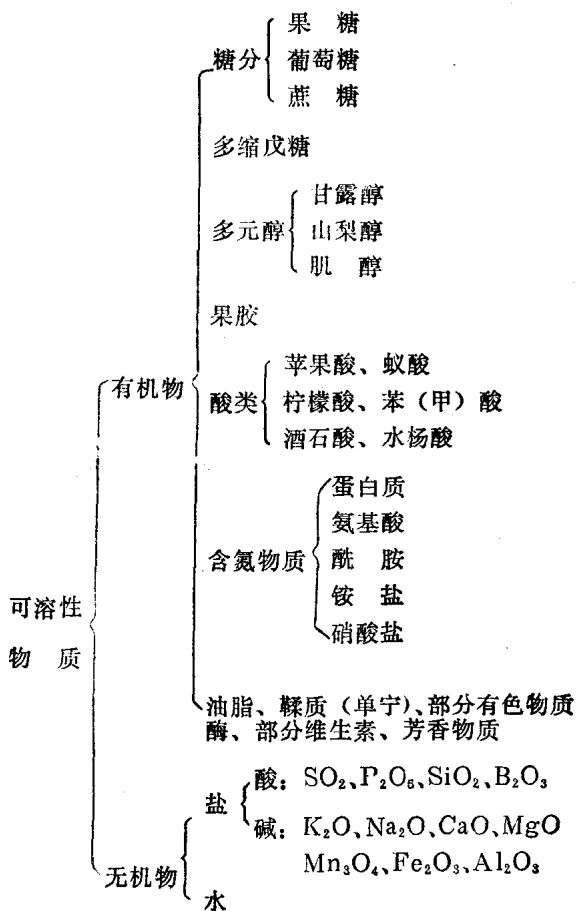
第二节 果蔬的化学成分

果品、蔬菜是些什么化学物质组成的？其营养价值怎样？它们在贮藏期中有何变化？如何变化？这些问题都是每个果品或蔬菜贮藏者必须具有的化学物质概念。果品和蔬菜的种类、品种繁多，其化学组成既有共同的成分，又是千差万别的，本书仅对主要化学成分和它们的基本变化进行阐述。

一、水分

果品、蔬菜采收后含水分很多，大部分果品含水量在90%以上，故名水果；少部分果品含水量较少或采后晒干存放者叫干果。有的蔬菜含水量高达95%以上。高水分农产品都属易腐性，不易贮藏保鲜。果品和蔬菜中所含水分有两种状态：一种是自由水（游离水），在果蔬中占大部分。这种水分在贮藏期中容易蒸发，造成果蔬的萎蔫状态，失去新鲜饱满度，带来自然失重，影响经济效益。另一种叫胶体结合水。这种水分是与胶体结合在一起，不仅不蒸发，就是人工排除它也十分困难。在果蔬中如果没有水分，生理和生物化学变

化是很难进行的。这就是说果蔬的一切生理和生物化学变化都是以水为介质，故可以说水分是果蔬在贮藏期中一切变化的“桥梁”。果蔬中的化学物质可根据它们是否溶于水的性质来区分成两类：一类是能溶于水者叫可溶性物质；另一类是不能溶于水者，称不溶性物质。各包含以下成分：



不溶性物质：纤维素、半纤维素、部分有色物质、不溶性含氮物质、原果胶、部分维生素、不溶性矿物质、淀粉。

测定可溶性物质的含量，用专门的手持折光仪或阿贝折光仪测定。在仪器内的百分率尺板上可直接读出百分率的结果。但折射率受测定温度的影响颇大，故应按表（表1—1）校正温度的误差系数。

果品和蔬菜的水分测定方法有几种，常用烘干法测定，方法是：称取5—6克细碎果实放入广口低型称量瓶中（直径5—5.5厘米），预先连同玻璃棒和10—15克经过处理过的玻璃砂一同称量，样品与砂用棒调匀，放进普通烘箱中，以100—105℃烘至恒重，一般需8—10小时，当最后二次

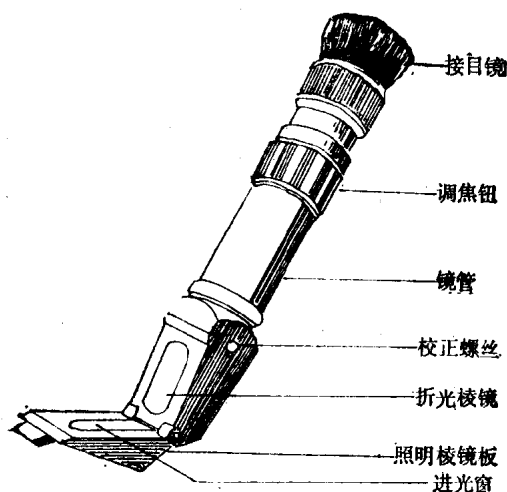


图1—3 手持糖量计侧视图