

全国中等农业学校教材

果蔬贮藏加工学

陕西省仪祉农业学校

园艺专业用

农业出版社



全国中等农业学校教材

果 蔬 贮 藏 加 工 学

陕西省仪祉农业学校 主编

园 艺 专 业 用

农 业 出 版 社

主 编 陕西省仪祉农业学校 隆锐柏
副主编 广西壮族自治区农业学校 黄春日
编 者 浙江省台州农业学校 石杏琴
陕西省武功农业学校 谈国慧
黑龙江省佳木斯农业学校 刘占平

全国中等农业学校教材
果 蔬 贮 藏 加 工 学
陕西省仪祉农业学校 主编

* * *
责任编辑 赵源林

农业出版社出版 (北京朝阳区枣营路)
新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm32 开本 13.5 印张 27千字
1990年5月第1版 1990年5月北京第1次印刷
印数 1—12,000册 定价 2.30 元

ISBN 7-109-01258-1/ S·898

前 言

本教材（包括实验实习指导）是以农牧渔业部（1985）农（教中）字 216 号文件和（1986）农（教中）字 134 号文件提出的原则为指导，以农牧渔业部教育司 1987 年颁发的全国中等农业学校园艺专业《果蔬贮藏加工学》教学大纲为依据编写的，除供作中等农校四年制园艺及果蔬专业的必修课程教材外，亦可作为其他专业的选修课教材。

《果蔬贮藏加工学》包括果蔬贮藏及加工两大部分。为了适应科学技术和农村经济的发展，保证本专业培养目标的实现，以期更好地体现教材的科学性、适用性，教材内容主要反映我国果蔬贮藏加工的传统技术经验和现代科学研究及生产成果，参考国外有关资料，重视理论，加强实践技能，重点阐述果蔬贮藏加工的基本原理和具有代表性的一些果蔬贮藏及加工品的加工技术。由于我国疆土辽阔，各地自然条件差异甚大，因此在使用时，除原理部分外，对贮藏加工具体技术，可根据当地实际情况增删有关内容。

北京农业大学刘一和教授主审果蔬贮藏部分，浙江农业大学孙义章讲师主审果蔬加工部分，东北农学院崔成东副教授审阅果蔬速冻保藏部分，陕西省仪祉农校君广仁老师参加了审定和修改工作，在此一并表示谢意。

教材编写分工情况：

绪论	隆锐柏
第一章 果蔬贮藏原理	隆锐柏
第二章 果蔬的采收、分级、包装和运输	谈国慧
第三章 果蔬的贮藏方式	刘占平
第四章 主要果蔬贮藏技术 (第一至第五节 果品部分)	隆锐柏
(第六至第十一节蔬菜部分)	刘占平
第五章 果蔬加工基础知识	石杏琴
第六章 果蔬速冻保藏	刘占平
第七章 果蔬干制	隆锐柏
第八章 果蔬糖制	黄春日
第九章 蔬菜腌制	谈国慧
第十章 果蔬罐藏	石杏琴
第十一章 果汁的制造	黄春日
第十二章 果酒酿造	黄春日

鉴于科学技术发展十分迅速,我们编写时间短促和水平有限,错误及不妥之处在所难免,希望各校通过教学实践,提出宝贵意见,以便今后修正、充实和提高。

《果蔬贮藏加工学》编写组

1987年10月

目 录

绪论	1
第一章 果蔬贮藏原理	6
第一节 果蔬的呼吸作用	6
第二节 果蔬的蒸发、萎蔫和结露	23
第三节 果蔬的冻结与冷害	28
第四节 果蔬的成熟与衰老	37
第五节 果蔬的生理休眠	50
第二章 果蔬的采收、分级、包装和运输	54
第一节 果蔬的采收	54
第二节 果蔬的分级、包装和运输	63
第三章 果蔬的贮藏方式	72
第一节 简易贮藏	73
第二节 通风贮藏库贮藏	79
第三节 人工冷却贮藏库贮藏	85
第四节 调节气体成分贮藏	93
第五节 贮藏新技术	102
第四章 主要果蔬贮藏技术	107
第一节 苹果、梨	107
第二节 柑桔	120
第三节 葡萄	128
第四节 柿子	130
第五节 香蕉	133
第六节 大白菜和甘蓝	136

第七节	菠菜、茺荽和芹菜.....	142
第八节	马铃薯和洋葱.....	147
第九节	萝卜与胡萝卜.....	153
第十节	番茄和甜椒.....	156
第十一节	其它蔬菜.....	160
第五章	果蔬加工基础知识.....	163
第一节	果蔬加工厂的筹建.....	164
第二节	果蔬加工用水.....	171
第三节	加工前原料的检测与处理.....	178
第四节	半成品的保藏.....	200
第六章	果蔬速冻保藏.....	206
第一节	果蔬速冻原理.....	206
第二节	果蔬速冻的工艺流程和速冻方法.....	211
第三节	冻藏品的贮藏与解冻.....	217
第七章	果蔬干制.....	219
第一节	果蔬干制原理.....	219
第二节	干制原料的选择与处理.....	226
第三节	果蔬干制的方式、设备和方法.....	229
第四节	果蔬干制品的包装与贮存.....	245
第五节	复水.....	248
第八章	果蔬糖制.....	250
第一节	果蔬糖制品的分类.....	250
第二节	果蔬糖制的基本原理.....	251
第三节	果蔬糖制品加工方法.....	257
第四节	几种果蔬糖制加工实例.....	264
第九章	蔬菜腌制.....	271
第一节	蔬菜腌制品的分类.....	271
第二节	蔬菜腌制的原理.....	272
第三节	蔬菜腌制的原料.....	279
第四节	蔬菜腌制的方法.....	282
第五节	蔬菜腌制品的包装与贮存.....	295

第十章 果蔬罐藏	297
第一节 果蔬罐藏原理	297
第二节 果蔬罐藏容器	300
第三节 果蔬罐头生产	303
第四节 罐头的检验与贮存	325
第十一章 果汁的制造	329
第一节 果汁的种类	329
第二节 果汁加工工艺	331
第三节 果汁制造实例	337
第十二章 果酒酿造	341
第一节 果酒分类	341
第二节 果酒酿造原理	342
第三节 果酒的酿造工艺	345
第四节 果酒酿造实例	353
第五节 果酒的病害及防治	359
实验实习指导	362
实验实习一 果蔬呼吸强度测定	362
实验实习二 果蔬冷害观察识别	365
实验实习三 果蔬贮藏环境中 O_2 和 CO_2 含量测定	366
实验实习四 果蔬贮藏效果简易鉴定	373
实验实习五 果蔬催熟	374
实验实习六 果蔬含糖量的测定	376
实验实习七 果蔬含酸量的测定	385
实验实习八 果蔬维生素 C 含量的测定	389
实验实习九 果蔬果胶物质含量的测定	395
实验实习十 果实单宁物质含量的测定	397
实验实习十一 果蔬酶褐变的控制及其酶活性的测定	400
实验实习十二 果蔬半成品保藏	401
实验实习十三 蔬菜腌制	403
实验实习十四 果汁制造	406
实验实习十五 果酒酿造	408

附表	412
一、主要试剂分子量	412
二、盐酸溶液的比重和浓度	414
三、硫酸溶液的比重和浓度	414
四、亚硫酸中二氧化硫含量与比重的关系	415
五、测定糖液或可溶性干燥物温度高于20°C时的糖锤度或可 溶性干燥物与温度校正表	416
六、测定糖液或可溶性干燥物温度低于20°C时的糖锤度或可 溶性干燥物与温度校正表	418
七、折光糖锤度或干燥物与温度校正表 (20°C标准)	419
主要参考文献	420

绪 论

古人云：“民以食为天”。宋代陈直在《寿亲养老新书》中提出“食者生民之天，活人之本也，故饮食进则谷气充，谷气充则气血盛，气血盛则筋力强”。科学合理的饮食能增进人体健康。如第二次世界大战后的日本，于1952年颁布了《营养法》，他们还十分注意儿童营养，从1939—1970年的31年间，日本6岁儿童平均身高从109.1cm增至114.5cm，增加了5.4cm，12岁和15岁儿童分别增加了9.3cm和6.2cm，日本人的平均寿命也大大延长，跃居世界第一。

新中国成立以来，我国人民平均寿命由35岁提高到68.9岁（1985年统计），这表明我国人民的营养状况和医疗卫生条件有了极大的改善，党的十一届三中全会以后，随着工农业生产的发展，人民基本解决了温饱问题，但由于营养供给不同，我国农村青少年的平均身高明显低于城市青少年，据有关调查资料表明，我国膳食热量摄入量已达到供给标准，但存在着不同程度的蛋白质、钙、核黄素、维生素A、维生素C的供应不足。我国有10亿人口，儿童、青少年占三分之一还多，儿童健康和智力发育是社会进步的综合体现。据有关部门对22个省、市11万婴幼儿调查，由于营养不良，佝偻病发病率达32%以上。对3万名城市儿童调查，缺铁性贫血患儿达40%。口腔科专家指出，12岁以下

儿童龋齿发病率 55 % 左右。北京等 19 个省、市学龄前儿童大约有 60 % 头发中含锌量低于正常值，缺锌使儿童食欲不振、厌食、生长发育迟缓，智力发育也受到干扰。一个国家，一个民族，要想在激烈的竞争中生存、发展，就必须提高民族素质。

果蔬是人们生活中重要的副食品，富含各种糖、有机酸、矿物质、维生素和蛋白质，对维持人体生理功能起着重要作用，但果蔬生产有明显的季节性和地域性，且含水量高，组织脆嫩，在采收和运输中极易腐烂变质（表 0—1）。

表 0—1 发展中国家主要蔬菜水果的损失*
(美国科学院, 1978年)

名 称	产量(kt)	损失(%)	名 称	产量(kt)	损失(%)
胡 萝 卜	557	44	花 椰 菜	916	49
马 铃 薯	26909	5—40	香 蕉	36898	20—80
洋 葱	6474	16—35	柑 桔	22040	20—95
番 茄	12755	5—50	葡 萄	12720	27
甜 椒	18301	35—100	苹 果	3677	14
甘 蓝	3036	37			

* 不包括中国。

有关资料报道，我国年产水果 13Mt (1986 年)，蔬菜 75Mt，但由于贮运不善，腐烂损耗达 15—20 %。如河北鸭梨因采收太早、包装简陋、贮藏技术落后，总损耗率达 25 %；山东红香蕉苹果因缺乏冷藏设施，包装运输落后，流通中机械伤严重，总损耗率达 20 % 以上，硬度下降至 3.6kg/cm² 以下，果肉发绵，品质下降；四川红桔、甜橙，1980 年虽获大丰收，但由于贮运技术跟不上，产销两地果实腐烂率达 30 %；香蕉近几年发展很快，由于采收、包装、贮运不善，

到达销售地以后，黑果和腐烂率高，大大降低了香蕉的商品经济价值。因此，发展果蔬贮藏加工，对减少采后损失，调节淡旺季矛盾，实现周年均衡供应是十分重要的。

果蔬采收以后，仍是一个有生命的有机体，对贮藏和运输环境有一定的适应能力，称为果蔬的耐贮性，对微生物的侵染也有一定的抵抗能力，称为果蔬的抗病性。果蔬的耐贮性和抗病性是果蔬各种物理、化学、生理、生化特性的综合反映，由此而决定了对果蔬进行贮藏保鲜的可能性。但采收后的果蔬不能从母体获得养料，由于生命活动的消耗，使机体不断衰老，果蔬贮藏就是要采取一切可能的措施来控制 and 延长采后果蔬的寿命。

果蔬加工是果蔬保藏的另一形式，它是将果蔬经过处理和调配后，成为便于人们消费的成品或半成品，使产品得以较长期的保藏。果蔬经加工后花色品种更加多样化，一些不宜于生食的果蔬，如山楂、金桔、橄榄、酸梅、酸枣、刺梨、山葡萄、山桃、山杏、沙棘、菊芋、草石蚕等，经加工后风味独特，食之更加可口。生产上的残次落果，经加工后则身价倍增。

近十几年来，国际食品科技界在讨论世界食品问题时，十分强调收获后技术，由于他们交通运输方便，果蔬以调运为主，既保持果蔬的新鲜度，又减少了损耗。

世界柑桔从 60 年代的 20Mt 猛增到 70 年代的 40Mt，主要为加工业（制汁工业）的迅速发展所促进，葡萄居世界果品之首位，其中 85% 用于酿造，美国所产苹果约 45% 用于加工，日本用于加工的柑桔占 25%。他们加工业的主要特点是有固定的原料基地，机械化程度较高，对新技术的应

用较快。

我国地域辽阔，果蔬资源十分丰富，果蔬贮藏和加工也有悠久的历史，《周礼》中就记载有果蔬的贮藏，《诗经》中有“凿冰冲冲，纳于凌阳”的诗句。汉朝有了葡萄酒的酿造，唐朝已能将荔枝运长安，当时使用的是竹筒封闭的限气贮藏，《齐民要术》中记载有葡萄、梨等鲜果采用室内贮藏的方法，《本草纲目》中以柰作柰脯，有“盐曝糖藏蜜煎为果”的记载。正是由于我国人民这种创造性的劳动，目前四川南充的甜橙保鲜可达半年以上，还生产出许多名特产品，如新疆葡萄干，北京果脯，江苏的蜜饯，福建、广东、广西的凉果，四川的榨菜，云南的大头菜等，都很负盛名。

解放以后，我国果蔬贮藏加工事业有很大发展，特别是十一届三中全会以后，党和政府十分重视果蔬贮藏加工业，1981年10月26日成立了中国食品协会，1984年4月制定了“1981—2000年中国食品工业发展纲要”，它规定了我国食品工业的发展方针、发展目标……等一系列的重大决策。其中要求到2000年水果蔬菜制品增长10倍以上，改进贮藏、保鲜、运输和加工条件，减少原料损失浪费；果蔬、水产品等鲜活原料损失率，到2000年降至5%左右。

随着现代科学技术的发展，除传统的贮藏方式外，冷藏、调节气体成分贮藏得以广泛应用，各种化学、天然防腐保鲜剂相继推出，选育了一些罐藏用桃子、温州蜜柑、番茄和酿造用葡萄品种，野生果蔬资源被开发利用，沙棘、酸枣、刺梨、猕猴桃均已制出系列产品，蕨菜、薇菜、发菜在国际市场上很受欢迎，1987年我国罐头人均占有量是解放初的1000倍，远销美国、法国、联邦德国、日本等110多个

国家和地区,创汇 4.3 亿美元。随着生物学、植物生理学等基础学科的发展,果蔬采后生理方面的研究有了相当的进展,它为果蔬的采后处理、贮藏、运输等技术的应用提供了理论依据,现代生物技术、新能源、新材料的开发,也逐步应用于果蔬加工工业,国外设备、技术的引进和吸收,更加加快了果蔬加工工业发展的步伐,据不完全统计,“六五”期间,食品工业共完成重大技术改造项目 772 项,总投资达 22.1 亿元,出现了一批拥有先进技术装备的骨干企业,大大提高了经济效益和出口创汇能力。

但果蔬贮藏加工业仍然赶不上形势发展的需要,如果蔬采收标准不严,普遍有早采现象,包装简陋、运输周转慢,贮藏设备和管理不善,使果蔬腐烂率高。加工原料基地不足,设备落后,有的企业装备相当于国外四五十年代水平,技术力量不足,生产技术水平低等,都是急待解决的问题。

果蔬贮藏加工学是一门应用科学,它以化学、生物化学、物理学、植物学、植物生理学、微生物学等学科为基础,是果蔬栽培学的延伸和发展,它研究果蔬的采收、分级、包装、运输、贮藏、加工的原理和技术,以调节果蔬的供应季节,满足人们物质生活不断增长的需要。

第一章 果蔬贮藏原理

果蔬采收以后，仍是一个有生命的有机体，在商品处理、运输、贮藏过程中，继续进行着各种生理活动。但果蔬采收以后，脱离了母体，不能再继续获得水分和养料，而是不断地失去水分和分解在生长过程中所积累的营养物质，同时也有新物质的合成，但这种合成是建立在分解果蔬体内原有物质的基础上，随着这些物质的消耗，果蔬步入后熟和衰老的历程，直至生命活动停止。果蔬贮藏的任务，就在于延缓这一进程，以保持果蔬新鲜状态，因此，首先应该了解果蔬贮藏期生命活动的规律。

第一节 果蔬的呼吸作用

呼吸作用是采收后果蔬生命代谢的中心，它是生命存在的重要条件。呼吸作用的实质是果蔬的生活细胞，在一系列酶的催化下，经过许多中间反应进行的有控制的生物氧化还原过程。在这个过程中，把体内复杂的有机化合物分解成简单物质，同时放出能量，一部分转移到三磷酸腺苷（ATP）中，以供果蔬生命活动的需要，一部分以热的形式散发到体外，成为呼吸热。

• • •

采收后的果蔬，也进行着一些物质的合成作用，它是靠呼吸作用分解的中间产物的再组来实现的。因此，呼吸作用无论在维持果蔬生命活动，还是物质合成方面都有着重要的

意义。但它毕竟是一个消耗过程，所以在贮藏和运输中，保持果蔬尽可能低而又正常的呼吸代谢，是果蔬贮藏和运输的基本要求。

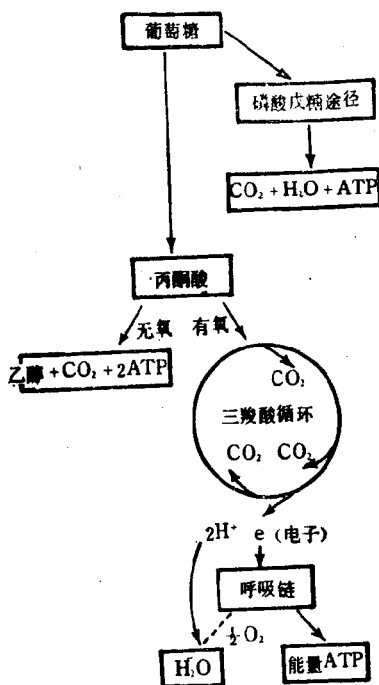
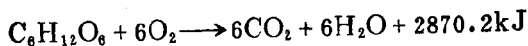


图1—1 葡萄糖的生物氧化途径

一、呼吸代谢的类型 呼吸代谢可分为有氧呼吸和无氧呼吸(图1—1)。

(一) 有氧呼吸 有氧呼吸是指植物生活细胞在氧的参与下，将有机物分解成水和二氧化碳，同时放出能量的过程，其反应式如下：



有氧呼吸的主要途径是糖酵解(EMP)——三羧酸循环(TCA)——电子传递链系统(ECT)。

糖酵解始于葡萄糖的活化，终于丙酮酸的形成，其间先是糖的磷酸化，即糖的活化过程，然后分裂成两个丙糖，再

逐步变成两个丙酮酸。这个过程是脱氢氧化,无需氧的参与,是有氧呼吸和无氧呼吸的共同历程。其重要意义在于形成丙酮酸。丙酮酸是化学活性比较高的化合物,在以后的呼吸代谢中,丙酮酸可以转化成乙醛、乙醇、乳酸、草酰乙酸、甘氨酸及乙酰辅酶A。糖酵解的全部过程在特定的条件下都是可逆的。

丙酮酸形成以后,在有氧条件下,丙酮酸脱羧、脱氢与辅酶A(CoA)结合成乙酰辅酶A进入三羧酸循环,并与电子传递链——氧化磷酸化相结合,将丙酮酸继续氧化成二氧化碳和水,每进行一次循环,则氧化一分子丙酮酸,要经过二次脱羧和四次脱氢,完成丙酮酸的彻底氧化分解。它的重要生理意义是:在反应步骤中,产生许多中间产物;并为细胞的需能代谢过程提供能源。其中间产物是多种物质合成的原料,如乙酰辅酶A可转变为酸类或挥发性的芳香物质,琥珀酸辅酶A转变为酚类。

(二) 无氧呼吸(缺氧呼吸) 无氧呼吸不从空气中吸收氧,呼吸底物不能被彻底氧化,而是生成乙醛、乙醇、乳酸等物质,其反应如下:



葡萄糖经糖酵解而形成丙酮酸后,究竟进入有氧呼吸,还是进入无氧呼吸,决定于环境中氧的浓度,当环境中氧的含量较正常空气减少时,植物组织中二氧化碳的释放量也随之下降,但若环境中氧浓度继续降到不适宜的程度就可能诱发无氧呼吸。

植物从有氧呼吸到无氧呼吸交界,称为无氧呼吸消失点,由于植物种类和生理状态不同,消失点氧浓度一般约在