

· 高等学校专业教材 ·

园艺产品贮藏加工学

赵丽芹 主编 · 周山涛 主审



 中国轻工业出版社

高等学校专业教材

园艺产品贮藏加工学

赵丽芹 主 编

张子德 副主编

周山涛 主 审

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

园艺产品贮藏加工学/赵丽芹主编 一北京: 中国轻工业出版社, 2001.1

高等学校专业教材

ISBN 7-5019-2985-8

I. 园… II. 赵… III. ①园艺作物-贮藏-高等学校-教材②园艺作物-加工-高等学校-教材 IV. S609

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 58539 号



责任编辑: 沈力匀

策划编辑: 沈力匀 责任终审: 滕炎福 封面设计: 崔云

版式设计: 智苏亚 责任校对: 燕杰 责任监印: 吴京一

*

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街6号, 邮编: 100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

联系电话: 010-65241695

印 刷: 中国人民警官大学印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2001年1月第1版 2001年1月第1次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 23.75

字 数: 549千字 印数: 1—4000

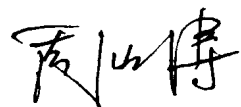
书 号: ISBN 7-5019-2985-8/S·011 定价: 49.00元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

序

在经济发达的国家里，水果、蔬菜常被视为“苗条食品”和“保健食品”，花卉则是精神生活中不可缺少的园艺产品。我国的园艺事业与改革开放同步飞跃发展，水果和蔬菜产量已居世界首位。毫无疑问，我国的园艺产品步入国际市场竞争行列为期不远，将成为社会主义经济建设的重要支柱。作为园艺产品生产和利用的学科，必然会进一步发展。而保证这些园艺产品顺利供应市场的贮藏加工手段和技术，就显得更加重要。

建国初期，在我国农业院校中，虽然设立了水果蔬菜贮藏加工课程，人员、设备和经验都不足，教学用教材几乎是空白。在当时条件下，只有以惟一一本前苏联教材作为蓝本，由于国情和气候条件的差别，其内容与我国实际不尽相符，然而也起到一定的借鉴作用。1959年遵农业部指示，经过教学人员的努力，总结当时调研报告和为数不多的参考资料，由山东农学院牵头主编，于1961年出版了第一本北方地区适用的果品蔬菜贮藏加工学。在漫长的动乱时期，有关教学科研工作停顿，在拨乱反正、各院校恢复正常教学秩序后，园艺产品采后教学科研工作如鱼得水，从事这一专业的人员异常活跃，科学研究得到广泛开展，科研成果不断涌现，教学水平随之提高。1979年农业部再度指示，由华南农业大学牵头主编全国统编教材，《果品贮藏加工学》于1981年出版。以后各院校分别出版过蔬菜或果品贮藏加工教材，对于我国果蔬贮藏加工事业的科学化和推广提高都起过应有的作用。同时，在“六五”和“七五”国家重点科学研究项目中，果品和蔬菜的贮藏加工被列入攻关课题，使这一事业更前进了一大步，然而，大量成果没有得到及时系统地推荐。近些年由于形势的发展，各农业院校除了原有的园艺专业之外，大多成立了食品专业，其中果蔬贮藏加工是多门类学科中极其重要的学科。园艺专业中花卉学科知识，随着市场的繁荣和不断变化，其相应的学习、参考资料也很匮乏。由赵丽芹任主编、张子德任副主编，集北方8所农业院校的教师编写的《园艺产品贮藏加工学》的适时出版，正适应了我国园艺产品贮藏加工教学、科研和企业发展的需要。编写人员都是长期从事园艺产品贮藏加工教学科研的教师，年富力强，精力充沛，经验丰富，更善于吸收来自各方面的新技术、新理论，根据各自的特长，专门执笔撰写。除了系统地介绍该章节必要的整体内容外，对于近些年国际上先进的理论、技术和设备以及国内的科研成果都有较详细的反映，适时地赶上了国际现代化的步伐。该教材的出版，对于这一专业的学生，包括涉及本专业的企业生产人员，都有很好的参考价值，也将为促进我国园艺产品贮藏加工和西部大开发事业做出突出贡献。



2000年11月

前 言

进入 21 世纪,各农业院校为拓宽学生专业面,陆续将原来的果树和蔬菜专业合并为园艺专业,但目前没有适合于该专业的教材。改革开放以来,尤其是近几年来,国内外在果蔬贮藏加工方面的新技术和新成果层出不穷,花卉的保鲜异军突起,发展飞速,因此迫切需要更新教材内容,出版一本内容新颖、系统,集水果、蔬菜和花卉于一体的适合于园艺专业的《园艺产品贮藏加工学》教材。该教材不仅可满足园艺专业的学生需要,也可供食品专业和农产品贮藏加工等相关专业的学生以及从事这方面的科技工作者参考使用。

在编写本教材之前,参编人员于 1999 年 7 月在呼和浩特市进行了教材讨论,确定了《园艺产品贮藏加工学》的编写大纲。该教材紧跟学科发展前沿,在系统阐述基础理论、基本知识和基本技能的基础上,对有关的新理论和新技术做了大量补充,以满足新形势发展的需要。

本书绪论、第九章、第十二章由内蒙古农业大学赵丽芹编写,第一、十八章由河北农业大学马俊莲编写,第二、四章由河北农业大学张子德编写,第三章由北京农学院韩涛和李丽萍编写,第五章由山西农业大学王如福和中国农业大学薛文通编写,第六章由北京农学院刘正坪编写,第七章由北京农学院韩玉梅编写,第八章由莱阳农学院赵九洲编写,第十章由山西农业大学郝利平编写,第十一、十四章由山西农业大学王如福编写,第十三、十五章由山东农业大学黄雪松和内蒙古农业大学赵丽芹编写,第十四章由山西农业大学王如福编写,第十六章由沈阳农业大学马岩松编写,第十七章由山东农业大学黄雪松编写。

在本书编写过程中,得到了内蒙古农业大学校领导的大力支持,中国农业大学周山涛教授、孙自然教授对本书的编写内容进行了指导和审阅,山东农业大学张培正教授对本书的编写及策划做了大量工作,在此一并表示感谢!

由于编者水平所限,时间仓促,书中错误在所难免,欢迎读者批评指正。

2000 年 11 月

目 录

绪论	(1)
第一章 园艺产品品质	(4)
第一节 风味物质	(4)
第二节 营养物质	(9)
第三节 色素类物质	(11)
第四节 质地	(12)
第二章 采前因素对园艺产品贮藏性能的影响	(15)
第一节 生物因素	(15)
第二节 生态因素	(18)
第三节 农业技术因素	(21)
第三章 采后生理与保鲜	(25)
第一节 呼吸作用与保鲜	(25)
第二节 采后失水与保鲜	(31)
第三节 休眠的利用及生长的抑制	(34)
第四节 成熟和衰老的调控	(36)
第五节 逆境伤害的避免	(46)
第四章 商品化处理和运输	(53)
第一节 采收	(53)
第二节 分级与包装	(56)
第三节 预冷	(60)
第四节 果蔬的其他采后处理	(61)
第五节 果蔬的运输	(70)
第五章 贮藏方式	(73)
第一节 简易贮藏	(74)
第二节 通风库贮藏	(79)
第三节 冷藏库	(83)
第四节 自然冷资源果蔬贮藏库	(89)
第五节 气调贮藏	(91)
第六节 减压贮藏	(98)
第七节 其他贮藏技术	(98)
第六章 贮藏病害	(101)
第一节 贮藏病害的定义、病因及侵染特点	(101)
第二节 果品贮藏病害	(104)
第三节 蔬菜贮藏病害	(118)
第七章 贮藏各论	(127)

第一节	果品的贮藏	(127)
第二节	蔬菜的贮藏	(142)
第八章	花卉保鲜贮藏技术	(157)
第一节	花卉保鲜处理技术	(157)
第二节	花卉种球、种苗采后处理技术	(167)
第三节	切花采收、分级和包装	(176)
第九章	加工保藏对原料的要求及预处理	(184)
第一节	加工保藏对原料的要求	(184)
第二节	加工用水的要求与处理	(186)
第三节	原料的预处理	(190)
第四节	半成品的保存	(201)
第十章	干制保藏	(203)
第一节	干制保藏理论	(203)
第二节	干制方法与设备	(213)
第三节	干制工艺技术	(221)
第四节	干制品的处理与贮藏	(223)
第五节	花卉的干制技术	(226)
第十一章	糖制保藏	(229)
第一节	糖制品的分类	(229)
第二节	糖制保藏理论	(229)
第三节	糖制工艺技术	(236)
第四节	糖制品常见质量问题及控制	(241)
第十二章	罐头保藏	(243)
第一节	罐头食品的分类	(243)
第二节	罐藏容器	(244)
第三节	罐头保藏理论	(245)
第四节	罐藏工艺技术	(253)
第五节	罐头食品常见质量问题及控制	(263)
第十三章	制汁保藏	(266)
第一节	果蔬汁的分类	(266)
第二节	制汁工艺技术	(267)
第三节	制汁中常见质量问题及控制	(277)
第十四章	果酒酿造	(280)
第一节	果酒的分类	(280)
第二节	果酒的酿造理论	(281)
第三节	果酒酿造工艺技术	(286)
第四节	果酒常见病害及控制	(294)
第五节	几种特殊葡萄酒的酿造技术	(296)
第十五章	腌制保藏	(301)
第一节	蔬菜腌制品的分类	(301)

第二节	腌制保藏与腌制理论·····	(302)
第三节	盐渍菜类加工工艺技术·····	(307)
第四节	酱菜类加工工艺技术·····	(310)
第五节	泡酸菜类加工工艺技术·····	(312)
第六节	糖醋菜类加工工艺技术·····	(315)
第七节	菜酱类加工工艺技术·····	(317)
第八节	蔬菜腌制品常见的败坏及控制·····	(318)
第十六章	冷冻保藏·····	(320)
第一节	冷冻保藏理论·····	(320)
第二节	果蔬速冻工艺技术·····	(330)
第三节	果蔬速冻方法及设备·····	(334)
第十七章	其他制品加工保藏·····	(342)
第一节	多糖类的制取·····	(342)
第二节	蛋白质与酶类的提取·····	(345)
第三节	风味物质的提取及香料制造·····	(347)
第四节	色素的提取·····	(350)
第五节	一些试剂与药品的生产·····	(351)
第六节	美容化妆品·····	(355)
第七节	其他·····	(357)
第十八章	果蔬采后生物技术基本原理及应用·····	(359)
第一节	基因工程技术的基础原理简介·····	(359)
第二节	果蔬采后生物技术研究与应用·····	(364)

绪 论

园艺产品包括水果、蔬菜及花卉，尤其水果蔬菜是人们日常生活不可缺少的副食品，是仅次于粮食的世界第二重要的农产品，同时也是食品工业重要的加工原料。众所周知，新鲜的果蔬和花卉不仅为人体健康提供多种营养物质，同时也是重要的疗效食品。近几年，随着人们生活水平的提高，社会经济的日益发达，用花卉美化城市、装点人们的生活已日趋兴旺。众所周知，这些园艺产品属鲜活易腐农产品，因此，搞好园艺产品的采后处理、贮藏、保鲜及加工保藏越来越受到普遍重视。

我国地域辽阔，果蔬花卉资源丰富，素有“世界园林之母”的美誉，是世界上许多果蔬的发源中心之一。改革开放 20 年来，我国的果蔬生产速度每年急剧递增，水果生产量从 1978 年占世界总产量的 2.8%，1984 年占 3.6%，上升为 1996 年的 10.98%。如我国的主要水果——苹果的产量 1978 年为 241.8 万 t，1984 年为 295.5 万 t，而 1996 年总产量达到了 1600.9 万 t。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 5953 万 t 和 2.5 亿 t，成为世界果蔬第一生产大国，蔬菜人均占有量达到世界经济发达国家的水平。我国花卉产业起步于 20 世纪 80 年代，大发展在 90 年代。目前全国花卉生产面积 7.5hm²，年产值 40 亿元，创汇 6700 万美元，同 1990 年相比，面积增加了 98%，产值增长了 2.3 倍，创汇增长 1.7 倍，年产鲜切花 9.5 亿支。如此好的发展现状为园艺产品的采后处理、贮运保鲜及加工保藏创造了良好的基础条件，同时也为我国加入世界贸易组织(WTO)后，我国的优质园艺产品走向世界提供了可靠的保障。

园艺产品生产具有一定的季节性和区域性，但通过贮运保鲜及加工手段就可以消除这种季节性和区域性的差别，满足各地消费者对各种园艺商品的消费需求，从而达到调节市场、实现周年供应的目的。目前我国果蔬生产由于采收不当、园产品采后商品化处理技术落后、贮运条件不妥及贮藏加工能力不足等原因，造成的腐烂损失达总产量的 20%左右，减少了农民收益，挫伤了其生产积极性，出现了因销售困难而减少生产甚至砍树的现象。如果通过种植业来补偿这种损失，需投入很大的人力、物力、财力和土地，但如果通过妥善的贮藏加工，就可以避免或减少这一损失。对于大多种植者如将园艺产品作为原料出售势必价格低廉，而将其加工成加工制品后，其经济效益就会大增，尤其是那些残次落果等不适宜鲜销的果蔬和野生资源，通过加工就可以变废为宝，当然优质的加工品还必须提供优质的专门加工品种和设备技术。所以，搞好园艺产品采后商品化处理、贮藏和加工，可促进其栽培业的发展，真正实现丰产丰收，特别是对于我国目前人口日益增长和耕地日益减少的今天，更具有特殊的意义。此外，还可以为我国出口创汇提供更好的园艺产品及加工制品，可见，园艺产品的贮运加工在国民经济中具有重要的作用。

果蔬及花卉属有生命的鲜活商品，它们的贮藏保鲜就是要采取一切可能的手段和措施，抑制其生命活动，降低其新陈代谢水平，减少其病害损失，延长其贮藏时间，以保持良好的商品质量；这个贮藏保鲜的过程主要是指园艺产品从田间采收开始一直到加工或消费之前的整个经营管理过程。值得一提的是，科学的贮藏保鲜措施和手段，虽能延长园艺产品的贮藏期，但不能一味地追求长期贮藏，因为绝大多数的园艺产品经过贮藏后，其质量都不如刚采收上

市的产品，加之长期贮藏要投入更多的人力；消耗更多的能源；增加更多的管理费用，反而影响了其经济效益。因此在园艺产品贮藏中，应根据市场形势及产品的质量状况，确定适宜的贮藏期限，做到保质、保量，及时上市销售，尤其要做好园艺产品异地调运中的保鲜工作，其更具现实意义。

园艺产品加工是以新鲜的果蔬花卉为原料，依据不同的理化特性，采用不同的加工方法和机械，改变其形状和性质，制成各种制品的过程。主要制品有果汁、脱水蔬菜、果蔬罐头、果蔬速冻制品、果酒、腌制品和糖制品等。园艺产品加工品有别于新鲜原料在于它通过各种手段抑制和杀灭了外界微生物和内在的酶，采用了适当的保藏措施，使制品得以长期保藏。这种能长贮的加工制品是无生命活性的一类农产品。

我国园艺产品的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，我国广大的农村产地主要以沟藏、埋藏、窖藏、土窑洞贮藏等简易的贮藏方式为主进行贮藏保鲜；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，随着国民经济的大力发展，生产技术的不断日新月异，过去的贮藏保鲜设施及保鲜效果等已远远不能满足现代人的需要。因此，在我国科技人员的不懈研究努力下，初步形成了产地与销地、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；山东果树所设计研制的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；四川柑橘研究所建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，节省能源，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仍呈良好的发展态势，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。值得骄傲的是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，标志着我国贮藏保鲜技术已达先进水平。由于化工工业的进步，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。各种化学保鲜剂的研制及应用，近些年在我国发展也很快，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藏领域。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。

在园艺产品加工保藏方面，我国的发展也是令人瞩目的，尤其是改革开放以来，园艺产品在加工的种类上推陈出新、日新月异，大大小小的加工企业更是如雨后春笋般在全国各地崛起，成为食品加工行业中发展速度最快、成绩最大的行业。园艺产品加工方法很多，除了过去常规的一些加工方法外（如干制、腌制、糖制、罐藏、果汁加工、果酒酿造等），近几年

随着高新技术在果蔬加工上的应用,还产生了果蔬脆片、果蔬的膨化制品、冻干制品、蔬菜纸和乳酸发酵菜汁等新的加工制品。在这些加工方法中园艺产品的罐藏依然占有优势,蔬菜类罐头制品仍是市场宠儿,在每年的出口罐头食品中,其出口量约占罐头总出口量的70%。速冻加工虽历史不长,但近十几年发展迅速,大有超过罐藏之趋势,现在我国的速冻菜几乎全部出口,从出口数量和出口地区逐年增多,目前我国的速冻蔬菜生产地主要集中在山东、浙江、江苏、广东及福建等东南沿海省区。随着经济的不断发展,我国的速冻蔬菜制品将在国际市场所占的份额越来越大,与此同时,国内对其需要也将迅速增长。我国的蔬菜腌制品在世界上享有盛誉,世界著名的三大腌菜即榨菜、酱菜和泡菜菜都起源于我国,榨菜还是世界上的独特产品。腌制法虽是古老的传统加工方法,但近些年随着市场需求的不断增加,产量稳步增长,尤其在传统的加工方法中引入了现代科学技术,改进工艺,使得产品实现低盐化、营养化、疗效化、多样化、天然化成为可能。脱水菜的加工可以说是改革开放以后发展最快的一个项目之一,现在我国已是世界脱水菜生产和出口的主要国家之一,出口总量约占世界总量的2/3,现在利用真空冷冻干燥技术生产的冻干菜更有取代热风干燥之势,目前冻干菜的出口市场潜力很大。我国果蔬汁工业作为饮料工业的一个新兴行业,虽然起步较晚,但发展很快,1950年我国果蔬汁产量基本为零,1981年产量达到5.7万t,1994年产量跃至84.8万t,浓缩果汁、果酱生产线在短短的十几年中就先后从国外引进了40多条,利乐包装线100多条,其产品90%均出口;国内畅销的一系列天然水果汁,产量正逐年加大;海南的椰子汁、河北的杏仁露已成为深受欢迎的植物蛋白饮料。虽然,蔬菜汁加工目前我国还很落后,但蔬菜汁饮料加工势头正悄然兴起,其前景也很广阔。我国的葡萄酒虽有悠久的酿造历史,但建国后也只建起过屈指可数的几家葡萄酒厂,全国的葡萄酒产量也仅84.3t。改革开放以来,我国的葡萄酒生产取得了高水平、高速度的发展,在推广先进酿造工艺、引进现代化酿酒设备等方面已逐渐与世界接轨,到1998年我国的葡萄酒产量就达25万t,葡萄酒品种增加到十几种,建成了张裕、王朝、长城等十几家现代化的葡萄酒厂,可以说我国的葡萄酒行业出现了空前繁荣的景象。尽管如此,我国的园艺产品加工业与发达国家相比仍然差距很大,这主要表现在加工原料的品种选育、引种和原料基地的发展进展不快,加工工艺的机械化和现代化速度缓慢。大多数工厂企业依然是半机械化,糖制、腌制加工企业甚至仍是手工作坊的生产,在产品包装、装潢等方面也与国外同类产品相差甚远,等等存在问题还需不懈努力,争取早日与国际全面接轨。

园艺产品贮藏加工学是一门应用科学,知识面涉及很广,它是以植物学、采后生理学、微生物学、化学、物理、食品化学、食品工程原理、食品工厂设计、制冷学、建筑工程学及食品机械设备等学科为基础。要搞好园艺产品的贮藏加工,并使之不断提高与发展,就必须具备这些学科的基本知识,关注它们的发展动态,重视最新研究成果的应用。近些年,随着科学技术的不断进步,各学科的相互渗透,新技术、新方法不断出现和应用,园艺产品贮藏加工学的深度和广度也在不断发展,因此,在这门学科里不仅要学习园艺产品的贮藏加工的基本保鲜和保藏理论、基本的保鲜和加工技术,还应掌握各相关学科的发展,以及这门学科的新技术、新知识、新产品等知识,学会能与生产实践相联系,应用所学知识解决生产中的实际问题,为实现我国园艺产品贮藏加工技术赶上和超过世界先进水平打下扎实基础。

第一章 园艺产品品质

果品、蔬菜和花卉等园艺产品品质的好坏是影响产品市场竞争力的主要因素，人们通常以色泽、风味、营养、质地与安全状况来评价其品质的优劣。

园艺产品的化学组成是构成品质的最基本的成分，同时它们又是生理代谢的积极参加者，它们在贮运加工过程中的变化直接影响着产品质量、贮运性能与加工品的品质。根据这些化学成分功能性质的不同，通常可将其分为四类。

色素物质：叶绿素	绿色	营养物质：维生素	重要
类胡萝卜素	橙色、黄色	矿物质	重要
花青色	红色、紫色、蓝色	水分	一般
类黄酮素	白色、黄色	糖类	一般
风味物质：糖	甜味	脂肪	次要
酸	酸味	蛋白质	次要
单宁	涩味	质构物质：果胶类物质	硬度、致密度
糖苷	苦味	纤维素	粗糙、细嫩
氨基酸	鲜味、酸味等	水分	脆度
辣味物质	辣味		

第一节 风味物质

果蔬的风味是构成果蔬品质的主要因素之一，果蔬因其独特的风味而倍受人们的青睐。不同果蔬所含风味物质的种类和数量各不相同，风味各异，但构成果蔬的基本风味只有香、甜、酸、苦、辣、涩、鲜等几种。

一、香味物质

醇、酯、醛、酮和萜类等化合物是构成果蔬的香味主要物质，它们大多是挥发性物质，且多具有芳香气味，故又称之为挥发性物质或芳香物质，也有人称之为精油。正是这些物质的存在赋予果蔬特定的香气与味感，它们的分子中都含有一定的基团如羟基、羧基、醛基、羰基、醚基、酯基、苯基、酰胺基等，这些基团称为“发香团”，它们的存在与香气的形成有关，但是与香气种类无关。

果品的香味物质多在成熟时开始合成，进入完熟阶段时大量形成，产品风味也达到了最佳状态。但这些香气物质大多不稳定，在贮运加工过程中很容易挥发与分解。

果蔬的风味物质是多种多样的，据分析苹果含有 100 多种芳香物质，香蕉含有 200 多种，草莓中已分离出 150 多种，葡萄中现已检测到 78 种。但与其他成分相比，果蔬中风味物质的含量甚微，除柑橘类果实外，其含量通常在百万分之几。水果的香味物质以酯类、醇类和酸类物质为主，而蔬菜则主要是一些含硫化合物和高级醇、醛、萜等。

表 1-1

几种果蔬的主要香味物质

名 称	香味主体成分	名 称	香味主体成分
苹果	乙酸异戊酯	萝卜	甲硫醇、异硫氰酸烯丙酯
梨	甲酸异戊酯	叶菜类	叶醇
香蕉	乙酸戊酯、异戊酸异戊酯	花椒	天竺葵醇、香茅醇
桃	乙酸乙酯、 γ -癸酸内酯	蘑菇	辛烯-1-醇
柑橘	蚁酸、乙醛、乙醇、丙酮、苯乙醇及甲酯和乙酯	蒜	二烯丙基二硫化物、甲基烯丙基二硫化物、烯丙基
杏	丁酸戊酯		

二、甜味物质

糖及其衍生物糖醇类物质是构成果蔬甜味的主要物质，一些氨基酸、胺等非糖物质也具有甜味。蔗糖、果糖、葡萄糖是果蔬中主要的糖类物质，此外还含有甘露糖、半乳糖、木糖、核糖，以及山梨醇、甘露醇和木糖醇等。

果蔬的含糖量差异很大，其中水果含糖量较高，而蔬菜中除西瓜、甜瓜、番茄、胡萝卜等含糖量稍高外，大多都很低。大多水果的含糖量在 7%~18% 之间，但海枣含糖量可高达鲜重的 64%，而蔬菜的含糖量大多在 5% 以下。常见果蔬糖的种类及含量见表 1-2。

表 1-2

常见果蔬糖的种类及含量 (刘兴华 1998)

单位: g/100g (鲜重)

名 称	蔗 糖	转化糖	总 糖
苹果	1.29~2.99	7.35~11.61	8.62~14.61
梨	1.85~2.00	6.52~8.00	8.37~10.00
香蕉	7.00	10.00	17.00
草莓	1.48~1.76	5.56~7.11	7.41~8.59
桃	8.61~8.74	1.77~3.67	10.38~12.41
杏	5.45~8.45	3.00~3.45	8.45~11.90
白菜	—	—	5.00~17.00
胡萝卜	—	—	3.30~12.00
番茄	—	—	1.50~4.20
南瓜	—	—	2.50~9.00
甘蓝	—	—	1.50~4.50
西瓜	—	—	5.50~11.00

气候、土壤及栽培管理措施是影响果蔬含糖量的重要因素，通常光照好、营养充足、栽培措施合理条件下生长的果蔬，含糖量较高，品质好，贮运加工性能也好。故用作长期贮运或加工的果蔬应选择生长条件好、含糖量高的果蔬。不同的生长、发育阶段的果蔬，其含糖量也各不相同。以淀粉为贮藏性物质的果蔬，在其成熟或完熟过程中，含糖量会因淀粉类物质的水解而大量增加；以后随着果蔬的衰老，糖的含量会因呼吸消耗而降低，进而导致果蔬品质与贮运加工性能下降。

果蔬的甜味不仅与糖的含量有关，还与所含糖的种类相关，各种糖的相对甜味差异很大

(表 1-3), 若以蔗糖的甜度为 100, 果糖则为 173, 葡萄糖为 74。不同果蔬所含糖的种类、及各种糖之间的比例各不相同, 甜度与味感也不尽一样, 仁果类果实果糖含量占优势, 核果类、柑橘类果实蔗糖含量较多, 而成熟浆果类如葡萄、柿果以葡萄糖为主。

表 1-3 几种糖的相对甜度

名 称	相对甜度	名 称	相对甜度
果糖	173	木糖	10
蔗糖	100	半乳糖	32
葡萄糖	74	麦芽糖	32

果蔬甜味的强弱除了与含糖种类与含量有关外, 还受含糖量与含酸量之比(糖/酸比)的影响, 糖酸比越高, 甜味越浓, 反之酸味增强, 如红星、红玉苹果的含糖量基本相同, 红玉苹果含酸量约为 0.9%, 而红星苹果的酸含量在 0.3%左右, 故红玉苹果食之有较强的酸味。

三、酸味物质

果蔬的酸味主要来自一些有机酸, 其中柠檬酸、苹果酸、酒石酸在水果中含量较高, 故又称为果酸。蔬菜的含酸量相对较少, 除番茄外, 大多都感觉不到酸味的存在, 但有些蔬菜如菠菜、茭白、苋菜、竹笋含有较多量的草酸, 由于草酸会刺激腐蚀人体消化道内的粘膜蛋白, 还可与人体内的钙盐结合形成不溶性的草酸钙沉淀, 降低人体对钙的吸收利用, 故多食有害。

不同种类和品种的果蔬, 有机酸种类和含量不同。如苹果含总酸量为 0.2%~1.6%, 梨为 0.1%~0.5%, 葡萄为 0.3%~2.1%。常见果蔬中的主要有机酸种类见表 1-4。

表 1-4 常见果蔬中的主要有机酸种类

名 称	有机酸种类	名 称	有机酸种类
苹果	苹果酸	菠菜	草酸、苹果酸、柠檬酸
桃	苹果酸、柠檬酸、奎宁酸	甘蓝	柠檬酸、苹果酸、琥珀酸、草酸
梨	苹果酸、果心含柠檬酸	石刁柏	柠檬酸、苹果酸
葡萄	酒石酸、苹果酸	莴苣	苹果酸、柠檬酸、草酸
樱桃	苹果酸	甜菜叶	草酸、柠檬酸、苹果酸
柠檬	柠檬酸、苹果酸	番茄	柠檬酸、苹果酸
杏	苹果酸、柠檬酸	甜瓜	柠檬酸
菠萝	柠檬酸、苹果酸、酒石酸	甘薯	草酸

果蔬酸味的强弱不仅与含酸量有关, 还与酸根的种类、解离度(pH)、缓冲物质的有无、糖的含量有关。酒石酸表现出酸味的最低浓度为 75mg/kg, 苹果酸为 107mg/kg, 柠檬酸为 115mg/kg, 可见酒石酸呈现酸味所需的浓度最低, 苹果酸次之, 柠檬酸最高, 故酒石酸酸度最高。此外, 果蔬的酸味并不取决于酸的绝对含量, 而是由它的 pH 决定的, pH 越低酸味越浓, 缓冲物质的存在可以降低由酸引起的 pH 降低和酸味的增强。

通常幼嫩的果蔬含酸量较高，随着发育与成熟，酸的含量会因呼吸消耗而降低，使糖酸比提高，导致酸味下降。

除柠檬酸、苹果酸和酒石酸外，果蔬还含有参与三羧酸循环的所有有机酸如琥珀酸、 α -酮戊二酸等。在采后贮运过程中，这些有机酸可直接用作呼吸底物而被消耗，使果蔬的含酸量下降。由于酸的含量降低，使糖酸比提高，果蔬风味变甜、变淡，食用品质与贮运性能也下降，故糖酸比是衡量果蔬品质的重要指标之一。另外，糖酸比也是判断某些果蔬成熟度、采收期的重要参考指标。

一些蔬菜中还含有一些酚酸类物质如绿原酸、咖啡酸、阿魏酸、水杨酸等，在果蔬受到伤害时，这些物质会在伤口部位急速增加，其增加的程度与果蔬抗病能力的强弱有关，因为酚酸类物质可以抑制、甚至杀死微生物。

四、果蔬的涩味

果蔬的涩味主要来自于单宁类物质，当单宁含量（如涩柿）达 0.25% 左右时就可感到明显的涩味，当含量达到 1%~2% 时就会产生强烈的涩味。未熟果蔬的单宁含量较高，食之酸涩，难以下咽，但一般成熟果中可食部分的单宁含量通常在 0.03%~0.1% 之间，食之具有清凉口感。除了单宁类物质外，儿茶素、无色花青素以及一些羟基酚酸等也具涩味。

单宁为高分子聚合物，组成它的单体主要有：邻苯二酚、邻苯三酚与间苯三酚。根据单体间的连接方式与其化学性质的不同，可将单宁物质分为两大类，即水解型单宁与缩合型单宁。

水解型单宁，也称之为焦性没食子酸类单宁，组成单体间通过酯键连接。它们在稀酸、酶、煮沸等温和条件下水解为单体。

缩合型单宁，又称之为儿茶酚类单宁，它们是通过单体芳香环上 C—C 键连接而形成的高分子聚合物，当与稀酸共热时，进一步缩合成高分子无定型物质。它们在自然界中的分布很广，果蔬中的单宁就属此类。

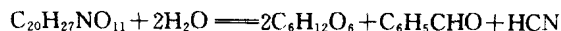
涩味的产生是由于可溶性的单宁使口腔粘膜蛋白质凝固，使之发生收敛性作用而产生的一种味感。随着果蔬的成熟，可溶性单宁的含量降低。当人为采取措施使可溶性单宁转变为不溶性单宁时，涩味减弱，甚至完全消失。无氧呼吸产物乙醛可与单宁发生聚合反应，使可溶性单宁转变为不溶性酚醛树脂类物质，涩味消失，所以生产上人们往往通过温水浸泡、乙醇或高浓度二氧化碳等，诱导柿果产生无氧呼吸而达到脱涩的目的。

五、苦味物质

果蔬中的苦味主要来自一些糖苷类物质，由糖基与苷配基通过糖苷键连接而成。当苦味物质与甜、酸或其他味感恰当组合时，就会赋予果蔬特定的风味。果蔬中的苦味物质组成不同，性质也各异，下面简单介绍几种常见的糖苷类物质。

（一）苦杏仁苷

苦杏仁苷是苦杏仁素（氰苯甲醇）与龙胆二糖形成的苷，具有强烈苦味，在医学上具有镇咳作用。普遍存在于桃、李、杏、樱桃、苦扁桃和苹果等果实的果核及种仁中。苦杏仁苷本身无毒，但生食桃仁、杏仁过多，会引起中毒，这是因为同时摄入的苦杏仁酶使苦杏仁苷水解为 2 分子葡萄糖、1 分子苯甲醛和 1 分子剧毒的氢氰酸之故。



苦杏仁苷

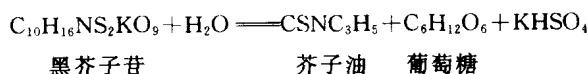
葡萄糖

苯甲醛

氢氰酸

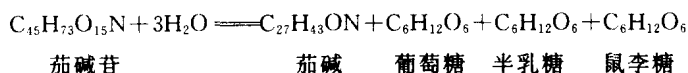
(二) 黑芥子苷

黑芥子苷本身呈苦味，普遍存在于十字花科蔬菜中。在芥子酶作用下水解生成具有特殊辣味和香气的芥子油、葡萄糖及其他化合物，使苦味消失。这种变化在蔬菜的腌制中很重要。



(三) 茄碱苷

茄碱苷又称龙葵苷。主要存在于茄科植物中，以马铃薯块茎中含量较多。超过 0.01% 时就会感觉到明显的苦味，因为茄碱苷分解后产生的茄碱是一种有毒物质，对红血球有强烈的溶解作用，超过 0.02% 时即可使人食后中毒。马铃薯所含的茄碱苷集中在薯皮和萌发的芽眼部位，当马铃薯块茎受日光照射表皮呈淡绿色时，茄碱含量显著增加，据分析可由 0.006% 增加到 0.024%，所以，发绿和发芽的马铃薯应将皮部和芽眼削去方能食用。



(四) 柚皮苷和新橙皮苷

二者存在于柑橘类果实中，尤以白皮层、种子、囊衣和轴心部分为多，具有强烈的苦味。在柚皮苷酶作用下，可水解成糖基和苷配基，使苦味消失，这就是果实在成熟过程中苦味逐渐变淡的原因。据此，在柑橘加工业中常利用酶制剂来使柚皮苷和新橙皮苷水解，以降低橙汁的苦味。

六、辣味物质

适度的辣味具有增进食欲，促进消化液分泌的功效。辣椒、生姜及葱蒜等蔬菜含有大量的辣味物质，它们的存在与这些蔬菜的食用品质密切相关。

生姜中辣味的主要成分是姜酮、姜酚和姜醇，是由 C、H、O 所组成的芳香物质，其辣味有快感。辣椒中的辣椒素是由 C、H、O、N 所组成，属于无臭性的辣味物质。

葱、蒜等蔬菜中辣味物质的分子中含有硫，有强烈的刺鼻辣味和催泪作用，其辛辣成分是硫化物和异硫氰酸酯类，它们在完整的蔬菜器官中以母体的形式存在，气味不明显，只有当组织受到挤压或破碎时，母体才在酶的作用下转化成具有强烈刺激性气味的物质，如大蒜中的蒜氨酸，它本身并无辣味，只有蒜组织受到挤压或破坏后，蒜氨酸才在蒜酶的作用下分解生成具有强烈辛辣气味的蒜素。

芥菜中的刺激性辣味成分是芥子油，为异硫氰酸酯类物质。它们在完整组织中是以芥子苷的形式存在，本身并不具辣味，只有当组织破碎后，才在酶的作用下分解为葡萄糖和芥子油，芥子油具有强烈的刺激性辣味。

七、鲜味物质

果蔬的鲜味物质主要来自一些具有鲜味的氨基酸、酰胺和肽，其中以 L-谷氨酸、L-天门冬氨酸、L-谷氨酰胺和 L-天门冬酰胺最为重要，它们广泛存在于果蔬中。在梨、桃、葡萄、柿子、番茄中含量较为丰富。此外，竹笋中含有的天门冬氨酸钠也具有天门冬氨酸的鲜味。另一种鲜味物质谷氨酸钠是我们熟知的味精，其水溶液有浓烈的鲜味。谷氨酸钠或谷氨酸的水溶液加热到 120℃ 以上或长时间加热时，则发生分子内失水，缩合成有毒的、无鲜味的焦性谷氨酸。

第二节 营 养 物 质

果蔬是人体所需维生素、矿物质与膳食纤维的重要来源，此外有些果蔬还含有大量淀粉、糖、蛋白质等维持人体正常生命活动必需的营养物质。随着人们健康意识地不断增强，果蔬在人们膳食营养中的作用也日趋重要。

一、维 生 素

维生素是维持人体正常生命活动不可缺少的营养物质，它们大多是以辅酶或辅因子的形式参与生理代谢。维生素缺乏会引起人体代谢的失调，诱发生理病变。果蔬中含有多种多样的维生素，但与人体关系最为密切的主要有维生素 C 和类胡萝卜素（维生素 A 原）。据报道人体所需维生素 C 的 98%、维生素 A 的 57% 左右来自于果蔬。

（一）维生素 C

维生素 C 在体内主要参与氧化还原反应，在物质代谢中起电子传递的作用，可促进造血作用和抗体形成。维生素 C 还具有促进胶朊蛋白合成的作用，可以防止毛细血管通透性、脆性的增加和坏血病的发生，故又称为抗坏血酸。

维生素 C 有还原型与氧化型两种形态，但氧化型维生素 C 的生理活性仅为还原型维生素 C 的 1/2，两者之间可以相互转化。还原型的维生素 C 在抗坏血酸氧化酶的作用下，氧化成为氧化型的维生素 C；而氧化型的维生素 C 在低 pH 条件下和还原剂存在时，能可逆地转变为还原型维生素 C。维生素 C 在 pH 小于 5 的溶液中比较稳定，当 pH 增大时，氧化型的维生素 C 可继续氧化，生成无生理活性的 2, 3-二酮古洛糖酸，此反应为不可逆反应。

维生素 C 为水溶性维生素，在人体内无累积作用，因此人们需要每天从膳食中摄取大量维生素 C，而果蔬是人体所需维生素 C 的主要来源。不同果蔬维生素 C 含量差异较大，含量较高的果品有鲜枣、山楂、猕猴桃、草莓及柑橘类。在蔬菜中辣椒、绿叶蔬菜、花椰菜、嫩茎花椰菜等含有较多量的维生素 C。柑橘中的维生素 C 大部分是还原型的，而在苹果、柿中氧化型占优势，所以在衡量比较不同果蔬维生素 C 营养时，仅仅以含量为标准是不准确的。

维生素 C 容易氧化，低温、低氧可有效防止果蔬贮藏中维生素 C 的损耗。在加工过程中，切分、漂烫、蒸煮是造成维生素 C 损耗的重要原因，应采取适当措施尽可能减少维生素 C 的损耗。此外在果蔬加工中，维生素 C 还常常用作抗氧化剂，防止加工产品的褐变。

（二）维生素 A

新鲜果蔬中含有大量的胡萝卜素，本身不具维生素 A 生理活性，但胡萝卜素在人和动物的肠壁以及肝脏中能转变为具有生物活性的维生素 A，因此胡萝卜素又被称之为维生素 A 原。维生素 A 是一类含己烯环的异戊二烯聚合物，含有两个维生素 A 的结构部分，理论上可生成 2 分子的维生素 A，但胡萝卜素在体内的吸收率、转化率都很低，实际上 6 μ g β -胡萝卜素只相当于 1 μ g 维生素 A 的生物活性。除 β -胡萝卜素外， α -、 γ -和羟基 β -胡萝卜素体内也能转化为维生素 A，但它们分子中只含有一个维生素 A 的结构，功效也只有 β -胡萝卜素的一半。

维生素 A 可抗眼干燥，促进皮肤和牙齿正常生长，参加骨骼蛋白质形成，维持粘膜的正常生理功能，能提高人体对疾病的抵抗力。维生素 A 缺乏时，易患夜盲症。维生素 A 为脂溶性维生素，在人体内具有累积作用，不需要天天补充，但是若在短期内大量食用，会对人产生毒害作用。