



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

[高校教材]

园艺产品贮藏加工学

(第二版)

赵丽芹 张子德 主编

STORAGE AND PROCESSING
OF HORTICULTURAL PRODUCT



中国轻工业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

园艺产品贮藏加工学

(第二版)

赵丽芹 张子德 主编

 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, 张子德主编. —2 版. —北京:
中国轻工业出版社, 2009.9

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-5019-7103-9

I. 园… II. ①赵…②张… 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 (2009) 第 140506 号

责任编辑: 白 洁

策划编辑: 白 洁 责任终审: 滕炎禧 封面设计: 锋尚设计

版式设计: 王培燕 责任校对: 李 靖 责任监印: 乌金路

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 河北高碑店市德裕顺印刷有限责任公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2009 年 9 月第 2 版第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 24

字 数: 620 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-7103-9

定价: 42.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

61363J1X201ZBW

第一版编写人员

主 编 赵丽芹 (内蒙古农业大学)

副主编 张子德 (河北农业大学)

编写人员 (按拼音字母顺序排列)

寇晓虹 (天津大学)

韩 涛 (北京农学院)

韩育梅 (内蒙古农业大学)

郝利平 (山西农业大学)

黄雪松 (山东农业大学)

刘正坪 (内蒙古农业大学)

李丽萍 (北京农学院)

马岩松 (沈阳农业大学)

马俊莲 (河北农业大学)

王如福 (山西农业大学)

赵九洲 (江西财经大学)

赵丽芹 (内蒙古农业大学)

主 审 周山涛 (中国农业大学)

第二版参编人员

主 编 赵丽芹 (内蒙古农业大学)
张子德 (河北农业大学)

副主编 翟爱华 (黑龙江八一农垦大学)
韩育梅 (内蒙古农业大学)
谭兴和 (湖南农业大学)

参编人员 (按拼音字母排序)

白瑞琴 (内蒙古农业大学)	陈发河 (集美大学)
高海生 (河北科技师范学院)	寇晓虹 (天津大学)
金昌海 (扬州大学)	韩 涛 (北京农学院)
韩育梅 (内蒙古农业大学)	郝利平 (山西农业大学)
黄雪松 (暨南大学)	李丽萍 (北京工商大学)
李远志 (华南农业大学)	李喜宏 (天津科技大学)
梁丽雅 (天津农学院)	马永昆 (江苏大学)
刘恩岐 (徐州工程学院)	马俊莲 (河北农业大学)
农绍庄 (大连工业大学)	秦 文 (四川农业大学)
孙爱东 (北京林业大学)	谭兴和 (湖南农业大学)
徐建国 (山西师范大学)	王如福 (山西农业大学)
王国泽 (内蒙古科技大学)	吴彩娥 (南京林业大学)
魏新林 (上海师范大学)	严师杰 (天津农学院)
董文明 (云南农业大学)	张子德 (河北农业大学)
张 森 (云南农业大学)	赵九洲 (江西财经大学)
赵丽芹 (内蒙古农业大学)	赵良忠 (湖南邵阳学院)
赵电波 (郑州轻工业学院)	

主 审 蔡同一 (中国农业大学)

第一版前言

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寇晓虹和中国农业大学薛文通编写,第六章由内蒙古农业大学刘正坪编写,第七章由内蒙古农业大学韩育梅编写,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、孙自然教授对本书编写内容进行了指导和审阅,山东农业大学张培正教授为本教材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

第二版前言

《园艺产品贮藏加工学》自2001年第一版出版以来,不仅给全国农业院校果树蔬菜专业合并后的园艺专业及时提供了合适的教材,同时也满足了国内各高校食品专业开设“果蔬贮运学”和“果蔬加工学”课程的教材需要。该教材出版七年来,受到了国内同行的关注和肯定,2006年6月又被列入了教育部国家级“十一五”规划教材。随后国内各高校同行积极要求加入修订者行列,于是2007年8月我们组织了第二版的编委会,在大庆市黑龙江八一农垦大学举行了教材修订会议,会上热烈讨论了教材修订精神和内容,认真听取了各方面的意见,并进行了具体内容的分工。本次修订基本坚持了第一版的内容体系和写作风格,修正了不足之处,删减了过时内容,增补了新的内容,力求紧跟学科发展前沿,实现其高的学术价值和使用效果。

本次教材修订分工:第二版前言和绪论由赵丽芹和张子德负责编写,第一章由马俊莲和梁丽雅编写,第二章由张子德和吴彩娥编写,第三章由韩涛、李丽萍、王国泽和韩育梅编写,第四章由张子德和闫师杰编写,第五章由王如福和李喜宏编写,第六章由韩育梅和寇晓红编写,第七章由赵九洲和白瑞琴编写,第八章由马俊莲和赵良忠编写,第九章由赵丽芹和赵电波编写,第十章由李远志和郝丽萍编写,第十一章由王如福和徐建国编写,第十二章由翟爱华和农绍庄编写,第十三章由马永昆和黄雪松编写,第十四章由马永昆和魏新林编写,第十五章由刘恩岐和金昌海编写,第十六章由谭兴和和翟爱华编写,第十七章由陈发河和秦文编写,第十八章由谭兴和和孙爱东编写,第十九章由高海生和董文明编写,第二十章由张森编写。

本次修订参编院校较多,以下按拼音字母顺序排列,依次为:北京农学院,北京工商大学,北京林业大学,大连工业大学,华南农业大学,河北农业大学,河北科技师范学院,湖南农业大学,黑龙江八一农垦大学,湖南邵阳学院,集美大学,内蒙古农业大学,内蒙古科技大学,江苏大学,江西财经大学,山西农业大学,山西师范大学,上海师范大学,四川农业大学,天津大学,天津农学院,徐州工程学院,扬州大学,云南农业大学,郑州轻工业学院,共25所高校。

在修订过程中,中国农业大学蔡同一教授对本书内容进行了认真审阅,同时承蒙黑龙江八一农垦大学食品学院的大力协助,为我们承办了一次非常成功的教材修订会议,在此均给予深深的谢意!此外,在本书再版和申报教育部国家级“十一五”规划教材过程中还得到了中国轻工业出版社和内蒙古农业大学的大力支持,沈阳农业大学马岩松教授、云南农业大学张培正教授、青岛农业大学姜连芳教授及内蒙古农业大学范贵生教授在教材修订过程中也给予了积极支持和指导,在此也表示深深的感谢!

本教材内容系统翔实,理论联系实际,既可作为高校相关专业教材,也可作为从事园艺产品贮藏保鲜及加工领域工作的相关人员的参考书。

由于园艺产品贮藏加工领域涉及知识面较广,科技发展日新月异,教材的编写和修订过程中难免存在疏漏和不妥,衷心希望广大同行和读者批评指正,以便以后继续完善。

赵丽芹 张子德

目 录

绪论	(1)
----------	-------

上篇 园艺产品贮藏保鲜

第一章 园艺产品品质	(4)
第一节 风味物质	(5)
第二节 营养物质	(10)
第三节 色素类物质	(12)
第四节 质地	(14)
第五节 酶	(16)
第二章 采前因素对园艺产品贮藏性能的影响	(19)
第一节 生物因素	(19)
第二节 生态因素	(22)
第三节 农业技术因素	(25)
第三章 采后生理与保鲜	(29)
第一节 呼吸作用与保鲜	(29)
第二节 采后失水与保鲜	(35)
第三节 休眠的利用及生长的抑制	(38)
第四节 成熟和衰老的调控	(41)
第五节 逆境伤害的避免	(50)
第四章 商品化处理和运输	(57)
第一节 采收	(57)
第二节 分级与包装	(60)
第三节 预冷	(64)
第四节 果蔬的其他采后处理	(65)
第五节 果蔬的运输	(74)
第六节 果蔬原料的品质评定与检验	(76)
第五章 贮藏方式	(80)
第一节 土窑洞贮藏	(80)
第二节 通风库贮藏	(83)
第三节 机械冷藏库贮藏	(87)
第四节 气调贮藏	(92)
第五节 减压贮藏	(99)
第六节 其他贮藏技术	(99)
第六章 贮藏各论	(102)
第一节 果品的贮藏	(102)

第二节	蔬菜的贮藏	(117)
第七章	花卉贮藏保鲜	(132)
第一节	花卉保鲜剂处理技术	(132)
第二节	花卉种球、种苗采后处理技术	(141)
第三节	切花采收、分级和包装	(148)
第八章	果蔬采后生物技术基本原理及应用	(157)
第一节	基因工程技术原理简介	(157)
第二节	果蔬采后生物技术研究与应用	(162)

下篇 园艺产品加工保藏

第九章	加工保藏对原料的要求及预处理	(169)
第一节	加工保藏对原料的要求	(169)
第二节	加工用水的要求与处理	(171)
第三节	原料的预处理	(175)
第四节	半成品的保存	(186)
第十章	干制保藏	(188)
第一节	干制保藏理论	(188)
第二节	干制方法与设备	(198)
第三节	干制工艺技术	(207)
第四节	干制品的处理与贮藏	(208)
第五节	果蔬脆片加工技术	(211)
第六节	花卉的干制技术	(213)
第十一章	糖制保藏	(216)
第一节	糖制品的分类	(216)
第二节	糖制保藏理论	(216)
第三节	糖制工艺技术	(223)
第四节	糖制品常见质量问题及控制	(228)
第十二章	罐头保藏	(230)
第一节	罐头食品的分类	(230)
第二节	罐藏容器	(231)
第三节	罐头保藏理论	(232)
第四节	罐藏工艺技术	(240)
第五节	新含气调理加工技术	(251)
第六节	罐头食品常见质量问题及控制	(252)
第十三章	制汁保藏	(255)
第一节	果蔬汁的分类	(255)
第二节	制汁工艺技术	(256)
第三节	果蔬汁常见质量问题及控制	(260)
第十四章	果酒酿造	(262)
第一节	果酒(葡萄酒)的分类	(262)

第二节 果酒酿造理论	(263)
第三节 酿造微生物及影响酒精发酵的主要因素	(267)
第四节 葡萄酒酿造工艺技术	(269)
第五节 葡萄酒常见病害及控制	(277)
第十五章 果醋酿造	(280)
第一节 果醋酿造理论	(280)
第二节 果醋发酵微生物	(281)
第三节 果醋加工技术	(282)
第四节 果醋常见质量问题与控制	(283)
第十六章 腌制保藏	(286)
第一节 蔬菜腌制品的分类	(286)
第二节 腌制保藏理论	(287)
第三节 盐渍菜类加工工艺技术	(294)
第四节 酱菜类加工工艺技术	(297)
第五节 泡菜、酸菜类加工工艺技术	(299)
第六节 糖醋菜的加工工艺技术	(302)
第七节 菜酱类加工工艺技术	(303)
第八节 蔬菜腌制品常见的败坏及控制	(305)
第十七章 冷冻保藏	(307)
第一节 冷冻保藏理论	(307)
第二节 果蔬冻结的方法及设备	(315)
第三节 果蔬速冻加工技术	(323)
第四节 解冻	(324)
第十八章 轻度加工果蔬	(326)
第一节 轻度加工果蔬的变化	(326)
第二节 轻度加工果蔬的工艺技术	(328)
第十九章 其他制品加工保藏	(331)
第一节 多糖类物质的制取	(331)
第二节 蛋白质与酶类的提取	(334)
第三节 风味物质的提取及香料制造	(335)
第四节 天然色素的提取	(339)
第五节 试剂、药品与化妆品的生产	(341)
第六节 其他副产物的综合利用	(344)
第二十章 园艺产品贮藏加工安全控制	(347)
第一节 园艺产品安全体系	(348)
第二节 园艺产品贮藏加工安全控制	(349)
主要参考文献	(368)

绪 论

园艺产品包括水果、蔬菜及花卉。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。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普遍。但因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 30 年来，我国的果蔬生产速度每年急剧递增，1978 年我国水果总产量为 657 万 t，占世界总产量的 2.8%；2007 年我国水果总产量上升到 8835.5 万 t，约占世界总产量的 14% 左右。1978 年我国蔬菜总产量为 6000 多万 t，2007 年我国蔬菜总产量上升到 5.6 亿 t，占世界蔬菜总产量的 49%。果蔬总产值目前超过 4000 亿元，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。而我国的花卉产业从 20 世纪 80 年代初开始，其栽培面积逐年增长，从 1980 年约 1 万 hm^2 的栽培面积，发展到 2007 年的总面积为 75 万 hm^2 ，发展速度惊人，成为前景广阔的新兴产业。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，同时也为加入 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减小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、园艺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。对于种植者如将某些园艺产品作为原料出售势必价格低廉，而将其加工成制品后，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，当然优质的加工还必须提供优质的专门加工品种。所以，搞好园艺产品采后商品化处理、贮藏和加工，可促进栽培业的发展，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。因此，园艺产品的贮运加工在国民经济中具有重要的作用。

果蔬及花卉属鲜活商品，是有生命的，因此，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，降低新陈代谢水平，减少病害损失，延长贮藏时间，并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,才更具现实意义。

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、脱水菜、果蔬罐头、果蔬速冻制品、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钝化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、土窑洞贮藏等简易方式进行贮藏保鲜;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,这些都在当时的城镇居民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,机械冷藏量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山东、陕西、河北、新疆、河南、广州、沈阳等许多地区建成,并获得了显著的经济效益和良好的贮藏效果。尤其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国际领先水平。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,目前已有多种化学防腐剂、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,有些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,尤其在入贮前的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(如干制、腌制、糖制、罐藏、果汁加工、果酒酿造等)外,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、

蔬菜汁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，尤其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，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地区。随着经济的不断发展，我国的速冻蔬菜制品在国际市场所占的份额将越来越大，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、酱菜和泡酸菜起源于我国，尤其榨菜仍是世界上的独特产品。腌制法虽是传统加工方法，但近些年随着市场需求的不断增加，腌制品产量稳步增长，尤其在传统的加工方法中引入了现代科学技术，改进了工艺，使得产品实现了低盐化、营养化、疗效化、多样化、天然化。脱水菜的加工可以说是改革开放以后发展最火的一个项目之一，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，尤其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菜之势，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，其产品90%均出口。国内畅销的如北京的茄梦果肉汁类、北京华贝康橙等一系列天然水果汁，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。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，前景正趋于广阔。我国的葡萄酒虽有悠久的酿造历史，建国后曾建起过屈指可数的几家葡萄酒厂，全国的葡萄酒产量仅84.3t，但改革开放以来，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。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，在加工技术和质量控制等方面存在问题，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。尤其近些年，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、新产品等知识，并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，真正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坚实基础。

上篇 园艺产品贮藏保鲜

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贮藏寿命、加工品质好坏以及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。园艺产品的化学组分通常可分为五类，见表1-1。

表1-1 园艺产品的化学组分

分 类	化学组分	在形成品质中的作用
色素物质	叶绿素 类胡萝卜素 花青素 类黄酮素	绿色 橙色、黄色 红色、紫色、蓝色 白色、黄色
风味物质	挥发性物质 糖 酸 单宁 糖苷 氨基酸、核苷酸、肽 辣味物质	各种芳香气味 甜味 酸味 涩味 苦味 鲜味、酸味等 辣味
营养物质	水分 糖类 脂肪 蛋白质 维生素 矿物质	一般 一般 次要 次要 重要 重要
质构物质	果胶类物质 纤维素 水分	硬度、致密度 粗糙、细嫩 脆度
酶类物质	氧化还原酶 果胶酶 纤维素酶 淀粉酶和磷酸化酶	衰老、褐变 硬度、软化 软化 甜味

第一节 风味物质

果蔬的风味 (flavor) 是构成果蔬品质的主要因素之一, 果蔬因其独特的风味而备受人们的青睐。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香味的主要物质, 它们大多是挥发性的, 且多具有芳香气味, 故又称之为挥发性物质或芳香物质 (fragrant substance), 也有人称之为精油 (essential oil)。挥发性物质在果蔬中含量并不多, 如香蕉为 65 ~ 338mg/kg, 树莓类为 1 ~ 22mg/kg, 草莓 5 ~ 10mg/kg, 黄瓜 17mg/kg, 番茄 2 ~ 5mg/kg, 大蒜 50 ~ 90mg/kg, 萝卜 300 ~ 500mg/kg, 洋葱 320 ~ 580mg/kg, 柠檬和柑橘中含量较高, 分别为 1.5% ~ 2.0% 和 2.0% ~ 3.0%。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、酯、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。

由于果蔬中挥发性物质的种类和数量不同, 从而形成了各种果蔬特定的风味。香味物质多种多样, 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。水果的香味物质以酯类、醛类、萜类、醇类、酮类和挥发性酸类物质为主; 而蔬菜香味不如水果香气浓郁, 在种类上也有很大差别, 主要是一些含硫化物 (葱、蒜、韭菜等辛辣气味的来源) 和高级醇、醛、萜等 (见表 1-2)。

表 1-2 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	丙基硫醚烯-3-醇 (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	大蒜	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	黄瓜	壬二烯-2, 6-醇、壬烯-2-醛、2-己烯醛

果蔬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数不稳定, 容易氧化变质, 在贮运加工过程中, 遇到较高的温度环境很容易挥发与分解。

二、甜味物质

糖分是果蔬中可溶性固形物的主要成分, 直接影响果蔬的风味、口感和营养水平。糖及其衍生物糖醇类物质是构成果蔬甜味 (sweet) 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%,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。常见果蔬含糖的种类及含量见表1-3。

表1-3 常见果蔬含糖的种类及含量 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
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

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(见表1-4),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1-4 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	40
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,糖酸比值适宜,则甜酸适口(见表1-5)。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。

表1-5 果蔬糖酸比值与风味的关系

风味	糖含量/(g/100g鲜重)	酸含量/(g/100g鲜重)	糖酸比值
甜	10	0.01~0.25	100.0~40.0
甜酸	10	0.25~0.35	40.0~28.6
微酸	10	0.35~0.45	28.6~22.2
酸	10	0.45~0.60	22.2~16.7
强酸	10	0.60~0.85	16.7~11.8

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。

在成熟和衰老过程中，水果和一些果菜类的含糖量和含糖种类在不断发生变化，仁果类的苹果和梨以果糖占优势，到正常采收期蔗糖含量增高；核果类的桃、李、杏主要含有蔗糖，在成熟时蔗糖含量明显增加，特别是李，未熟时没有蔗糖，到黄熟时迅速增加；柑橘类果实，糖分的积累主要是蔗糖；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。不同生长、发育阶段的果蔬，其含糖量也各不相同。一般的果实都是充分成熟时含糖量达到最高值，生产上常常以此作为确定果蔬采收期的重要指标。在贮运过程中，果蔬中的糖含量会因呼吸消耗而不断降低，进而导致果蔬品质与贮运加工性能下降，如果能较好控制贮藏条件，糖分减少越慢，果蔬品质会越好。

三、酸味物质

酸味 (sour) 是因舌黏膜受氢离子刺激而引起的，因此凡在溶液中能解离出氢离子的化合物都有酸味。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，另外还有少量酒石酸、琥珀酸、 α -酮戊二酸、延胡索酸、草酸、水杨酸和醋酸等。蔬菜的含酸量相对较少，除番茄等少数蔬菜外，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黏膜蛋白，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 1-6。

表 1-6 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、少量柠檬酸	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、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，酸的含量会降低，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，如番茄贮藏后由酸变甜就