



新世纪高职高专教改项目成果教材
Xinshiji Gaozhi Gaozhuan Jiaogai Xiangmu Chengguo Jiaocai

果蔬贮藏与加工

赵晨霞 主 编
王国军 李正英 副主编



新世纪高职高专教改项目成果教材
Xinshiji Gaozhi Gaozhuan Jiaogai Xiangmu Chengguo Jiaocai

果蔬贮藏与加工

赵晨霞 主编
王国军 李正英 副主编
钱志伟 刘 远 编 者
张俊萍

高等教育出版社

内容提要

本书是新世纪高职高专教改项目成果教材。

全书包括果蔬贮藏基础知识、果蔬采后商品化处理及运输、果蔬贮藏技术、果蔬加工前处理、果蔬加工技术等内容。实验实训主要包括果蔬呼吸强度、可溶性固形物含量、含酸量、维生素 C 的测定;贮藏环境中 O₂ 和 CO₂ 含量的测定;果蔬贮藏期常见病害识别;果蔬罐制、果蔬汁、果蔬速冻、果蔬干制、果蔬腌制、果蔬糖制、果酒和果醋、综合利用等多项内容。

全文构思新颖,图文并茂,实用性、可操作性强。果蔬贮藏与加工采用流程图和文字叙述同步,注重案例分析,突出实训,并对贮藏和加工中的问题,提出相应的控制措施。

本书可作为高职高专院校、本科院校举办的职业技术学院、五年制高职、成人教育园艺及相关专业的教材,也可供从事园艺工作的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

果蔬贮藏与加工/赵晨霞主编. —北京:高等教育出版社,2005.12

ISBN 7-04-018119-3

I. 果... II. 赵... III. ① 水果—贮藏—高等学校:技术学校—教材 ② 蔬菜—贮藏—高等学校:技术学校—教材 ③ 水果加工—高等学校:技术学校—教材 ④ 蔬菜加工—高等学校:技术学校—教材 IV. S609

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 130881 号

策划编辑 张庆波 责任编辑 张耀明 封面设计 李卫青 责任绘图 朱 静
版式设计 王 莹 责任校对 朱惠芳 责任印制 杨 明

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 中国农业出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 16.75
字 数 410 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2005 年 12 月第 1 版
印 次 2005 年 12 月第 1 次印刷
定 价 21.20 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 18119-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

出版说明

为认真贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》，研究高职高专教育跨世纪发展战略和改革措施，整体推进高职高专教学改革，教育部决定组织实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》（教高[2000]3 号，以下简称《计划》）。《计划》的目标是：“经过五年的努力，初步形成适应社会主义现代化建设需要的具有中国特色的高职高专教育人才培养模式和教学内容体系。”《计划》的研究项目涉及高职高专教育的地位、作用、性质、培养目标、培养模式、教学内容与课程体系、教学方法与手段、教学管理等诸多方面，重点是人才培养模式的改革和教学内容体系的改革，先导是教育思想的改革和教育观念的转变。与此同时，为了贯彻落实《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》（教高[2000]2 号）的精神，教育部高等教育司决定从 2000 年起，在全国各省市的高等职业学校、高等专科学校、成人高等学校以及本科院校的职业技术学院（以下简称高职高专院校）中广泛开展专业教学改革试点工作，目标是：在全国高职高专院校中，遴选若干专业点，进行以提高人才培养质量为目的、人才培养模式改革与创新为主题的专业教学改革试点，经过几年的努力，力争在全国建成一批特色鲜明、在国内同类教育中具有带头作用的示范专业，推动高职高专教育的改革与发展。

教育部《计划》和专业试点等新世纪高职高专教改项目工作开展以来，各有关高职高专院校投入了大量的人力、物力和财力，在高职高专教育培养目标、人才培养模式以及专业设置、课程改革等方面做了大量的研究、探索和实践，取得了不少成果。为使这些教改项目成果能够得以固化并更好地推广，从而总体上提高高职高专教育人才培养的质量，我们组织了有关高职高专院校进行了多次研讨，并从中遴选一些较为成熟的成果，组织编写了一批新世纪高职高专教改项目成果教材。经过近两年的努力，已经有 40 个系列、165 种教材出版。这些教材结合教改项目成果，反映了最新的教学改革方向，很值得广大高职高专院校借鉴。

新世纪高职高专教改项目成果教材适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

高等教育出版社

2005 年 1 月 25 日

前 言

本教材是根据《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作意见》和《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》的精神编写的,是新世纪高职高专教改教材。可作为园艺类、食品类高职高专的必修课教材,亦可作为种植类专业的选修课教材和岗前、就业、转岗的培训教材。随着农业产业结构的调整,培养人才的目标定位由原来的只懂得栽培技术的单一型人才向着懂栽培、会贮运加工、善经营管理的综合型人才转变。

农业职业学院的课程设置必须以农业产业结构调整、职业岗位对人才的需求为依据;以职业教育本身的特点为依据;以学生的个性发展、就业、转岗、再就业以及提高学生的发展潜力为依据。

中国加入 WTO 后,提高农产品的质量和附加值,加强农产品的贮藏保鲜,开发农产品的深加工产业,走农业产业化的道路,是振兴农业的必由之路。职业学院有必要开设果蔬贮藏与加工课程,为果蔬贮藏加工职业岗位培养人才。

本书力求基本理论精练,基本概念准确,基本工艺明确,条理清晰。根据果蔬贮藏加工岗位各环节的技术需求,理论知识以够用为尺度,实践技能以实用为准绳,针对不同地区生源特点,为满足高等职业教育的需要,在介绍果蔬贮藏加工基本知识的基础上,结合农时季节和果蔬贮藏加工的工艺过程,介绍先进、实用的知识和技术,注重知识和技术的综合性及对学生的职业岗位实践技能的培养。

本书每章列有学习目标、教学内容、复习思考、本章小结、技能考核等栏目,有助于培养学生自主学习的能力;书中有许多插图,将果蔬贮藏技术要点及果蔬加工工艺流程以图表的方式展现在学生面前,直观、易懂、生动、形象。

教材的内容尽量补充最近几年既先进又实用的生产实例,缩短教材与生产的差距,同时增加了果蔬贮藏加工的新技术,体现科技发展的动态与前景,引导学生去探索本行业的前沿知识和发展趋势。

本教材实用性、可操作性很强,突出体现了职业教育的特色,注重学生实践技能和自主学习能力的培养。

本教材由赵晨霞主编。编写分工是:赵晨霞编写第三章第四节及实训、第五章第三节及流程图、插图、课程大纲、全书的统稿工作等;李正英编写第五章第一、四、五、六节;王国军编写第二章、第三章第二节部分;钱志伟编写第三章第二节部分、第三节、第五章第七节;刘远编写第四章、第五章第二、八节;张俊萍编写第一章、第三章第一节。

书稿完成后承蒙中国农业大学胡小松教授审阅,并提出宝贵意见,在此深表谢意!

我们水平有限,编写时间短促,错误及不妥之处在所难免,敬请指正。

编 者

2005 年 5 月

目 录

第一章 果蔬贮藏基础知识	1
第一节 果蔬中的主要化学成分及其变化	2
一、构成颜色的物质	2
二、构成香味的物质	3
三、构成风味的物质	3
四、构成质地的物质	5
五、营养物质	6
六、酶	8
第二节 呼吸作用	8
一、呼吸作用的类型	8
二、与果蔬贮藏有关的概念	9
三、呼吸作用对果蔬贮藏的影响	10
第三节 影响果蔬贮藏质量的因素	10
一、内在因素	11
二、采前因素	12
三、贮藏环境因素	13
四、其他因素	19
【实验实训】	21
实验实训 果蔬呼吸强度的测定	21
【复习思考】	23
【本章小结】	23
【技能考核】	24
第二章 果蔬采后商品化处理与运输	25
第一节 采收	26
一、适时采收	26
二、采收方法及技术	28
第二节 采后商品化处理	29
一、品质鉴定	29
二、采后商品化处理	32
第三节 运输	37
一、运输方式及工具	38
二、运输管理技术	40
三、案例	43
【实验实训】	47
实验实训一 果蔬中可溶性固形物含量的测定(折光仪法)	47
实验实训二 果蔬含酸量的测定	48
实验实训三 果蔬硬度的测定	49
实验实训四 果蔬中维生素 C 含量的测定	50
实验实训五 果蔬中果胶含量的测定(重量法)	52
实验实训六 果蔬商品化处理	53
实验实训七 果蔬催熟及脱涩	54
【复习思考】	55
【本章小结】	55
【技能考核】	56
第三章 果蔬贮藏技术	57
第一节 简易贮藏	58
一、堆藏	58
二、沟(埋)藏	59
三、窖藏	62
四、通风库贮藏	65
五、冻藏	68
六、假植贮藏	70
第二节 机械冷藏	71
一、机械冷藏设施	72
二、机械冷藏管理	76
三、案例	79
第三节 气调贮藏	99
一、气调贮藏方法	100
二、气调贮藏设施	102
三、气调贮藏管理	106
四、案例	108
第四节 新技术在贮藏中的应用	121
一、减压贮藏	121
二、辐射贮藏	122
三、保鲜剂处理	122
四、无公害贮藏技术开发	123
【实验实训】	125

实验实训一 果蔬贮藏环境中 O_2 和 CO_2 含量的测定	125	第三节 果蔬速冻	171
实验实训二 常见果蔬贮藏病害识别	127	一、原理	171
实验实训三 参观果蔬贮藏库	129	二、加工工艺	173
【复习思考】	130	三、案例	174
【本章小结】	131	四、速冻产品的质量控制	176
【技能考核】	131	复习思考	176
第四章 果蔬加工前处理	133	第四节 果蔬干制	176
第一节 加工用水处理	133	一、原理	177
一、过滤法	134	二、干制过程中的变化	179
二、软化法	134	三、加工工艺	181
三、除盐法	135	四、脱水蔬菜的质量标准	192
四、消毒法	136	五、案例	193
第二节 加工原料的选用与处理	136	六、常见问题分析与控制	195
一、原料选用	137	复习思考	196
二、原料成熟度、新鲜度与加工	137	第五节 蔬菜腌制	196
三、原料处理	138	一、原理	196
四、半成品保藏	141	二、案例	200
第三节 添加剂与香辛辅料	142	三、常见问题分析与控制	208
一、添加剂分类	142	复习思考	209
二、食品添加剂使用的一般要求	145	第六节 果蔬糖制	209
【复习思考】	145	一、果蔬糖制品的分类	209
【本章小结】	146	二、原理	210
【技能考核】	146	三、案例	215
第五章 果蔬加工技术	147	四、常见问题分析与控制	223
第一节 果蔬罐头	147	复习思考	223
一、原理	148	第七节 果酒与果醋	224
二、罐头容器	148	一、葡萄酒的分类	224
三、加工工艺	149	二、原理	225
四、罐头的质量标准	156	三、果酒与果醋的加工工艺	226
五、案例	157	四、案例	234
六、常见问题分析与控制	160	五、果酒与果醋的质量标准	236
复习思考	162	六、常见问题分析与控制	238
第二节 果蔬汁	162	复习思考	240
一、果蔬汁分类	162	第八节 副产品的综合利用	240
二、加工工艺	163	一、果胶的提取	240
三、案例	165	二、香精油的提取	242
四、果蔬汁的质量标准	170	三、色素的提取	243
五、常见问题分析与控制	170	四、糖苷类物质的提取	245
复习思考	171	复习思考	246
		【实验实训】	247
		实验实训一 苹果罐头的制作	247

实验实训二	柑橘汁的制作	248	【本章小结】	253
实验实训三	苹果干的制作	249	【技能考核】	254
实验实训四	泡菜的制作	250	附录:《果蔬贮藏与加工》教学大纲(参考) ...	255
实验实训五	山楂果酱的制作	251	主要参考文献	259

第一章 果蔬贮藏基础知识



【学习目标】

知识目标:

- 了解果蔬中的主要化学成分及变化
- 了解果蔬采后的生理变化规律及其与果蔬贮藏的关系
- 了解果蔬内在的遗传因素以及生长的自然环境条件、栽培中的农业技术措施等采前因素对贮藏质量的影响

- 掌握环境因素对果蔬贮藏质量的影响及调控措施,并能够应用于实践

能力目标:

- 学会果蔬呼吸强度的测定方法和技能

新鲜的果蔬产品是植物体的一部分或一个器官,在田间生长发育到一定阶段,达到要求后就

需要采收。采收后,脱离了母体,失去了来自母体水分、养分的补充,成为一个独立的、有生命的个体。它对环境有一定的适应性,对致病微生物有一定的抵抗性。果蔬在一定的贮藏期限内能保持其原有质量而不发生明显不良变化的特性称为果蔬耐贮性;果蔬抵抗致病微生物侵害的特性称为果蔬抗病性。这两个特性的发展变化决定于果蔬采后的生命活动规律,即新陈代谢的方式和过程。因此,果蔬的贮藏保鲜技术是建立在果蔬采后生理基础上的应用技术,在维持其正常生命活动的同时,尽量采取一切可能的措施,充分发挥果蔬固有的耐贮性、抗病性,才能延缓果蔬的衰老、高质,达到延长贮藏期的目的。

第一节 果蔬中的主要化学成分及其变化

各种果蔬都具有特殊的颜色、香味、风味、质地和营养,这是由其组织内的化学成分及含量的不同而决定的。这些化学物质是保持人体健康不可缺少的物质,但是在采收后的贮藏过程中会发生量和质的变化,引起果蔬品质的改变,对果蔬的贮藏特性、贮藏寿命产生直接影响。

果蔬中所含的化学成分可分为两大部分,即水分和干物质(图 1-1),干物质的主要成分是碳水化合物,包括糖、淀粉、纤维素和半纤维素、果胶物质等,其次还有色素物质、维生素、矿物质、单宁、含氮物质、挥发性芳香物质等。根据这些化学成分功能的不同,果蔬中的化学物质还可分为构成颜色的物质、构成香味的物质、构成风味的物质、构成质地的物质及营养物质。

一、构成颜色的物质

许多色素物质的存在共同构成果蔬特有的颜色,它们是判断产品成熟度,鉴定产品品质的重要指标。

(一) 叶绿素

果蔬显现绿色是由于叶绿素的存在。在生长发育的果蔬中,叶绿素的合成作用占主导,使未成熟的果蔬显示绿色。而进入成熟及采收之后,叶绿素的合成停止,原有的叶绿素被分解,果蔬中绿色逐渐减退。

叶绿素不溶于水,性质不稳定,在空气中和日光下易被分解而破坏。

(二) 类胡萝卜素

类胡萝卜素主要包括胡萝卜素、番茄红素、叶黄素等,构成果蔬的黄色、红色、橙色或橙红色。类胡萝卜素常与叶绿素并存,成熟过程中叶绿素逐渐分解,类胡萝卜素的颜色显现。在果蔬中杏、黄桃、番茄、胡萝卜成熟后表现的橙黄色都是类胡萝卜素的色素。

类胡萝卜素是一大类脂溶性的色素,对热、酸、碱具有稳定性,但光照和氧气能引起它的分解,使果蔬褪色。

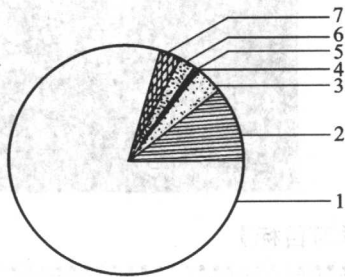
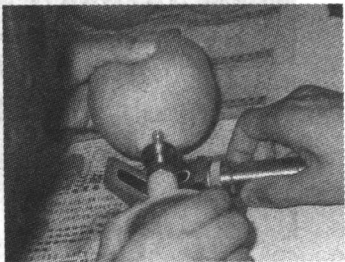


图 1-1 果蔬主要化学成分含量
1. 水分 2. 总糖 3. 果胶 4. 有机酸
5. 含氮物质 6. 纤维素 7. 其他

(三)花青素

花青素是一类非常不稳定的水溶性色素,存在于表皮的细胞液中,在果实成熟时合成,是果蔬红、蓝、紫色的主要来源。如苹果、葡萄、李、草莓、心里美萝卜成熟时显示的颜色。花青素是一种感光色素,充足的光照有利于它的形成,在遮阴处生长的果实色泽的显现就有一定的差距。

想一想:
苹果中都含有哪一种色素?
胡萝卜中都含有哪一种色素?

二、构成香味的物质

果蔬具有的香味来源于果蔬中的芳香物质。果蔬的芳香物质是成分繁多而含量极微的油状挥发性混合物,包括醇、酯、醛、酮、萜类等有机物质,也称精油。不同果蔬的组织中芳香物质的组成及含量不同,使其表现出各自特有的香味(表 1-1)。

表 1-1 果蔬中芳香物质及主要成分

种 类	香 料 名 称	含油种类(种)	主 要 成 分
苹果	苹果油	250	醇、醛、酯
香蕉	香蕉油	170	乙酸、酯、醇类
菠萝	菠萝油	120	己酸、甲酯、乙酯
桃	桃油	70	γ-癸内酯
草莓	草莓油	300	乙醛、醋酸酯、丁酸酯
大蒜	大蒜油	—	顺式-3-己烯-1-醇
番茄	番茄油	—	二硫化二丙烯酯

随着果蔬的成熟,芳香物质逐渐合成,完全成熟时含量最多,香味最浓。芳香物质极易挥发而且具有催熟作用,在贮藏过程中,应及时通风换气。

三、构成风味的物质

果蔬风味各异是由于所含风味物质的种类和含量不同。

(一)甜味物质

糖是果蔬中甜味的主要来源,主要有葡萄糖、果糖和蔗糖。

大多数果蔬中都含有糖,果品含糖量较高,一般为 7.5%~25%,而蔬菜除西瓜、甜瓜、番茄、胡萝卜等含糖量稍高外,大多较低,一般为 5%以下。在不同的种类和品种中含糖量差异很大,而且三种糖的比例也不同(表 1-2)。

果蔬的甜味不仅与含糖的总量有关,还与所含糖的种类相关,同时还受到有机酸、单宁等物质的影响。在评定风味时常用糖酸比值(糖/酸)来表示。

果蔬中的糖是呼吸底物之一,在贮藏过程中易被消耗而逐渐减少。

表 1-2 几种果蔬中糖的种类及含量

果 蔬 种 类	果糖/%	葡萄糖/%	蔗糖/%	总糖/%
苹果(红玉)	5.13	2.39	2.97	10.49
西洋梨	6.92	2.16	0.61	9.69
樱桃	1.7	4.8	0.5	7.7
草莓	1.59	1.35	0.17	3.11
葡萄	6.3~12.0	4.5~13.0	0~1.5	12.5~25.0
甜橙	1.9	1.2	4.2	7.5
番茄	—	—	—	1.5~4.2
甘蓝	—	—	—	1.5~4.5

(二) 酸味物质

果蔬的酸味主要来自有机酸,果蔬中含有多种有机酸,主要有柠檬酸、苹果酸、酒石酸和草酸。

不同的果蔬所含有有机酸种类、数量及其存在形式不同。柠檬酸、苹果酸、酒石酸在水果中含量较高,蔬菜中的含酸量相对较少。柑橘类、番茄类含柠檬酸较多,苹果、梨、桃、杏、樱桃、莴苣等含苹果酸较多,葡萄含酒石酸较多,草酸普遍存在于蔬菜中,果品中含量很少(表 1-3)。

通常幼嫩的果蔬含酸量较高,随着成熟以及贮藏时间的延长,有机酸直接作为呼吸底物会逐渐被消耗而减少,果蔬的含酸量下降,风味变甜、变淡,果蔬品质及耐贮性也降低。

表 1-3 蔬菜叶及茎中的有机酸

蔬 菜 种 类	主要有机酸
菠菜	草酸、苹果酸、柠檬酸
甘蓝	柠檬酸、苹果酸、琥珀酸、草酸
莴苣	苹果酸、柠檬酸、草酸
甜菜叶	草酸、柠檬酸、苹果酸
石刁柏	柠檬酸、苹果酸
笋	草酸、酒石酸、乳酸、柠檬酸、葡萄糖酸

(三) 涩味物质

果蔬的涩味主要来自单宁物质。它是几种多酚类化合物的总称,在果实中普遍存在,在蔬菜中含量很少。一般成熟果中单宁含量在 0.03%~0.1%之间,与糖和酸的比例适当时能表现酸甜爽口的风味;当单宁含量达 0.25%时会感到明显的涩味。

想一想:

哪一种成熟果实中含有单宁物质?

哪一种未成熟的果实中含有单宁?

单宁有水溶性和不溶性两种形式。水溶性单宁具有涩味,在未成熟的果实中这种单宁含量

居多引起果蔬的涩味。原因是味觉细胞的蛋白质遇到单宁后凝固而产生的一种收敛感。随着果蔬的成熟,水溶性单宁的含量下降,涩味减弱,甚至消失。

当果蔬在采后受到机械伤,或贮藏后期果蔬衰老时,单宁物质在多酚氧化酶的作用下发生不同程度的氧化褐变,影响贮藏的质量。因此,在采收前后应尽量避免机械伤,控制衰老,防止褐变,保持品质,延长贮藏寿命。

(四) 鲜味物质

果蔬的鲜味主要来自一些具有鲜味的氨基酸、酰胺和肽等含氮物质。

果蔬中的含氮物质种类很多,主要是蛋白质和氨基酸。蔬菜中含氮物质的含量很丰富,如豆类蛋白质含量为 1.9%~13.6%,果品中含氮物质一般在 0.2%~1.2%之间。

果蔬中含氮物质虽少,但其对果蔬及其制品的风味有着重要的影响,其中以氨基酸中的 L-谷氨酸、L-天冬氨酸、L-谷氨酰胺、L-天冬酰胺最为重要,它们广泛存在于果蔬中,如梨、桃、柿子、葡萄、番茄中。

四、构成质地的物质

果蔬的质地主要体现为脆、绵、硬、软、柔嫩、粗糙、致密、疏松等。在生长发育、成熟、衰老、贮藏的过程中,果蔬的质地会发生很大变化。这种变化既可以作为判断果蔬成熟度、确定采收期的重要依据,又会影响到它的食用品质及贮藏寿命。

比一比：
红肖梨和鸭梨，哪一种梨的石细胞多，质地粗糙？

(一) 水分

水分是果蔬中含量最高的化学成分,果蔬中的含水量很高,一般果品含水量为 70%~90%,蔬菜含水量为 75%~95%,少数蔬菜,如黄瓜、番茄、西瓜的含水量高达 96%,甚至 98%。

水分是影响果蔬的新鲜度、脆度的重要成分,与果蔬的风味也密切相关。含水量高的果蔬细胞膨压大,使果蔬具有饱满挺拔、色泽鲜亮的外观,口感脆嫩的质地。但水是植物完成生命活动过程的必要条件,含水量高的果蔬生理代谢非常旺盛,物质消耗很快,极易衰老败坏;同时,含水量高也给微生物、酶的活动创造了条件,使得果蔬容易腐烂变质。

想一想：
果蔬中水分含量的多少与耐贮性有何关系？

采后的果蔬,随着贮藏时间的延长会发生不同程度的失水,表现疲软、萎蔫,造成新鲜度下降,使商品价值受到影响。进行果蔬贮藏时必须考虑到水分的存在和影响,并加以必要的控制。

(二) 果胶物质

果蔬的种类不同,果胶的含量和性质也不同(表 1-4)。水果中的果胶一般是高甲氧基果胶,蔬菜中的果胶为低甲氧基果胶。

表 1-4 几种果蔬的果胶含量

果 品 类	果胶含量(以干物质计)/%	蔬 菜 类	果胶含量(以干物质计)/%
山楂	6.40	胡萝卜	8.0~10.0
柑橘(白皮层)	1.5~3.00	成熟番茄	2.0~2.9
苹果	1.0~1.91	甜瓜	1.70~5.00

续表

果 品 类	果胶含量(以干物质计)/%	蔬 菜 类	果胶含量(以干物质计)/%
梨	0.50~1.40	甘蓝	5.0~7.5
桃	0.56~1.25	甜菜	3.8
杏	0.50~1.20	南瓜	7.0~17.0
李	0.20~1.50	马铃薯	0.6~2.0
草莓	0.70	芜菁	11.9

果胶物质存在于果蔬细胞的初生壁和中胶层,它的形态、含量的变化,使果蔬具有了不同的质地。在果蔬组织中的果胶物质以原果胶、果胶、果胶酸三种形式存在。原果胶存在于未成熟果蔬细胞壁的中胶层中,不溶于水,常和纤维素、半纤维素结合,使细胞彼此黏结,果实呈脆硬的质地。随着果蔬的成熟,原果胶在酶的作用下,逐渐分解为果胶,果胶溶于水,与纤维素分离,细胞间结合力松弛,使果实质地变软。成熟的果蔬向过熟期变化时,在果胶酶的作用下,果胶转变为果胶酸,失去黏结性,使果蔬呈软烂状态。所以果胶物质从原果胶→果胶→果胶酸的转变,使果蔬的硬度下降,耐贮性降低。

(三) 纤维素和半纤维素

纤维素、半纤维素是植物的骨架物质,细胞壁的主要构成部分,起支持的作用。它们的含量与存在状态决定着细胞壁的弹性和可塑性。果品中纤维素含量为 0.2%~4.1%,半纤维素含量为 0.7%~2.7%,蔬菜中纤维素的含量为 0.3%~2.3%,半纤维素含量为 0.2%~3.1%。

幼嫩果蔬组织的细胞壁中为水合纤维素,食用时口感细嫩,贮藏中随着果蔬组织的老化,纤维素则木质化、角质化,组织变得坚硬粗糙,影响质地,而且食用品质下降。

半纤维素在植物体内有着双重的意义,有类似纤维素的支持功能,类似淀粉的贮存功能。

五、营养物质

果蔬是人体所需维生素、矿物质、膳食纤维的重要来源,有些果蔬中还含有淀粉、糖、蛋白质等维持人体正常生命活动必需的营养物质。

(一) 维生素

维生素是人体维持正常生理机能、不可缺少的一类微量有机物质,果蔬富含多种维生素(表 1-5)。据报道,人体所需维生素 A 的 57%、维生素 C (抗坏血酸)的 98%左右来源于果蔬。

表 1-5 几种果蔬中维生素的含量/100 mg/kg

名称	维生素 A 原 (胡萝卜素)	维生素 B ₁ (硫胺素)	维生素 C (抗坏血酸)	名称	维生素 A 原 (胡萝卜素)	维生素 B ₁ (硫胺素)	维生素 C (抗坏血酸)
苹果	0.08	0.01	5	枣	0.01	0.06	380
杏	1.79	0.02	7	番茄	0.31	0.03	11
山楂	0.82	0.02	89	青椒	1.56	0.04	105
葡萄	0.04	0.04	4	芦笋	0.73	17	21
柑橘	0.55	0.08	30	青豌豆	0.15	0.54	14

1. 维生素 A 原(胡萝卜素) 新鲜果蔬中含有大量的胡萝卜素,如柑橘、枇杷、芒果、柿子、胡萝卜、菠菜、南瓜中含量多。

胡萝卜素本身不具有维生素 A 的生理活性,但胡萝卜素进入人的机体后,在肠壁、肝脏中能转化成维生素 A,因此胡萝卜素又被称为维生素 A 原。维生素 A 在人体中能维持眼睛、口腔、消化道、皮肤等系统黏膜的正常生理功能,防止病菌的感染。人体缺乏维生素 A 会引起夜盲症、眼干病、皮肤干燥等症状。

维生素 A 原不溶于水,能溶于油脂中,在碱性条件下稳定,耐高温,但加热时遇氧则易氧化。贮存时应注意避光,减少与空气接触。

2. 维生素 C (抗坏血酸) 维生素 C 在鲜枣、猕猴桃、山楂、辣椒、甘蓝、西兰花等果蔬中含量多。

维生素 C 能预防坏血病,增强机体的抵抗力,加速伤口愈合,防止毛细血管出血,预防癌症。人体如果缺乏维生素 C,会导致毛细血管脆性增加,牙齿、毛囊及周围出血,严重时可引起坏血病。

维生素 C 易溶于水,是一种不稳定的维生素,随着果蔬生长成熟而增加。在酸性条件下较碱性条件下稳定,在贮藏中容易氧化分解,失去生理活性。所以贮藏时,注意避光,保持低温,低 O₂ 环境,减缓维生素 C 的氧化损失。

3. 维生素 B₁(硫胺素) 维生素 B₁在豆类蔬菜、芦笋、干果类中含量最多。维生素 B₁是维持神经系统正常活动的重要成分之一,人体长期缺乏会患脚气病和肠胃功能障碍。

维生素 B₁ 是水溶性的,在酸性条件下稳定、耐热;在中性和碱性条件下加热易被氧化或还原。贮存应避光,减少环境中的 O₂。

4. 维生素 B₂(核黄素) 维生素 B₂在甘蓝、番茄、豌豆、桂圆、板栗等果蔬中含量较多。维生素 B₂是一种感光物质,存在于视网膜中,是维持眼睛健康的必要成分。

(二) 矿物质

矿物质在果蔬中的分布非常广泛,有钙、磷、铁、硫、镁、钾、碘等,约占果蔬干物质重的 1%~5%,尤其在叶菜中的含量可达 10%~15%(表 1-6)。

果蔬是人体摄取矿物质的重要来源。矿物质是产生和保持人体组织生理功能必不可少的营养物质,是其他食品难以相比的。

表 1-6 果蔬中主要矿物质含量/mg/L

种 类	钠	钾	钙	铁	磷
苹果	20	1 120	70	1.0	60
葡萄	60	1 630	130	8.0	820
杏	30	1 000	90	3.0	130
番茄	1 200	3 100	430	9.0	410
菠菜	700	7 500	800	30.0	1 650

在果蔬中,矿物质影响果蔬的质地及贮藏效果。如钙是植物细胞壁和细胞膜的结构物质,在

保持细胞壁结构、维持细胞膜功能方面有重要意义,可以保护细胞膜结构不易被破坏,能够提高果蔬本身的抗性,预防贮藏期间生理病害的发生。近年来的研究又肯定了钙在延缓果蔬采后的成熟衰老过程中的重要性,研究主要涉及苹果、梨、草莓、葡萄、柑橘、香蕉、芒果等果实。钙、钾含量高时,果实硬,脆度大,果肉致密,贮藏中软化进度慢,耐贮藏。矿物质较稳定,在贮藏中不易损失。

(三) 淀粉

淀粉为多糖类,是人体获取膳食能量的渠道之一。主要存在于未熟果实及根茎类、豆类蔬菜中,如板栗和枣为 16%~40%、马铃薯 14%~25%、藕 12%~19% 等淀粉含量较高,豌豆为 6%,其他果蔬含量较少。

淀粉作为一种贮藏物质,采收后的变化与果蔬的风味有关。在未成熟的果实中含量较多,随着成熟、后熟,在酶的作用下,淀粉可转化为糖,含量逐渐降低,使甜味增加,如香蕉在成熟过程中淀粉由 26% 降至 1%,而糖则由 1% 增至 19.5%。未成熟的苹果含淀粉 12%~16%,成熟后下降为 1%~2%,从而影响果实的风味。

淀粉影响果蔬的耐贮性。以淀粉形态作为贮存物质的种类大都具有休眠的特性,有利于贮藏。

六、酶

酶是由生物的活细胞产生的具有催化能力的蛋白质。它决定着有机体新陈代谢进行的强度和方向,是引起果蔬品质变劣和营养成分损失的重要因素之一。

果蔬中的酶是多种多样的,主要有两大类:一类是氧化酶类,如多酚氧化酶、抗坏血酸氧化酶、过氧化物酶等;另一类是水解酶类,如果胶酶、淀粉酶、蛋白酶等。在果蔬贮藏过程中可以通过控制这些酶的活性,减少化学成分的氧化、水解,达到延长果蔬贮藏寿命,提高果蔬贮藏效果的目的。

第二节 呼吸作用

呼吸作用是植物体具有生命活动的标志。果蔬采收后,脱离了母体,光合作用停止,呼吸作用成为新陈代谢的主导过程。

呼吸作用是果蔬的生活细胞,在一系列酶的参与下,经过许多中间反应环节进行的生物氧化还原过程,把体内复杂的有机物质逐步分解成简单物质,同时释放出能量。

一、呼吸作用的类型

根据贮藏环境中 O_2 含量的不同,果蔬的呼吸作用有两种类型即有氧呼吸和无氧呼吸。

1. 有氧呼吸 有氧呼吸是指果蔬的生活细胞在 O_2 的参与下,将有机物(呼吸底物)彻底分

问一问:

淀粉含量高和含量低的苹果比较,哪一种耐贮藏? 哪一种品质好?

