

果品质量学

概论

邱栋梁 编著



化学工业出版社

果品质量学概论

邱栋梁 编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

果品质量学概论/邱栋梁编著. —北京: 化学工业出版社,
2006. 7

ISBN 7-5025-9081-1

I. 果… II. 邱… III. 水果生产-质量管理 IV. TS255

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 078693 号

果品质量学概论

邱栋梁 编著

责任编辑: 刘兴春

文字编辑: 朱 恺

责任校对: 宋 玮

封面设计: 关 飞

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印装

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 12 $\frac{3}{4}$ 字数 250 千字

2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-9081-1

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

现代经济高速发展,安全问题日趋突出。食品安全与人的关系最为直接,是影响人类生存和发展的重要因素之一,果品安全是食品安全的重要组成部分。我国是世界水果生产第一大国,水果生产作为一项新兴产业,在农业和农村经济发展中的地位已十分重要,在很多地区已成为农村经济的支柱产业。2004年,我国水果总产量为1.5亿吨,但出口量仅占总产量的2.05%。无论国际市场还是国内市场,消费者对鲜果质量要求越来越高,不仅要求果实内在质量好、外观好看,而且要求果品无污染,果品的安全性直接影响到国际贸易。与发达国家相比,在卫生标准和食用安全方面与国际标准有较大差距,将会面临“洋水果”的严重冲击和挑战。如不尽快研究解决果品安全问题,果品出口将会受到限制,“卖果难”现象将会进一步发生,农民增收的步伐、农村经济的发展以及建设新农村等都将受到严重影响。为推进无公害果品、绿色果品、有机果品的生产,提高我国果品质量及其市场竞争力,特编著此书。

尽管目前已出版了一些农产品品质方面的书籍,但对果品优质生产方面的知识介绍不多。本着推广无公害果品、绿色果品、有机果品的生产,提高果品的安全性,提高果品质量和产量,促进果品生产的可持续发展,结合多年来的教学和科研工作,在查阅大量文献资料的基础上,针对目前果品生产的实际情况,从果品质量要素、果品质量标准、果品污染途径及其危害性、提高果品质量的途径、果品质量控制技术;果品质量检验;果品质量认证;果品质量监督及管理;无公害果品、绿色果品、有机果品的生产技术等方面做了较系统的介绍,力求科学性和实用性相结合,旨在抛砖引玉。

本书编写过程中,得到了福建农林大学园艺学院博士生导师刘星辉教授和潘东明教授的鼓励和支持,对书稿进行了审阅,并提供了有益建议,华南农业大学园艺学院博士生导师林顺权教授也提出了宝贵意见,在此深表感谢。感谢福建省“百千万人才工程”基金资助出版。

鉴于本人学识水平有限,书中不足和欠妥之处,敬请读者批评指正,以便今后改进提高。

编著者

2006年4月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 果品质量的涵义及构成要素	1
一、果品质量的涵义	1
二、果品质量的构成要素	1
第二节 果品质量学概述	1
第三节 果品质量的意义	2
一、我国果品质量的现状与分析	2
二、我国提高果品质量的紧迫性	3
第四节 果品质量学研究的内容	4
第二章 果品质量要素	6
第一节 果品的外观品质	6
一、果实的大小	6
二、果实形状	6
三、果实色泽	7
第二节 果品的质地	8
一、细胞间结合力	8
二、细胞壁构成物的机械强度	9
三、细胞大小、形状和紧张度	9
第三节 果品的风味	9
一、甜味	9
二、酸味	10
三、涩味	10
四、苦味	10
五、鲜味	11
第四节 果品的营养	11
一、水分	11
二、碳水化合物	11
三、矿物质	14
四、维生素	20
五、蛋白质	28
六、脂肪	28
七、氨基酸	28
第五节 果品的香气	29
一、酯类物质	29

二、醇类、酮类和醛类物质	30
三、挥发性酚类物质	30
四、萜类	30
第六节 果品包装	30
一、围绕果品品牌建设,实施果品品牌包装	30
二、突出个性化包装设计,提高果品包装档次	31
三、以果品规模经营为先导,引领果品包装上台阶	31
四、适应市场要求,抓好“一大一小”两种包装	31
五、营造绿色包装,体现生态理念	32
六、充分利用资源优势,建议发展高档包装纸箱企业	32
第七节 果品安全性	32
一、农药污染	33
二、化肥污染	33
三、化控技术应用对果品安全性造成的威胁	33
四、重金属污染	34
五、有害微生物的污染	34
六、转基因技术威胁着果品安全	34
第三章 果品质量标准	36
第一节 果品质量标准的含义及分类	36
一、果品质量标准及质量标准化的含义	36
二、标准分类	36
第二节 果品质量标准化	37
一、推行水果标准化生产的主要作用	37
二、水果标准化生产的特点和类型	38

三、当前制约水果标准化生产的主要因素	39	第五节 农药污染	59
四、推行水果标准化生产的主要措施	39	一、农药污染概况	59
第三节 果品质量标准的内容	41	二、农药对果品的污染	60
一、适用范围	41	三、农药对果树的危害	60
二、规范性引用文件	41	四、农药对果园土壤的影响	60
三、术语和定义	42	五、农药对水、大气、人的影响	60
四、要求	42	六、农药对果园昆虫的影响	61
五、检验	43	第六节 化肥污染	61
六、检验原则	45	一、化肥对果园生态环境的影响	61
七、标志	46	二、化肥对果品的污染	61
八、包装、运输和贮存	46	三、主要化肥的污染特点	62
第四节 果品质量的划分	46	第七节 其他类型的污染	63
一、无公害果品、绿色果品和有机果品的定义	46	一、化控物质污染	63
二、无公害果品、绿色果品和有机果品的标准与区别	47	二、有害微生物的污染	64
三、无公害果品、绿色果品和有机果品的产生背景	48	第五章 提高果品质量的途径	65
四、无公害果品、绿色果品和有机果品标准的执行与标志使用	48	第一节 生态条件与果品质量	65
第四章 果品生产污染途径及其危害性	50	一、温度	65
第一节 大气污染	50	二、光照	66
一、二氧化硫对果树的污染	50	三、水分	66
二、氟化物	51	四、风	67
三、氮氧化物	53	五、地势	67
第二节 酸雨对果树的危害	53	六、土壤	68
一、酸雨污染概况	53	第二节 园地的选择	68
二、酸雨对果树的危害	54	一、果品生产基地的大气环境质量	69
三、酸雨危害果树的矫治途径	54	二、果品生产基地的土壤环境质量标准及土壤指标	72
第三节 土壤污染	54	三、果品生产基地的灌溉水质标准和生产水质标准	73
一、重金属污染	54	四、果品生产基地的调查与评价	73
二、土壤中的有机污染物	58	第三节 合理施肥和使用农药	74
第四节 水质污染	58	一、合理施肥	74
一、水质污染概况	58	二、合理使用农药	80
二、水质污染物对植物的危害特点	59	第四节 果园病虫害的综合防治	86
三、不同类型水污染物对植物的危害	59	一、植物检疫	86
		二、农业综合防治	86
		三、生物防治	87
		四、化学防治	88
		五、物理防治	89
		第五节 果实管理	89
		一、增大果实，端正果形	89

二、改善果实色泽	91	三、理化检验法	116
三、改善果面光洁度	94	第二节 检验内容	116
第六章 果品采后商品化处理技术		一、产地环境的检测与监测	116
及其质量控制	96	二、转基因成分的检测	116
第一节 采后商品化处理技术	96	三、果品品质的检测	117
一、采后商品化处理技术	96	第三节 果品验收	119
二、采后商品化处理的		第八章 果品质量认证	121
必要性	96	第一节 概述	121
三、我国开展果品采后商品化		一、国内果品质量认证	121
处理和冷链流通的可行性	97	二、国外先进国家的果品安全	
第二节 果品的采收	97	质量标准与认证制度	122
一、果品采收	97	三、建议	123
二、果品的分级	99	第二节 无公害果品的认证	124
第三节 果品的预冷	100	第三节 绿色果品认证	126
一、预冷的作用	100	一、绿色果品申请认证	126
二、预冷方法及设施	101	二、绿色果品认证程序	126
第四节 果品的包装	102	三、申报材料清单	129
一、果品对包装的要求	102	四、材料填报规范	129
二、包装的整体处理	103	五、文审要点及评判标准	132
三、包装容器	105	第四节 有机果品认证	136
四、包装方法与要求	105	一、有机果品认证程序	136
五、果品包装存在的问题	106	二、保持认证程序	138
六、果品包装的发展趋势	106	第九章 果品质量监督及管理	140
第五节 果品的其他采后处理	107	一、果品质量安全监督及管理	140
一、愈伤	107	二、果品质量监督管理机制	140
二、催熟	107	三、监督体系和监督制度	141
三、脱涩	107	四、机制运行	142
四、涂膜或打蜡	108	五、配套措施	142
第六节 果品的运输	108	第十章 无公害果品、绿色果品和	
一、果品的特性	108	有机果品的生产技术	145
二、果品运输的基本要求	108	第一节 无公害果品生产技术	145
三、影响果品运输质量的		一、高标准建园	145
因素	109	二、土肥水管理	146
四、运输工具	111	三、整形修剪	147
五、各种运输方式的经济评价	113	四、花果管理	148
第七节 控制采后及流通环节的		五、植物生长调节剂应用	149
二次污染	113	六、病虫害防治	149
第七章 果品质量检验	115	七、果实采收	150
第一节 果品质量检验方法	115	第二节 绿色果品生产技术	150
一、采样方法	115	一、绿色果品的栽培方式	150
二、感官检验法	115		

二、绿色果品的栽培技术要点	151
第三节 有机果品的生产技术	153
一、有机果品生产的基本要求	153
二、有机果品生产环境要求	153
三、有机果品生产栽培技术	153
四、有机肥料的解决途径	156
附录	158

附录 1 无公害柑橘生产的病虫害防治	158
附录 2 龙眼生产操作规程	165
附录 3 荔枝生产操作规程	173
附录 4 香蕉生产操作规程	177
附录 5 芒果生产操作规程	184
参考文献	193

第一章 绪 论

第一节 果品质量的涵义及构成要素

一、果品质量的涵义

果品质量指果品满足消费者的程度，是用来区分果品性质和等级、表示优劣程度以及衡量其作为人类食品的商品价值特性的总称。

果品质量常涉及食用质量、营养价值、安全性、运输质量、销售质量以及内在和外观品质等。对上述具体质量的要求和关心程度往往因人而异。例如，栽培者们不仅关心果品的外观品质，而且注重品种的高产、抗病性、易于采收和运输等特性。果品收购者和销售商最关心的是果品的外观品质、质地和耐藏性，而消费者则考虑果品的外观、口感、风味、营养价值及安全性。果品质量最终应由市场来判断。

商品学中的果实品质与果树学中的品质并不完全一致。通常果树学中的品质属于自然科学的范畴，强调内在品质，而市场接受的果实品质还要与外观、经济和知名度（如著名产区或品牌）相联系。

二、果品质量的构成要素

果品质量可以概括为三方面，即性状因子、性能因子和嗜好因子。性状因子是指果品的外观和质地，例如产品的大小、色泽、形状和群体的整齐度等是外观特性；而产品的硬度、脆度、致密性、韧性、弹性、纤维、汁液多少、黏稠度、粉质感等是质地特性。性能因子是指与食用或观赏目的有关的特性，包括产品的风味、营养价值、芳香气味等，如水果含有维生素、矿物质、蛋白质、氨基酸、碳水化合物等。嗜好因子是指人们的偏好因素，它因消费集团乃至个人偏好而有所差异。例如俄罗斯人喜欢吃酸味较浓的水果，亚洲人喜欢吃较甜的水果；又如中国浙江的消费者喜欢酸甜适口的水蜜桃，而在西北地区却用“离核甜桃”招揽生意。

作为商品并不是质量最好的果品销售量最大、营利最丰，购销双方都要根据本身情况考虑质量和价格的比值，以便确定最佳销售点。为此，将果品质量分为最佳质量和经济质量。此外，商品中还有硬质量和软质量之分。前者主要指营养和贮藏性，后者指如何迎合购买者的心理要求。

第二节 果品质量学概述

果品是市场学的概念，是具有或潜在具有商品属性的果实及其相关产品；果实则是自然科学的概念；园艺学上的果实指由子房或子房与花托、花萼、花柄等部分共同发育成的可供食用的肉质果实以及胚珠发育成的种子。果实是果树栽培

的主要产品。

质量和品质两个词没有太大的差别, GB/T 6583 和 ISO 8402 所描述的品质就是质量, 英文均为 quality。根据语言环境决定使用“质量”或“品质”。

质量的最新定义即“一组固有的特性满足要求的能力”, 可理解为: 产品、体系或过程的一组固有特性, 满足顾客和其他相关方明示的、通常隐含的或必须履行的需求和期望的能力大小。正因为质量特性是固有的特性, 决定了质量特性的度量性和可比性, 质量才可以使用形容词(如差、好和优秀)来修饰。由此可以把质量的本质特征概括为: 质量的载体(产品、体系或过程)具有广泛性, 质量满足需要或要求的目的具有确定性, 需要或要求的主体(顾客、社会和相关方)具有社会性, 需要或要求的内涵具有广泛性、多元性, 因为需要或要求的发展变化是没有止境的, 所以满足需要或要求的质量也具有运动发展的永恒性, 质量特性不仅具有总性和综合性, 而且具有度量性和相对性。

以质量(品质)规律为基本原理可建立起“质量学”。质量学是研究质量(品质)规律及其应用的学科。质量学包括了管理学的内容。果品质量的形成是一项系统工程, 不仅需要自然科学(果树学、土壤学、植物学等)的技术, 而且需要社会的监督、法律的保障等。所以, 果品质量学包括果品品质、果品安全和果品质量的监督三个部分。由于果品质量领域研究正处于开始阶段, 还未成熟, 目前只在一部分范围内建立了一些初级的理论, 尚未形成果品质量学的理论体系, 所以本书定名为《果品质量学概论》, 旨在抛砖引玉。

第三节 果品质量的意义

我国是世界水果生产第一大国, 但果品质量差, 高档果品太少, 优质果比例太低, 这些因素已成为制约果品增效、果农增收的严重问题, 我们必须充分认识到其严重性, 积极应对。

一、我国果品质量的现状与分析

改革开放以来, 我国果品质量有了很大提高, 如苹果, 良种比例已达 75% 以上, 优质果比例已超过 1/3, 柑橘良种比例已达 40%, 优质果比例已达 35%, 由于质量提高, 果品出口量也在逐年增加, 苹果年出口已达 280kt, 果品总出口量达 960kt, 较以往有了较大的提高。但是, 我国水果生产大多处于粗放管理、科技含量低、果农素质差阶段, 2001 年全国无病毒良种苗木不到 2%, 良种繁育体系十分薄弱; 投产园 30% 以上的果园生产劣质果, 水果总量的优质果率不到 30%; 2001 年按结果面积, 全国水果平均每公顷单产只有 7002kg, 不足世界平均水平的 48%。我国柑橘种植面积居世界第一, 而产量仅为巴西和美国产量的 52% 和 64.8%, 而且许多地区柑橘出现品种退化问题。果品外观和内在质量比较差, 影响了潜在市场竞争力的发挥。水果生产仍未摆脱“重栽轻管、重产量轻质量、重采前轻采后、重直销轻加工”的被动局面。过程管理中盲目密植, 片面施肥, 单纯使用化学农药防治病虫害等, 以至于许多果园产量虽相对较高, 而质

量却较差，出口率极低，用于加工的数量很少。许多果品尤其大宗果之中低档果出现了地区性、季节性、结构性过剩，导致了严重的价格下滑，连续几年出现了卖果难的现象。

目前，我国大多数果品总体质量不高，果品质量不佳主要表现为果实小（低于标准）、果形不正（偏斜）、大小不均匀、形状不整齐、果形指数低（太扁）、果面不光洁（污渍、锈斑）、病斑多、果面色泽不好、着色不均匀、着色不良、色泽不艳；果肉硬度小、挤压碰伤严重、含糖量不足、肉质发面、味淡、偏酸、香气不足等；不耐贮运、污染严重，加之采后处理（分级、洗果、涂蜡、包装等）跟不上，致使商品质量下降。优质果产量不到总产量的30%，达到出口标准的高档果不足总产量的5%，而其他主要水果出口国的优质果比例可高达70%，可供出口的高档果占总产量的50%左右。造成我国鲜果质量普遍不好的主要原因是：有些品种因栽植在不适宜地区，使其果实不具有该品种所特有的风味，即使栽植在适宜地区也由于长期大量施用氮肥，或由于干旱缺水使其果实风味淡化。缺乏优良品种，良种缺乏（或不用）与之配套的良好方法；管理水平较高的果园本来有条件生产优质果品，但一味追求高产，超越本来所能达到的负载量等；普遍早采，如红富士苹果，有的果园在正常成熟前15~30天左右就采收上市；芒果提前采收、后熟或人工催熟上市。由于果农素质低、栽培技术落后、防治病虫害以农药为主，不仅果实外观质量差，还经常由于农药使用剂量、时间、次数不当，不但防治病虫害效果差，造成人力物力浪费，还使果实农药残留超标。所有这些都使我国鲜果较难进入国际市场，更难进入发达国家市场。

二、我国提高果品质量的紧迫性

1. 市场形势所逼

无论国际市场还是国内市场，消费者对鲜果质量要求越来越高，不仅要求果实内在质量好、外观好看，而且要求果实无污染，这使得优质高档水果不仅销路好、经济效益高，国际竞争力也强。提高果品质量是大势所趋，人心所向。我国正处于商品经济时代，一切产品要经市场这一“法官”明断。优质优价、优胜劣汰是市场的无情法则，提高果品质量刻不容缓。国外市场要求果品外观精美，果形端正，果实表面光洁，个头较大、整齐；着色品种上色均匀；果品内在品质佳，具果实固有风味、糖酸比适中，属无公害果品，无检疫对象，须进行采后商品化处理。欧美市场对果品质量要求更严格，不能带有活生物体，且按其提出的方案定园生产；国内市场对果品质量的要求也在逐年提高，大中城市的果品超市及高档宾馆、饭店对果品质量的要求与出口果品基本相同，特别是一些名特果品、反季节果品、时令果品备受消费者欢迎。

2. 产量形势所迫

近年来，由于果树面积的迅速扩大，果品产量猛增，人均占有量较改革开放

初期提高近 5 倍。果品已由“产量时代”跨入了“质量时代”，需求优质果品、保健果品已是时代的潮流。普通的劣质果进不了高级市场，在提高产量的同时，决不放松提高果品质量。

3. 产量大国要求

果品质量低下与总产量世界第一的大国地位极不相称。贸易量不足世界的 2%，而进口则高达 28%，且售价较国产果品高出数倍。必须奋起直追，以质量求生存，以质量求效益，以质量求发展。

4. 生活提高所求

随着人们生活水平迅速提高，食物构成的改变，对果品的数量、质量、安全性、营养性有了更高的要求。绿色的无公害果品深受广大消费者的宠爱。

5. 结构调整势在必行

我国果品生产结构不合理，果树方面结构调整不仅要从树种、品种、区域、规划布局上，更要从质量结构上进行调整、优化与提高，只有果品质量上档次，才能扭转价格下滑的被动局面，振兴果树产业。

6. 入世后的冲击

我国已加入世界贸易组织（WTO），果品同样面临着全球经济一体化的格局，面临着“洋水果”大量进口的冲击，我国的果品只有质优并且成本低廉，才能与之抗衡。面对如此严峻的形势，既要保住与扩大国内市场，更要努力冲出国门，在世界果品市场上占有一席之地。只有靠过硬的质量，靠与国际标准接轨，靠独特的果树资源和名牌优质产品，才能在国际市场上立于不败之地。

第四节 果品质量学研究的内容

果品质量学不仅研究果实品质的形成及影响因素，而且包括质量的系统控制。

质量规律是质量效果方面的规律性，是自发的社会规律。它不以个人的意识为转移，而与人类的整体意识有关，它会因大家维护而增强功能，也会因不断遭到人为破坏而减弱功能。质量、工商、卫生监督部门和其他维护社会秩序的部门，干的就是人为保优惩劣的工作。他们的工作效果必须汇集到了社会自发地配置资源的总效果之中去，起到了维护和建构质量规律的作用（其中，执法职能是建构质量规律而服务职能以净化质量的方式维护质量规律）。广义地说，执法部门执法就是推行质量规律。企业或其他生产组织中的质量管理者的工作属于顺应质量规律的范畴。

质量形成规律和质量效果规律共同组成完整的质量规律。质量不仅仅只讲结果，而且要讲过程。质量要求系统最优，整体最优，而不是某个局部最优。应适用于产品的质量规律：质量是由生产力水平和人们的需要决定的，质量是以优质

优价、优质畅销、名牌价高、名牌畅销的方式影响商品交换和服务实施的。质量规律的形式为质量及质量信息、供需平衡、性能价格比三者之间有规律地相互影响。

因此，果品质量学的研究内容包括果品质量要素、果品质量标准、果品污染途径及其危害性、果品质量控制技术、果品质量检验、果品质量监督等。

第二章 果品质量要素

第一节 果品的外观品质

果品的外观品质主要由果实的大小、形状和色泽三个部分组成。

一、果实的大小

果实的大小常用单果重量或单果体积表示。众所周知，果实的大小因其种类和品种而异。果实的大小主要是由于构成它的细胞数量、细胞体积（大小）、细胞密度和果实内的细胞间隙的不同所引起的。果实在收获时的细胞数目是果实在其形成过程中进行细胞分裂的结果；而细胞以后增大的程度（细胞体积）则决定着细胞最后达到的大小；细胞的密度是由细胞在增大过程中有机贮藏物和水分的相对增加量决定的；细胞间隙则与果实成熟时细胞离散程度有关。一个果实在成熟时的大小和重量同时决定于这四个组成要素。而这些组成要素的变化，除与果树本身的遗传特性有关外，也受许多内外因子的影响。

二、果实形状

成熟的果实形状因果实的种类和品种而异。质量好的果实应该具有该品种的典型形状特征。

果实和植物体或其他器官一样常呈一定的形状。果实内常有一个中轴，沿着此轴有一形态上或生理上的梯度变化，其两端便成为两极。植物体或其器官的这个具有轴性和两极的特性，便称为极性。果实若纵向生长比横向生长大，成长果实呈长圆球形，如枣和菠萝；若果实的横向生长比纵向生长大，使果实呈扁圆形。

果实的形状可用纵横径（ L/D ）表示。一般地说，幼果总是相对的长一些，也就是说 L/D 大一些；随着果实的生长， L/D 逐渐下降，最后达到恒定的数值。果实的形状常受各种内外因子影响而变化。如元帅苹果在日间温暖而夜间冷凉的气候条件下生长的果实，比在日间酷热而夜间温暖的条件下生长的果实尖长些；也发现元帅苹果果形（ L/D ）与整个生长期中 5°C 以上的热单位呈负相关。

果实的形状也与果树本身的条件有关。如苹果根系发达，重疏果，或在花簇中部的果实比较长些；用赤霉素或细胞分裂素喷施过的果实也比较长些。在收获时重量相同的果实，虽然形状不同，其细胞数目仍是相同的，但细胞形状不同；长形果实的皮层细胞为等径的，而扁球形果实的细胞则为椭圆形，其主轴与果实纵轴垂直。

在果实生长过程中，常由于内外因子（如水分、有机及无机营养）的供应，种子的发育以及病、虫、化学物质、高低温等的影响，以至于局部组织生长受到

抑制或停止，便形成畸形的果实。

三、果实色泽

色泽是光的特性。在可见光中（约 380~760nm），从蓝色到红色有不同的光反射率。决定果实色泽的因素主要是各种色素的含量。果实中的色素按溶解性分为脂溶性的叶绿素、类胡萝卜素和水溶性的花青素、黄酮类色素等，现介绍如下。

1. 叶绿素

叶绿素（chlorophyll）是形成绿色的色素，由吡咯组成的化合物，分为叶绿素 a 和叶绿素 b 两种，前者呈蓝绿色，后者呈黄绿色，两者以 3:1 的比例存在于果蔬中。未成熟的果实中含有较多的叶绿素，但当果实成熟时，随着叶绿素受到水解酶的分解逐渐消失，而同时使原来共存于叶绿体中的类胡萝卜素呈现出红色或黄色，使果实具有美丽的色泽。叶绿素在酸性介质中，如用稀盐酸、草酸处理，叶绿素四吡咯环中间的镁离子即被氢离子取代成脱镁叶绿素而呈褐色；在碱性介质中，常温下叶绿素较稳定，但加热则分解成叶绿醇、甲醇和水溶性的叶绿酸，在强碱性下，叶绿酸还可以生成钠、钾盐，但亦呈绿色，且更为稳定。

2. 类胡萝卜素

类胡萝卜素（carotenoid）是所有光合生物基本组分，贮存在生物体的脂相中，决定果实和花产生黄色、橙色或红色的主要色素（Giuliano, et al, 1993）。通常是指 C₄₀ 的碳氢化合物（胡萝卜素）和它们的氧化衍生物（叶黄素）两大类色素的总称。叶黄素与胡萝卜素、叶绿素混合存在于果蔬的绿色部分，只有在叶绿素分解后，才能表现出黄色。它们在结构上由 8 个类异戊二烯单位浓缩而成，典型的 C₄₀ 类胡萝卜素携带紫罗酮环，在环上不同位置的氢原子可被氧基、羟基、环氧基代替；类胡萝卜素分子中最重要的部分是决定颜色和生物功能的共轭双键系统。在植物中，类胡萝卜素充当叶绿体光合作用的辅助色素和保护叶绿素免受强光破坏（Bartley, et al, 1994）。同时也是合成植物激素 ABA 的前体（Rock, et al, 1991）。除八氢番茄红素、六氢番茄红素等几种类胡萝卜素无色外，绝大多数类胡萝卜素呈黄色、橙色或红色（Cunningham, 1998）。

3. 花青素

花青素（anthocyanin）的种类很多，常以花青素苷的形式存在，是使果实呈现红色、紫红色、紫蓝色、蓝色等颜色的色素，主要存在于果皮或果肉细胞中。花青素的色彩依其上的羟基取代数而加深，在间位碳的羟基为甲氧基时，则红色加深。花青素性质极不稳定，随着溶液的 pH 值的变化而不断地改变颜色：酸性时呈红色，碱性时呈蓝色，中性时呈紫色。

花青素能被亚硫酸及其盐类褪色，这是因为它可与亚硫酸生成无色的色烯-2-磺酸，但此反应可逆，一旦加热脱硫又可复色。影响花青素的环境因素还包括氧气、光线（特别是紫外光）、高温及抗坏血酸含量。氧气和紫外光可使大部分

花青素种类发生分解并沉淀，大部分浆果类果汁会发生这种现象。花青素在高温和其他果实成分如糖醛和羟甲基糖醛及其他褐变产物存在下，会发生偶合降解，作为共聚体进入褐变反应的聚合物中，只有 pH 值极低时，此种降解才不多。降解虽导致色素含量下降，但对色泽的影响不大，因为生成了色泽较深的褐变产物。花青素与金属离子反应生成盐类，大多数为灰紫色，与锡、铁、铜等离子反应生成蓝色或紫色，所以含花青素的水果加品应采用涂料罐装，加工器具宜用铝或不锈钢制成。

4. 类黄酮

类黄酮 (flavonoid) 又称黄酮类化合物或花黄素，是一类结构与花色素类似的化合物。这类色素是水溶性的黄色色素，与葡萄糖、鼠李糖、半乳糖、木糖、云香糖等结合成配糖苷类形式而存在。这类色素主要有黄酮、黄酮醇、黄烷酮和黄烷酮醇。这类色素主要分布于柑橘、苹果的果实中。

黄酮化合物包括 (+)儿茶酸 (catechin) 和 (-)表儿茶酸 (epicatechin)，此外还有 (+)没食子儿茶酸 (gallocatechin)、(-)表没食子儿茶酸 (epigallocatechin)。这些化合物在果皮内含量比在果肉内含量多。黄酮化合物在果实内不形成糖苷，亦不呈酯化或甲基化，但葡萄是例外，在其中发现含有 3-没食子酰表儿茶酸。上述化合物除以单体存在外，也呈缩合态存在，如在苹果及其他一些果实内以二聚体存在，它们在用稀酸处理时生成花青 (cyaniding)。也发现有更高级的缩合物存在，而且随果实成长，缩合程度也增高。这些缩合物也是果皮内含量较果肉高。

黄酮醇包括槲非醇 (kaempferol, 4',5,7-三羟黄烷酮)、槲皮酮 (quercetin)。

柑橘的黄烷酮包括柚苷配基 (naringenin, 4',5',7-三羟黄烷酮)、异樱花亭 (isosakuranetin)、圣草酚 (eriodictyol)、橘皮素 (hesperetin) 等。它们并不以游离的苷配基存在，而是以其 C-7 上的羟基与糖形成糖苷。

第二节 果品的质地

对肉质型果品，质地的评价用语为：脆、绵；硬、软；细嫩、粗糙；致密、疏松等。质地的变化反映了成熟度和品质的变化。果品质地主要取决于以下三个方面。

一、细胞间结合力

细胞间结合力与果胶物质的质量和数量有密切关系，果胶物质是一类成分比较复杂的多糖，有三种类型。

1. 原果胶

原果胶是由可溶性果胶与纤维素缩合而成的高分子化合物，不溶于水，大量存在于未成熟的果实中，起黏合剂的作用，能使果实质地有较大的强度和致

密度。

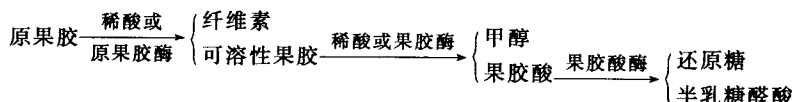
2. 可溶性果胶

由半乳糖醛酸甲酯和半乳糖醛酸组成的长链高分子化合物，能溶于水。

3. 果胶酸

由半乳糖醛酸组成的长链高分子化合物，因含有游离羧基，能与 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 生成果胶酸钙、果胶酸镁沉淀，依此可用于测定果胶含量。

在稀酸或酶的作用下，原果胶可逐步降解为可溶性果胶和果胶酸，并进一步变成小分子的糖，导致果实软化。果胶水解过程如下：



二、细胞壁构成物的机械强度

细胞壁由蛋白质、脂质、木质素、纤维素、果胶等物质组成。其中果胶质在细胞壁中含量较多，尤以原果胶为甚，填充于由纤维素组成的网状结构中，对维持细胞壁的结构和机械强度关系很大。纤维素是细胞壁中最主要的成分，构成细胞壁的支架。因此，质地的坚硬与松软，粗糙与细嫩，与纤维素的含量尤其是纤维素酶的性质有很大的关系。

三、细胞大小、形状和紧张度

研究表明，细胞壁的机械强度及细胞间结合力是以韧性和硬度来表示；脆则与细胞紧张度关系最大。细胞的大小和形状也是影响质地因素。细胞间隙小，多呈多面体形状；而粗糙的、海绵状组织中，细胞大，细胞间隙也大，多呈球形或椭圆形。

第三节 果品的风味

果实的风味取决于呈味物质的种类、数量和比例，这些物质还关系到营养价值、耐贮性和加工特性。风味的分类在世界各国并不一致，我国习惯上分为甜、酸、苦、辣、咸、涩、鲜七种。除咸味、辣味外，其余五种风味都与果品有关。

一、甜味

甜味是令人愉快的味，果实中的甜味物质主要是糖及其衍生物——糖醇。此外，一些氨基酸、胺类等非糖物质也具有甜味，但不是果品中重要的甜味来源。糖分是果品中可溶性固形物的主要成分，是人体获得热量的来源之一，也是贮藏加工所要求的质量指标。与果品甜味关系密切的一些单糖、双糖及糖醇，有的多糖类物质在果品中经水解可产生单糖或双糖。果品的种类和品种不同，其糖分组成有差异，在果实发育过程中，糖分的种类、含量和比例也有很大的变化。如成熟的苹果和梨以含果糖为主，其次是葡萄糖、蔗糖和山梨醇；成熟的葡萄、柿子