




全国高等农林院校“十二五”规划教材

# 园艺产品 品质分析

叶志彪 主编

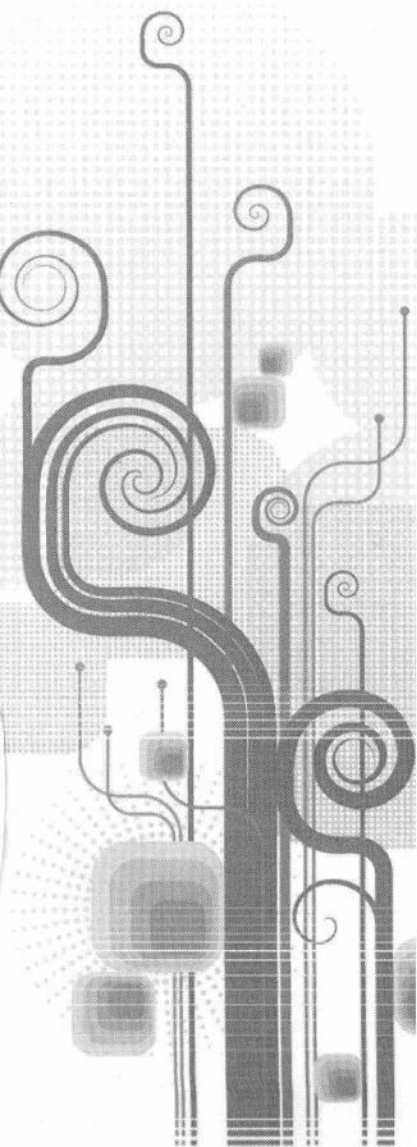


 中国农业出版社

全国高等农林院校“十二五”规划教材

# 园艺产品品质分析

叶志彪 主编



## 图书在版编目 (CIP) 数据

园艺产品品质分析 / 叶志彪主编. —北京: 中国农业出版社, 2011. 8

全国高等农林院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-109-15715-6

I. ①园… II. ①叶… III. ①园艺作物-农产品-质量检验-高等学校-教材 IV. ①F326.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 103011 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

策划编辑 戴碧霞

文字编辑 田彬彬

---

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2011 年 7 月第 1 版 2011 年 7 月北京第 1 次印刷

---

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 14.75

字数: 348 千字

定价: 25.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

## 内 容 提 要

本教材主要包括7部分内容,即园艺产品品质基础、园艺产品安全、园艺产品质量管理和标准化、园艺产品品质的形成和保持、园艺产品品质的感官分析方法、园艺产品品质生化分析和检测,以及17个常用的品质指标分析实验。

本教材主要作为高等院校园艺类专业本科教材使用,也可作为从事园艺生产、园艺产品品质与分析研究相关人员的参考用书。

**主 编** 叶志彪

**副主编** 马锋旺 李汉霞

**编 者** (按姓名笔画排序)

马锋旺 (西北农林科技大学)

卢永恩 (华中农业大学)

叶志彪 (华中农业大学)

李汉霞 (华中农业大学)

吴 震 (南京农业大学)

汪李平 (华中农业大学)

张余洋 (华中农业大学)

张潞生 (中国农业大学)

曾国平 (华南农业大学)

**审 稿** 李合生 (华中农业大学)



# 前 言

改革开放以来，我国园艺产业发展迅速，目前我国已经成为全世界最大的园艺产品生产国、消费国和国际贸易大国，这与我国长期以来对产量研究的重视密切相关。高等校园艺类专业的教学安排也与此相适应，偏重于讲述增加产量以及与之相辅的抗病虫、抗逆等相关研究内容。随着社会的发展，人们生活水平的提高，园艺产品品质越来越受到人们的重视，当今园艺产品品质低下已经成为限制我国园艺产品出口创汇的主要瓶颈。近年来，在国家重大科研项目的支持下，与园艺产品品质相关的研究越来越多，研究队伍不断壮大，并取得了一定的研究成果。国际上关于园艺产品品质的研究、分析技术和管理方式也获得了飞速发展。与此相对应，高等校园艺类专业的教学中，关于园艺产品品质分析的课程也逐步被推出，地位也越来越重要。目前，该课程已经成为多数高等校园艺专业的专业选修课，选修的人数也越来越多。然而，与园艺产品品质分析课程相关的教材却不多，且有的教材已经出版多年，一些内容过时，也未能反映近年来园艺产品品质分析方面突飞猛进的科研进展，已经不能满足高等院校的教学需求。本教材就是顺应这一需求而推出的。

本教材由多年从事园艺产品品质分析研究与教学的专家编写。绪论由叶志彪编写，第一章由吴震编写，第二章由李汉霞编写，第三章由汪李平和叶志彪编写，第四章由马锋旺和叶志彪编写，第五章由曾国平和张余洋编写，第六章由张潞生编写，第七章由卢永恩编写。全书由叶志彪定稿。李合生教授进行了精心的审阅和修改，在此表示衷心的感谢！

本教材编写过程中，参考了华中农业大学和西北农林科技大学等多所高校的人才培养方案，融合了诸位编者多年从事本领域教学与科研的成果，同时也查阅了众多国内外相关书籍和文献资料。由于园艺产品品质分析为一门交叉学科，涉及内容广泛，且编者的经验和水平有限，编写时间较仓促，书中难免存在各种问题和纰漏，请读者批评、指正，以备再版时进行修正。

编 者  
2011年3月



# 目 录

## 前言

绪论	1
一、园艺产品在农业生产中的地位	1
二、园艺产品的产量和品质	1
三、园艺产品品质研究的回顾与发展动态	2
四、园艺产品品质分析的研究内容和任务	6
复习思考题	6
第一章 园艺产品品质基础	7
第一节 园艺产品品质的定义和构成	7
一、园艺产品品质的定义	7
二、园艺产品品质的构成	8
第二节 园艺产品的感官属性	9
一、园艺产品的大小和形状	9
二、园艺产品的色泽	10
三、园艺产品的风味属性	13
第三节 园艺产品的生化属性	16
一、园艺产品的营养特性	16
二、园艺产品的保健特性	27
第四节 园艺产品成分表的利用	29
复习思考题	37
第二章 园艺产品安全	38
第一节 影响园艺产品安全的主要因素	38
一、大气污染	38
二、水源污染	40
三、土壤污染	40
四、农药与化肥的不正确使用	42
第二节 果蔬中有害物质残留规律	46
一、果蔬中农药的残留规律	46
二、蔬菜中硝酸盐的残留规律	49
三、果蔬中重金属的残留规律	52
第三节 园艺产品中的天然有毒物质	53
一、有毒蛋白及氨基酸	53



二、毒苷	55
三、毒有机酸	57
四、血管及神经有毒活性物质	57
第四节 园艺产品加工及食品添加剂	58
一、防腐剂	58
二、食用色素	60
三、香精香料	61
四、调味剂	61
五、其他添加剂	62
第五节 转基因食品的安全性评价	63
一、转基因食品概述	63
二、转基因生物的安全性	63
三、农业转基因生物的安全管理	69
复习思考题	72
<b>第三章 园艺产品质量管理和标准化</b>	<b>73</b>
第一节 园艺产品质量标准化相关概念	73
一、标准	73
二、标准化	74
三、农业标准化	74
第二节 园艺产品质量管理体系	74
一、质量安全管理体制	75
二、质量安全管理体制	76
三、质量安全管理控制系统	77
四、国际园艺产品安全标准体系	79
第三节 园艺产品品质标准化的国际和国家标准实例	80
一、有机农业的国际标准	80
二、日本的“肯定列表制度”	81
三、美国进口园艺产品的有关规定	82
四、国内外柑橘农药残留标准比较	83
第四节 绿色园艺产品的品质标准	87
一、绿色食品的特征	87
二、绿色食品的认证申报	87
三、绿色食品的标志管理	89
四、绿色食品标准体系	90
第五节 有机园艺产品的品质标准	91
一、有机食品认证程序	91
二、国外有机食品的标准和法规	92
三、我国有机农业的标准	94
复习思考题	101
<b>第四章 园艺产品品质的形成和保持</b>	<b>102</b>
第一节 遗传因子与园艺产品品质	102







一、主要品质性状的遗传特点	102
二、主要品质性状间的遗传相关性	107
三、园艺产品品质的遗传改良	108
第二节 采前生长条件对园艺产品品质的影响	111
一、生态环境条件	111
二、栽培管理条件	115
第三节 园艺产品采后处理与品质保持	118
一、园艺产品采后生理与品质的变化	118
二、采后商品化处理与品质的保持	120
三、贮藏运输条件与品质的保持	123
第四节 产品加工对园艺产品品质的影响	124
一、加工对园艺产品品质的要求	124
二、加工前处理对园艺产品品质的影响	124
三、加工过程对园艺产品品质的影响	125
复习思考题	128
第五章 园艺产品品质的感官分析方法	129
第一节 感官分析的一般介绍	129
一、感官分析的重要性	129
二、感官分析的应用	129
第二节 感官分析的要素	130
一、感官检验评尝员	130
二、感官检验的环境条件	132
三、感官检验的程序及误差克服	133
第三节 感官检验的主要方法	134
一、二点试验法	134
二、三点试验法	137
三、二点—三点试验法	139
四、顺序试验法	140
五、评分法	144
第四节 园艺产品感官品质分析近况	145
第五节 果实类园艺产品的感官品质分析	146
一、果实类园艺产品感官品质的内涵	146
二、主要果实类园艺产品感官品质鉴定	146
第六节 叶菜类产品的感官品质分析	150
一、叶菜类产品感官品质的内涵	150
二、主要叶菜类产品感官品质鉴定	151
第七节 根菜类产品的感官品质分析	152
一、根菜类产品感官品质的内涵	152
二、主要根菜类产品感官品质鉴定	153
第八节 茎菜类产品的感官品质分析	154



一、茎菜类产品感官品质的内涵	154
二、主要茎菜类产品感官品质鉴定	154
第九节 花类产品的感官品质分析	155
一、花类产品感官品质的内涵	155
二、主要花类产品感官品质鉴定	156
第十节 食用菌类产品的感官品质分析	159
一、食用菌类产品感官品质的内涵	159
二、主要食用菌类产品感官品质鉴定	159
复习思考题	161
<b>第六章 园艺产品品质生化分析和检测</b>	<b>162</b>
第一节 园艺产品品质分析方法概述	162
第二节 园艺产品的采样技术	163
一、采样的一般原则	163
二、采样方法	163
三、样品的制备和贮存	164
第三节 园艺产品样品的预处理技术	165
一、概述	165
二、园艺产品无机成分分析样品的预处理技术	165
三、园艺产品有机成分分析样品的预处理技术	166
第四节 园艺产品品质分析方法	170
一、气相色谱法	170
二、气相色谱—质谱联用技术	174
三、高效液相色谱法	177
四、薄层色谱法	179
五、毛细管电泳法	181
六、原子吸收分光光度法	185
七、酶联免疫吸附测定法	187
八、聚合酶链式反应 (PCR) 检测技术	189
复习思考题	193
<b>第七章 实验部分</b>	<b>194</b>
实验一 新鲜园艺产品水分含量的测定 (直接干燥法)	194
实验二 园艺产品组织中粗灰分含量的测定	195
实验三 园艺产品组织中可滴定酸含量的测定	195
实验四 抗坏血酸含量的测定 (2,6-二氯酚靛酚滴定法)	197
实验五 果蔬组织中还原糖含量的测定 (斐林试剂比色法)	198
实验六 果蔬组织中蛋白质含量的测定	200
实验七 果蔬组织中钙、镁含量的测定	201
实验八 植物体内硝酸盐含量的测定	203
实验九 叶绿素含量的测定	204



实验十 植物组织中花青素相对含量的测定 .....	206
实验十一 高效液相色谱法测定番茄中番茄红素的含量 .....	207
实验十二 辣椒素含量测定及辣度表示方法 .....	209
实验十三 果汁和水果中果胶含量的测定 .....	211
实验十四 高效液相色谱法测定大蒜中大蒜素的含量 .....	213
实验十五 火焰原子吸收光谱法测植物全量镉和铅 .....	214
实验十六 氢化物发生—原子荧光仪测植物总砷 .....	216
实验十七 氢化物发生—原子荧光仪测植物总汞 .....	218
<b>主要参考文献</b> .....	<b>221</b>

# 绪 论

## 一、园艺产品在农业生产中的地位

园艺业，包括果树、蔬菜、茶叶、观赏植物、芳香植物及药用植物等的种植、贮藏、加工、运输和营销等方面。现代农业中，园艺业不仅可以改善人们的生存环境、提高生活质量，也是人们休闲娱乐、提高文化素养和进行精神享受的一部分，是物质文明与精神文明相结合的最好展现。经济与文化发达的国家或地区，不只是园艺生产者从事园艺活动，任何社会成员也都会参与其中，把它当成生活中不可缺少的一部分。

新中国成立以后，特别是改革开放以来，我国园艺业取得了显著成就：

第一，我国已成为世界上最大的园艺产品生产国、消费国和国际贸易大国，园艺业已成为我国农业和农村的支柱产业。2008年产业总产值达到7500亿元（占种植业产值的比例全国平均为45%左右，超过粮食作物，广东、山东等省份达到70%以上），与粮食业、养殖业在农业上三足鼎立，并呈现出产业进一步发展与结构更加优化的趋势。

第二，园艺业对促进农村经济发展和增加农民收入具有重要作用，改革开放以来，其对全国9亿农民年人均纯收入的贡献额已超过1000元。

第三，园艺产业在解决城乡居民就业，维护社会稳定中作用突出。园艺业是典型的劳动密集型产业，为城乡居民提供了大量的就业岗位（约1.4亿人），还带动了贮藏、加工和运输等相关行业的发展和人员就业，有力地促进了社会的和谐稳定。

第四，保证全民健康，提高生活质量。果蔬园艺产品提供了维持人体健康所必需的维生素、矿物营养和膳食纤维等，增进食欲，在保障营养均衡和提高生活质量方面的作用不可替代。

第五，出口创汇，平衡我国农产品国际贸易。园艺产品是我国为数不多的具有一定国际竞争力的农产品，其中水果、蔬菜的出口额为世界第一，年出口额超600亿元，我国已成为世界的“果盘子、菜篮子”。

第六，我国园艺学科得到了进一步发展，一些领域的自主创新能力和国际学术地位有所提高。我国拥有十分丰富和宝贵的园艺生物资源，多年来开展的园艺学科学研究，促进了相关领域的科技创新，支撑了我国园艺产品产量的不断增长，柑橘、苹果和番茄产量已位居世界第一。

## 二、园艺产品的产量和品质

长期以来，无论从栽培面积还是从总产量看，我国一直是世界园艺生产大国，许多园艺产品产量都排在世界首位。然而，与对园艺产品产量的关注相比较，我国对园艺产品品质重



视不够。以水果为例,我国生产的水果在外观及商品品质方面与日本等发达国家相比,落后15~20年。我国水果优质率低,达到国家标准的优质果仅有30%(其中仅有5%达到国际标准),50%的水果为大路货,余下的20%为劣质果。我国果蔬产品的采后商品化处置率只占总产量的10%左右,每年有20%~25%的水果腐烂掉,造成了重大的经济损失,且污染环境。

随着我国人民生活水平的不断改善,民众受教育的程度逐步提高,尤其是城市中产阶级的兴起,人们对园艺产品的要求发生了变化。消费者对园艺产品品质的要求更加挑剔,他们的消费习惯已向发达国家靠拢。园艺产品除了满足消费者的温饱和食品多样化的需求外,还承担起了满足消费者对高质量生活追求的使命。通过对园艺产品的消费,消费者不仅要求能够享受其独特的风味、均衡的营养和卫生保健功能,还要求满足其审美和提高自身生活修养的需求。而按照传统观念和粗放的生产方式获得的园艺产品已经不能满足这些需求。“果不香,瓜不甜,食无味”等的抱怨日益增多,好看、好吃、营养均衡、安全卫生的国外高端园艺产品已经成为很多消费者的选择。

我国园艺产品品质不高造成了国内部分中端和高端园艺产品市场的缺失,并产生了两方面问题,一是影响农民收入,二是影响出口创汇。

由于缺乏有效引导,低水平园艺产品生产基地的重复建设在农村不断出现;由于产品的品质不高,造成恶性竞争,产品价格低,加之农资化肥价格上涨,使农民遭受损失。另外,因为缺乏栽培管理技术的指导,化肥、农药大量违规使用,导致农药残留过多,品质下降,污染环境。

尽管我国是世界园艺生产大国,但是低水平的园艺产品品质造成我国园艺产品的国际市场占有率却很低,与产量占世界的高比例极不协调。目前,在国际、国内市场上,品质已经成为园艺产品的核心竞争力,也成为限制我国园艺产业健康和持续发展的主要瓶颈。

通过对全球园艺产品的潜在消费市场研究表明,欧盟成员国(特别是德国、英国和法国)、亚洲的日本、新加坡、韩国和我国香港是世界最大的蔬菜进口国家和地区,美国和加拿大也是世界蔬菜的主要进口国;世界主要的水果进口市场是欧洲、北美和亚洲,主要进口国家和地区有德国、英国、美国、法国、荷兰、比利时、加拿大、日本、东南亚等;花卉的三大消费市场是以美国为中心的北美洲,以荷兰、德国为中心的欧洲和以日本为中心的亚洲。研究还表明,世界主要的园艺产品进口市场主要集中在发达国家和地区,但是发达国家同时又对农产品(包括园艺产品)进口设置了很高的贸易壁垒,主要有关税高峰、关税升级和形形色色的非关税壁垒。加入WTO后,我国园艺产品的出口限制主要还是因品质不能达到国际标准而造成的非关税壁垒。目前,我国园艺产品出口市场主要在亚洲和我国周边地区,其中蔬菜出口目标市场主要是日本、韩国、俄罗斯、东南亚各国和我国的港澳台地区,苹果和梨等的主要目标市场仍是东南亚,花卉出口目标市场主要集中在邻近的日本、泰国、马来西亚等国。因此,园艺产品出口市场的稳定和新型出口市场的开辟均需要我国园艺产品品质的不断提高。

### 三、园艺产品品质研究的回顾与发展动态

在没有驯化出栽培物种的远古时代,园艺产品如水果、蔬菜都为野生,是作为人类的食物被利用的,产品的品质为次要。随着生产力水平的提高,人类进入文明社会,园艺产品从



主食降为副食，但其品质则逐渐受到重视。如外观好看、味道鲜美的水果、高档蔬菜以及奇花异草则成为官宦人家和有钱人才能享用的奢侈品，穷人只能作为生产者，很少能享受。“一骑红尘妃子笑，无人知是荔枝来”正是对这种情景的真实写照。不过，限于当时人们的科技水平，现代营养学的概念还没有建立，园艺产品的品质只代表外表好看和味道鲜美而已。但从进化角度来分析，人类对这些味道“鲜美”的园艺产品的偏爱也是一种长期自然选择的结果，这些“鲜美”的园艺产品能够提供人类生长发育所必需的营养物质。虽然当时的人们主要关心的是产品的外观和味道方面的品质（感官品质），而对营养价值一无所知，不过，他们却也意识到园艺产品里面一定存在某些物质能够对人体产生作用。在没有现代科学理论体系的支撑下，人们只能根据已有的经验发挥想象，形成多种假说来进行解释，我国的古典医书中就涉及多种园艺产品，这也促使形成了我国特有的养生之道，不过其中的科学性还需要进一步的证实和深入的科学研究。

对园艺产品营养品质的深入认识和研究还是基于现代科学的发展，包括化学、生理学、生物化学与分子生物学、物理学、仪器分析学、人体营养学等多学科的发展和知识的积累。目前，关于园艺产品品质的研究已在多个领域取得了重大进展，包括园艺产品的营养价值、品质形成机理和品质改良、品质检测技术和方法、园艺产品品质标准制定等。

**1. 园艺产品的营养及保健价值认识逐渐深入** 现在人们已经认识到，食品可为人类提供多种营养物质，包括能量物质、矿物质、维生素、膳食纤维等，而园艺产品正是多种矿物质、维生素和膳食纤维的主要来源，甚至是唯一来源，与人类的生长发育和健康生活密切相关。一些园艺产品中含有的活性物质如抗氧化物质对人类的抗病、抗衰老具有重要意义；属于多酚类的类黄酮，具有保护心血管、预防高血压和癌症等重要功能；而属于苦味物质的糖苷类，则可能对抗癌有一定的功效。享受高品质园艺产品可使人精神愉悦、心旷神怡，保持舒畅的心情，其对人类健康产生的积极影响是任何其他保健品都难以达到的。

**2. 园艺产品品质的形成、保持及改良方面研究取得了可喜的进展** 这些进展主要归功于分子生物学和代谢组学的迅猛发展、重要园艺作物的基因组测序相继完成，以及国际上围绕园艺作物品质形成与调控研究逐步深入的结果。具体表现为：

(1) 外观品质方面 已经证明，颜色主要是由类胡萝卜素、花青苷和叶绿素 3 种色素决定，其中类胡萝卜素和花青苷对产品着色的影响最为重要。植物中催化类胡萝卜素生物合成的主要酶类已经明确，其中多种酶的基因已经在多种植物中被克隆鉴定。花青苷通过类黄酮途径合成，其合成、修饰、转运和成色机理已在多种作物中得到阐明。在苹果和葡萄等很多园艺作物中，多个花青苷合成酶基因被克隆鉴定，花青苷合成调控基因，特别是 MYB 类转录因子基因，在最近几年也取得了突破性进展。

(2) 风味品质方面 甜、酸和香气分别是由果实中糖、有机酸和挥发性物质决定。果实糖、酸代谢过程涉及众多酶的调控。20 世纪，人们已经就果实糖的形成、运输、转化和积累模式及其受遗传和环境的调控等方面开展了大量研究，揭示了糖分积累及其调控的部分机制，也提出了促进糖分积累的一些生产调控措施。最近几年，糖代谢研究又开始受到关注，在糖分转化与积累的关系等方面取得了一些进展。如研究认为，酸性磷酸酶对果实糖的转化非常重要，而果实糖的积累还受到糖消耗速度的调控，且这一过程有己糖激酶的参与。

有机酸代谢与调控的机制研究也取得了一定的进展。应用基因芯片技术对葡萄、苹果等果实有机酸代谢进行了分析，表明磷酸烯醇式丙酮酸羧激酶（PEPCK）在催化草酰乙酸向



磷酸烯醇式丙酮酸 (PEP) 的转化过程中, 对分流苹果酸进入有机酸代谢以及有机酸向糖的转化方面起着重要作用。在分析柑橘表达序列标签 (EST) 数据时发现了柑橘果实成熟期间有机酸代谢的新机制, 认为  $\gamma$ -氨基丁酸 (GABA) 循环在有机酸的降解过程中起着重要作用, 但这一推测仍需实验验证。

就风味中的香气成分而言, 目前已经鉴定出 1 000 多种, 其中番茄、苹果和桃果实分别有 400、300 和 100 多种。随着分析手段的革新, 香气物质鉴别和评价将更加客观和真实。果实香气合成与调控的分子机理研究起步较晚, 并成为品质研究的新热点。分子生物学等技术的发展和运用促进了果实香气生物合成相关酶/基因的功能鉴别。目前主要开展了基于脂肪酸和萜类代谢途径的香气合成基因克隆与 QTL 定位, 初步鉴别出一些果实香气形成的关键基因, 揭示了香气物质主要在质体中合成, 随后转运至液泡或细胞质, 最后释放至体外, 同时也尝试利用基因工程开展果实香气品质的改良。调控果实香气形成的农业措施和作用机制亦受到关注, 生长发育进程影响果实的香气形成, 套袋等栽培措施可改变果实的香气组成。调节果实采后气体成分与贮藏温度等手段可显著地影响苹果、梨和番茄等的香气物质积累。越来越多的研究显示, 果实香气的形成可能受乙烯调控, 转基因抑制 ACC 合成酶 (ACS) 编码基因表达显著减少番茄和苹果果实香气物质积累。目前, 果实香气物质的生物合成领域已取得了巨大进步, 但相关研究仍处于起步和加速发展阶段。以往的研究工作大多集中在果实的香气物质组成分析。近年来, 果实特征香气的鉴别研究逐渐向形成机制的深层次延伸, 以期品质改良提供理论依据。

(3) 功能性成分方面 对果实功能性成分的研究和认识也获得较大发展, 包括抗坏血酸 (维生素 C)、多酚类化合物以及苦味物质等。一些抗坏血酸合成与代谢相关基因已经在番茄等重要园艺作物中被克隆, 并应用于基因工程的研究, 有效地提高了果实和叶片中抗坏血酸的含量。早在 2002 年, Verhoeyen 等通过基因工程改良番茄中类黄酮的合成途径, 使番茄果实中类黄酮含量增加, 同时提高了果实提取物的抗氧化活性, 一批控制类黄酮生物合成的转录调控因子也相继被发现。果实中苦味品质的形成研究是鲜食品质和果实加工研究的重要内容。然而, 国内外对果实苦味品质形成机理的研究却相对欠缺, 其研究重心也大多放在果汁“后苦味”的形成上, 对由类黄酮所造成的苦味品质的形成机理却很少涉及。“后苦味”主要由柠檬苦素及其类似物所造成, 其机理研究的相关报道已颇为丰富。

**3. 园艺产品品质检测技术不断提高** 检测技术是衡量园艺产品品质研究发展的重要指标。随着分析方法和仪器制造技术的迅猛发展, 园艺产品检测水平也不断提高, 这也是应园艺产品品质检测要求的不断提高而发展的。检测技术的提高可体现在以下几个方面:

(1) 可检测指标增多 随着人们对园艺产品认识的不断深入, 一些新的对品质具有影响的指标被重新认识, 一些由于技术原因先前不能检测的物质或指标也能够获得检测, 如新型高残留农药或新型芳香型物质, 提高了人们对园艺产品品质的认识范围和深度。

(2) 可检测范围扩大 一些利用传统检测技术不能检测到的痕量物质, 利用现代技术可轻易地进行检测。

(3) 可检测精度提高 一些只能进行粗放检测的指标, 现在可以进行精确的测定, 这对于园艺产品品质科学研究大有裨益。

(4) 检测仪器由笨重向便携式实用型发展 原来只能在实验室经专业人员才能检测的品质指标, 如农药残留或重金属含量等, 通过便携式检测仪器或检测试剂盒, 普通人就可以随



时随地进行准确检测。

(5) 检测效率提高 如通过聚合酶链式反应 (PCR) 技术或酶标仪可以一次性对上百个样品进行检测, 通过 GC-MS 一次进样可以检测样品中的成百上千种物质, 极大地提高了效率。

(6) 检测成本降低 随着检测技术的成熟, 检测的成本也大大降低, 一些国产检测仪器设备的精确度、准确度、稳定性等性能得到显著提高, 逐渐被认可, 国产设备的成熟进一步降低了品质检测的成本。

(7) 检测新技术不断出现 随着人们对园艺产品品质的要求不断上升, 园艺产品品质学科以及其他各学科的不断发展, 新的检测技术仍在不断创新, 原有的检测技术也在不断地得到提高。

**4. 制定了多项园艺产品品质相关标准和法律** 园艺产品品质相关标准的制定不仅是保证人类健康的重要基础, 也是影响各国出口创汇的重要因素。

有关园艺产品品质的标准种类繁多, 如新鲜水果和蔬菜及加工水果和蔬菜的有关规定, 有机产品和转基因产品的有关标准 and 安全性评价, 甚至还有详细的园艺产品进出口检验和认证制度、农产品取样和分析方法等标准规定, 具有很强的可操作性和可检验性。目前, 主要的园艺产品标准有 FAO/WHO 国际食品法典委员会关于食品的标准、国际植物保护联盟关于植物健康的标准、国际标准化组织制定的标准以及 WTO 涉及农业领域的协定而制定的 5 000 多种农业国际标准。欧盟、美国和日本均形成了自己的一套园艺产品品质的从生产到销售以及进出口管理标准, 并有相应的法律和政策保障标准的实行。如美国在进口管理上, 除了坚持多年来实行的进口产品卫生许可制度和美国食品药品监督管理局 (FDA) 的良好食品生产规范 (GMP) 等注册认证制度外, 又实行 ISO9000 系列质量认证。

我国 20 世纪 90 年代先后召开了两次全国农业标准化工作会议, 2001 年农业部正式启动了“无公害食品行动计划”, 率先在北京、天津、上海和深圳 4 个城市试行; 2002 年农业部和国家质量监督检验检疫总局又颁布了《无公害农产品管理办法》; 2003 年 4 月先后推出了《无公害农产品认定程序》和《无公害农产品产地认证程序》; 绿色食品的分级标准从 1995 年后也陆续推出, 包括从产地环境标准、农药肥料施用标准到各种农产品的生产、包装、运输和认定标准等; 我国《有机食品认证管理办法》于 2005 年 4 月 1 日正式实施; 《农产品质量安全法》也于 2006 年 11 月 1 日正式实施, 《中华人民共和国食品安全法》于 2009 年 6 月 1 日正式实施。这些法律法规对农产品质量安全进行了从产地到餐桌的全程监控, 进一步奠定了农产品质量安全检验检测体系的法律地位。在园艺产品方面, 我国已经制定和修订了果蔬行业标准, 包括国家标准 104 项、行业标准 30 项, 在加强果蔬质量监督体系建设、加大果蔬质量安全检测力度、推行果蔬认证等方面也做了大量的工作, 建立了较为完善的质量监督和管理队伍。

**5. 我国园艺产品品质研究实力逐渐增强** 近年来, 在国家自然科学基金、“973”计划、“863”计划等的支持下, 我国园艺产品品质方面的研究实力不断增强。目前, 实力较强的研究单位主要有华中农业大学、浙江大学、中国农业大学和山东农业大学等高校, 以及中国科学院植物研究所和武汉植物园、中国农业科学院蔬菜花卉研究所和柑橘研究所等科研院所。这些单位在果实色泽、风味、营养物质等方面开展科学研究, 取得了一批具有一定国际影响的基础研究成果, 并在权威杂志发表, 培养了相当数量的园艺产品品质研究人才。如浙江大







学在果实风味基础研究领域优势明显，独具特色；中国科学院植物研究所从蛋白质组学、代谢组学等方面开展果实品质动态变化规律研究，视角独特，成果迭出；中国科学院武汉植物园在果实品质基础组分分析和遗传规律研究领域，创建了一批重要的果实品质研究遗传群体，利用高通量现代分析技术测定了一批重要果实品质基础组分；中国农业大学、华中农业大学、山东农业大学、中国农业科学院蔬菜花卉研究所和柑橘研究所等单位分别在果实品质的动态分配规律研究、果实色泽及优质果实种质创新、果实营养和风味、果实品质遗传规律和基础数据等领域分别积累了重要的材料基础、技术基础和人才队伍。

#### 四、园艺产品品质分析的研究内容和任务

园艺产品品质分析研究内容丰富，包括园艺产品品质的构成与分析，园艺产品品质与人类健康的关系，园艺产品品质形成、保持和提高的原理与技术，园艺产品品质检测与分析技术的探索、发展和创新，园艺产品品质相关标准的制定、执行、管理和完善，园艺产品安全性评价及安全隐患的防止措施，园艺产品品质与市场等，是涉及多方面、多领域的一门综合学科，与人们的生活健康息息相关。研究园艺产品品质与分析的最终任务是科学地认识园艺产品品质，提高园艺产品品质，最终让人们能够享受到安全、美味、营养、保健和价廉的园艺产品，在物质和精神上得到双重享受，提高人们的健康水平。

#### ◆ 复习思考题

1. 简述园艺产品在农业生产中地位的重要性。
2. 我国园艺产品品质面临的挑战是什么？
3. 近年来我国在园艺产品品质的研究方面取得了哪些进展？
4. 园艺产品品质分析研究的内容与任务是什么？