



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

现代农业科技专著大系



China Agriculture
Research System
现代农业产业技术体系


现代农业（柑橘）产业技术体系资助

柑橘学

邓秀新 彭抒昂 主编

绪论

- 第一章 世界柑橘发展概况 第二章 中国柑橘发展概况
第三章 柑橘的起源与分类 第四章 常规育种技术与遗传改良
第五章 现代生物技术与遗传改良 第六章 柑橘器官发育和生物学习性
第七章 柑橘果实品质及其调控 第八章 柑橘生长环境条件和生产区划
第九章 柑橘育苗 第十章 柑橘果园的建立
第十一章 柑橘土壤管理 第十二章 柑橘树体管理
第十三章 柑橘病害与防治 第十四章 柑橘害虫及其防治
第十五章 灾害与防灾减灾技术 第十六章 柑橘采后处理及贮藏运输
第十七章 柑橘加工

 中国农业出版社

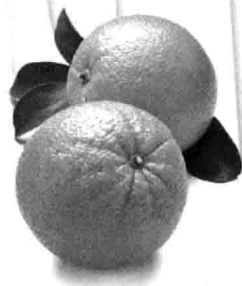


国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

现代农业科技专著大系



现代农业(柑橘)产业技术体系资助



柑橘学

邓秀新 彭抒昂 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

柑橘学/邓秀新, 彭抒昂主编. —北京: 中国农业出版社, 2013. 6

(现代农业科技专著大系)

ISBN 978-7-109-17809-0

I. ①柑… II. ①邓…②彭… III. ①柑桔类—果树园艺 IV. ①S666

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 074034 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)

责任编辑 张利

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2013年8月第1版 2013年8月北京第1次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 35.75 插页: 2

字数: 848千字

定价: 180.00元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)



主 编 邓秀新 彭抒昂

编 者 (按姓名笔画排序)

邓子牛 (湖南农业大学)

邓秀新 (华中农业大学)

邓晓玲 (华南农业大学)

刘永忠 (华中农业大学)

刘继红 (华中农业大学)

祁春节 (华中农业大学)

李红叶 (浙江大学)

张宏宇 (华中农业大学)

胡春根 (华中农业大学)

钟广炎 (广东省农业科学院果树研究所)

徐 娟 (华中农业大学)

郭文武 (华中农业大学)

彭抒昂 (华中农业大学)

彭良志 (中国农业科学院柑橘研究所)

程运江 (华中农业大学)

谢深喜 (湖南农业大学)

潘思轶 (华中农业大学)

序



柑橘作为我国南方第一大水果，栽培地域广泛，在南方许多县、市均有栽培。2000年以前，南方一些大专院校果树专业开设的课程中均有柑橘学相关知识的介绍。此后，多数院校开始按园艺方向招生，不再细分果树专业，专门开设柑橘学课程的单位越来越少。但是，产业对柑橘学知识的需求并未减少，相反，近10年来，柑橘产业的大发展对柑橘专业人才提出了更高的要求。南方一些院校招收柑橘方向的研究生逐年增多，学生数量与改革开放初期的果树本科专业人数相差无几，一些学校例如华中农业大学开设了柑橘学课程供研究生选修，出版《柑橘学》势在必行。

2007年，柑橘被列为现代农业产业技术体系首批启动的10种作物之一，进入了一个新的发展阶段，科学研究与技术示范有序进行，柑橘产业各环节的技术人员希望有一套涵盖柑橘新品种新技术的专业书籍，作为指导技术人员的参考用书。在这种需求的拉动下，2010年冬季我们启动了《柑橘学》编写计划。本书编写时充分考虑了知识的系统性和逻辑性，涉及的面比较广，可作为教学用书使用。同时，本书融合了一批现代农业产业（柑橘）技术体系岗位专家多年的研究和实践体会，将柑橘最新的研究成果和实践经验编汇在其中，对我国柑橘生产以及促进产业发展具有重要的指导意义。

本书共分十八部分，绪论部分由我执笔；第一、二章世界柑橘发展概况和中国柑橘发展概况由祁春节编写；第三章柑橘的起源与分类由钟广炎编写；第四章常规育种技术与遗传改良由邓子牛编写；第五章由刘继红编写柑橘基因组学与基因发掘，郭文武编写细胞工程与遗传改良、转基因技术与遗传改良；第六章柑橘器官发育与生物学习性和第九章柑橘育苗由胡春根编写；第七章由刘永忠编写果实糖分、有机酸积累与调控，徐娟编写果实色泽和其他品质的形成与调控；第八章柑橘生长环境条件和生产区划由彭抒昂编写；第十章柑橘果园的建立、第十五章灾害与防灾减灾技术由彭良志编写；第十一

章柑橘土壤管理、第十二章柑橘树体管理由彭抒昂和谢深喜编写，其中柑橘果园土壤一节在编写过程中得到了华中农业大学资源环境学院谭启玲的大力协助；第十三章柑橘病害与防治中真菌性病害与防治由李红叶编写，细菌性、病毒性病害与防治由邓晓玲编写；第十四章柑橘害虫及其防治由张宏宇编写；第十六章柑橘采后处理与贮藏运输由程运江编写；第十七章柑橘加工由潘思轶编写。

初稿完成以后，由彭抒昂教授对全书进行了校稿，提出了修改意见。修改稿由叶俊丽博士负责统编。我从头到尾阅读了一遍，对部分章节做了比较大的删减和补充，对其中某些过时的学术观点及不妥之处进行了修正。但个别章节的逻辑性和简洁性仍稍有欠缺。水平有限，还望读者对书中不当之处批评指正。

邓秀新

2012年3月31日于武汉狮子山

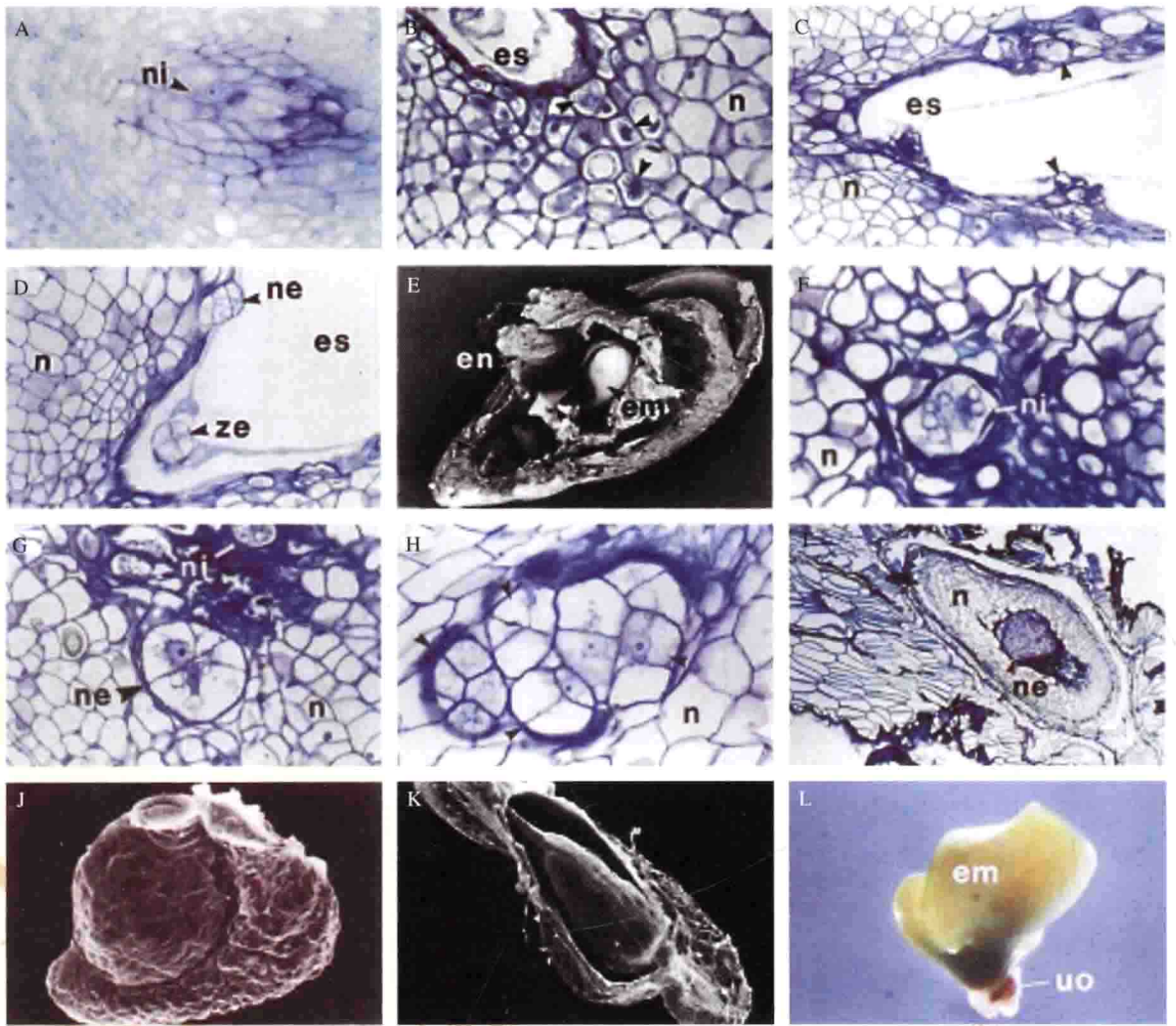


图4-6 柑橘不定胚的形成

A~D. 伏令夏橙受精后胚珠发育过程 F~L. 未受精伏令夏橙胚珠的发育



图4-7 柑橘单胚品种与多胚品种的胚

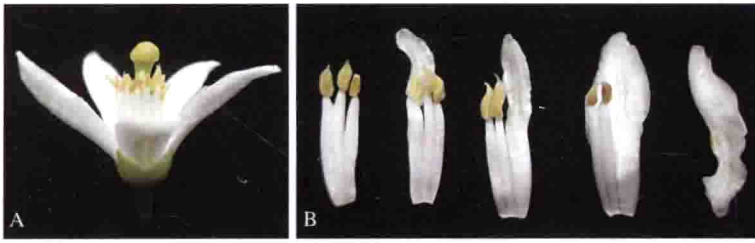


图6-14 国庆1号温州蜜柑花和花药形态
A. 一朵完整的花 B. 不同形态的花药
(胡志勇, 2007)

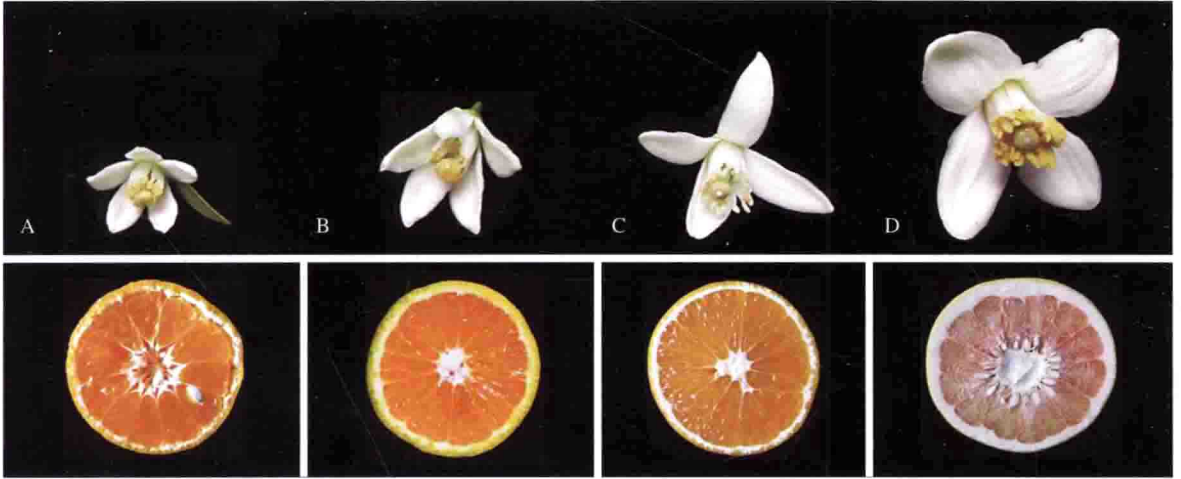


图6-17 几个不同育性柑橘品种花和果实形态
A. 华农本地早橘 B. 国庆1号温州蜜柑 C. 格伦脐橙 D. HB柚
(胡志勇, 2007)

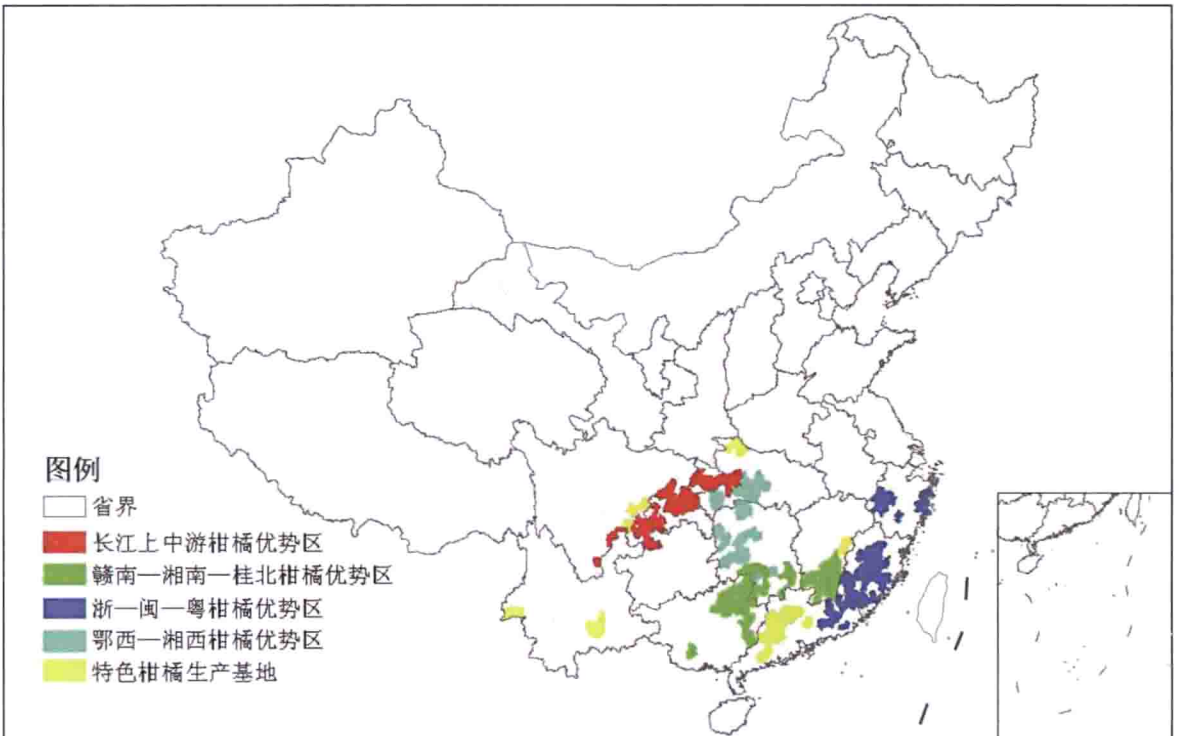


图8-2 中国柑橘优势区域规划示意图



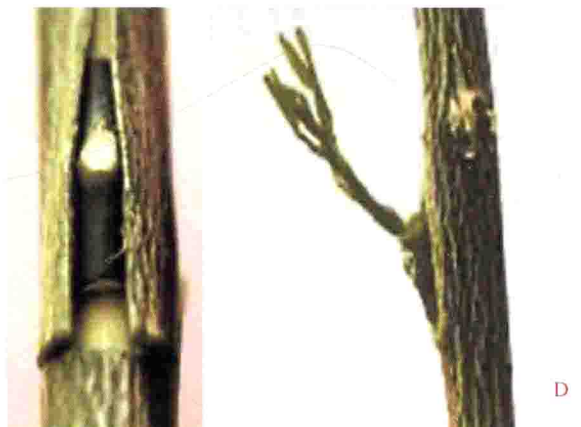
A



B



C



D



E



F

图9-3 容器育苗过程

A. 网室保存无病毒母本树 B. 营养桶栽培建立采穗圃(巴西) C. 穴盘培育砧木 D. 嫁接高度20cm, 嫁接接口位置粗度0.7~1.2 cm, T形或倒T形芽接 E. 倒砧, 砧木弯折后继续为接穗提供养分并促使接穗向上生长 F. 支架绑缚, 保持苗木顺直



图9-7 柑橘微芽嫁接实物照片

A. 剥离的茎尖 B. 试管播种的砧木苗 C. 倒T形芽接后的状态 C'. 嫁接口放大 D. 嫁接成活状态 E. 嫁接部位展示



图10-9 山谷型柑橘园道路规划实例



图10-17 果园上方保留的涵养林

目 录



序

绪论	1
一、柑橘产业在国民经济中的地位	1
二、我国柑橘的栽培历史及其传播	2
三、我国柑橘产业 60 多年的发展历程	3
四、我国柑橘产业的现状与发展趋势	6
五、柑橘在世界的传播及有关柑橘的起源与进化	9
六、世界柑橘产业动态	11
主要参考文献	14
第一章 世界柑橘发展概况	15
第一节 柑橘在全球水果中的地位及地理分布	15
一、柑橘在全球水果中的地位	15
二、全球柑橘的地理分布	15
三、全球柑橘的品种结构	19
第二节 世界柑橘生产、消费与贸易的变化	19
一、历史演变	19
二、前景展望	27
三、未来挑战	27
第三节 柑橘主产国情况简介	27
一、美国	27
二、巴西	28
三、西班牙	29
四、南非	29
第四节 世界柑橘产业发展趋势	30
一、生产	30
二、消费	30
三、加工	30
四、贸易	31
五、政策	31

主要参考文献	31
第二章 中国柑橘发展概况	32
第一节 柑橘在中国水果中的地位及地理分布	32
一、柑橘在中国水果中的地位	32
二、中国柑橘的地理分布	33
第二节 中国柑橘生产与加工	33
一、中国柑橘生产的变化	33
二、中国柑橘加工业发展	36
三、中国柑橘产业组织的发展	37
第三节 中国柑橘的对外贸易	38
一、中国柑橘贸易量与贸易额	38
二、中国柑橘的贸易流向与来源	39
第四节 中国柑橘产业发展支持政策	42
一、国内支持政策	43
二、贸易政策	45
主要参考文献	46
第三章 柑橘的起源与分类	48
第一节 柑橘植物的起源和名称溯源	48
一、柑橘的起源中心	48
二、柑橘称谓的由来	52
三、栽培柑橘的世界性传播	54
第二节 柑橘分类难题和传统柑橘分类意见	55
第三节 柑橘分类学研究进展	59
一、柑橘种数及种的命名	59
二、柑橘的起源时期和地点	63
三、柑橘种、杂种间的分子亲缘关系	64
第四节 柑橘种质资源收集、保存、评价和利用	69
一、柑橘资源的调查收集	69
二、柑橘种质资源的保存	70
三、柑橘遗传资源的评价	72
第五节 柑橘主要栽培品种	82
一、甜橙类	82
二、宽皮柑橘类	85
三、柚类	89
四、柠檬类	91
五、金柑类	92
六、我国柑橘品种发展历史和趋势	92
主要参考文献	95

第四章 常规育种技术与遗传改良	97
第一节 柑橘品种选育目标	97
一、高品质育种	97
二、抗逆育种	101
三、熟期调节	102
四、加工品种选育	103
第二节 柑橘引种和选种	103
一、引种原则和程序	104
二、芽变选种	107
三、实生选种	115
四、诱变育种	119
第三节 柑橘杂交育种	126
一、杂交育种的意义和特点	126
二、亲本选配及杂交方法与步骤	130
三、提高杂种苗获得率技术	132
四、杂种苗早期鉴别	133
五、缩短童期	135
六、倍性育种	137
主要参考文献	138
第五章 现代生物技术与遗传改良	140
第一节 柑橘基因组学与基因发掘	140
一、柑橘基因组学研究	140
二、柑橘重要性状相关基因克隆及分子鉴定	147
第二节 细胞工程与遗传改良	149
一、柑橘组织细胞培养	149
二、体细胞杂交与柑橘遗传改良	151
三、展望	161
第三节 转基因技术与遗传改良	161
一、柑橘遗传转化方法	162
二、遗传转化受体材料	163
三、转入基因的类型	164
四、转基因植株的检测与鉴定	166
五、无选择标记基因的转化系统	167
六、展望	167
主要参考文献	168
第六章 柑橘器官发育和生物学习性	170
第一节 根的发育与生物学习性	170
一、根的结构特点	170

二、根的生长和分布	171
三、影响根系生长的因素	172
四、菌根	174
第二节 芽、枝梢和叶的发育及生物学习性	176
一、芽的结构和特点	176
二、枝梢特点、类型和生长习性	178
三、叶片形态与生长	182
第三节 花器官发育和开花	186
一、花芽分化时期与分化过程	186
二、花芽分化调控	187
三、雌、雄器官的发育	188
四、花的形态与开花过程	190
第四节 果实生长发育与习性	192
一、坐果与落果	192
二、果实结构与生长发育	193
三、种子形成	200
主要参考文献	205
第七章 柑橘果实品质及其调控	207
第一节 柑橘果实糖分积累与调控	207
一、柑橘果实糖分积累特点	207
二、柑橘果实糖分积累和代谢机理	210
三、影响柑橘糖分积累因素与调控	214
第二节 柑橘果实有机酸积累与调控	218
一、柑橘果实酸成分积累特点	218
二、柑橘果实酸代谢和积累机理	222
三、影响柑橘果实酸积累因素与调控	225
第三节 柑橘果实色泽形成与调控	228
一、柑橘果实着色特点	228
二、柑橘果实中的色素合成	230
三、影响柑橘果实着色因素与调控措施	234
第四节 其他品质调控	238
一、柑橘果实大小形成与调控	238
二、柑橘抗坏血酸积累与影响因素	241
三、柑橘香气成分形成与调控	244
四、柑橘功能性物质及其代谢	247
主要参考文献	248
第八章 柑橘生长环境条件和生产区划	250
第一节 柑橘栽培与环境条件	250
一、温度	250

二、光照	253
三、水分	254
四、其他环境条件	254
第二节 柑橘生产区划	255
一、意义	255
二、国内柑橘生产区划	256
三、国外部分国家的柑橘生产区划简介	261
主要参考文献	263
第九章 柑橘育苗	265
第一节 概述	265
第二节 嫁接育苗技术	265
一、柑橘常用砧木	265
二、砧木与接穗的相互影响	267
三、砧木苗的培育	267
四、嫁接方法	268
第三节 柑橘容器育苗	270
一、育苗容器	270
二、容器育苗基质	271
三、砧木容器苗的培育	272
四、嫁接及嫁接苗的管理	274
第四节 柑橘无病毒育苗	274
一、柑橘无病毒育苗的意义	274
二、柑橘无病毒育苗的主要方法	275
第五节 柑橘苗木的标准化	281
一、柑橘苗木出圃前的准备	281
二、出圃苗木分级标准及检验方法	281
三、苗木出圃包装、标志和运输	282
主要参考文献	282
第十章 柑橘果园的建立	284
第一节 园地选择与规划	284
一、园地选择	284
二、果园规划	287
第二节 建园施工	300
一、道路施工	300
二、水利设施施工	301
三、改土施工	303
四、防护林与绿篱的种植	308
五、果园附属设施的建设	308
第三节 柑橘品种的选择和定植	308

一、品种与砧木的选择	308
二、柑橘的定植	309
主要参考文献	312
第十一章 柑橘土壤管理	313
第一节 柑橘果园土壤	313
一、我国主要柑橘产区土壤类型与肥力特征	313
二、土壤的肥力构成与土壤改良	317
三、土壤管理制度	321
第二节 柑橘的营养特点与施肥	323
一、柑橘的营养特点及影响因素	323
二、柑橘缺素症的诊断及其矫正	325
第三节 果树施肥	328
一、施肥量	328
二、施肥时期和比例	329
三、肥料的种类	332
四、施肥方法	333
第四节 柑橘的水分管理	334
一、柑橘的需水特性	334
二、橘园灌溉	335
三、橘园排水	336
主要参考文献	338
第十二章 柑橘树体管理	339
第一节 柑橘整形修剪	339
一、柑橘整形修剪基础	339
二、整形修剪相关的枝梢特性	341
三、整形	342
四、修剪	345
第二节 柑橘的花果管理	350
一、花果数量的调节	350
二、柑橘果实管理特殊技术	352
三、柑橘果实采收时的管理	352
主要参考文献	353
第十三章 柑橘病害与防治	355
第一节 柑橘真菌性病害与防治	355
一、柑橘疮痂病 (Citrus scab)	355
二、柑橘炭疽病 (Citrus anthracnose)	358
三、柑橘黑点病 (Citrus melanose) 或树脂病 (Citrus gommosis)	362
四、柑橘黑斑病 (Citrus black spot)	365

三、建立和完善柑橘冷链物流管理	520
主要参考文献	522
第十七章 柑橘加工	523
第一节 果汁加工	523
一、加工原料	523
二、制造工艺及其主要产品	524
第二节 橘瓣罐头	543
一、原料	543
二、制造工艺及其主要产品	544
第三节 其他制品	547
一、柑橘汁饮料	547
二、果脯	548
三、果酱	549
四、橘皮精油	549
五、果胶	551
六、膳食纤维	552
七、橙皮苷	552
八、柑橘果酒	553
九、柑橘种子油	554
主要参考文献	555