



浙江省重点教材

南方现代设施 园艺栽培技术

主 编 童正仙

副主编 曾洪学 陈勇兵

主 审 喻景权



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

浙江省重点教材

南方现代设施 园艺栽培技术

主 编 童正仙

副主编 曾洪学 陈勇兵

主 审 喻景权



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本教材以提高设施园艺技术应用能力和培养职业技能为目标，以浙江等南方地区现代设施农业发展现状和趋势为依据，以花卉师、蔬菜园艺师、果树园艺师、绿化工等技能考核标准为参照，模块化构架教材体系，项目化组织教材内容。本教材包含设施育苗技术、设施无土栽培技术、花卉设施栽培技术、蔬菜设施栽培技术、果树设施栽培技术、特种经济作物设施栽培技术等主要内容。特别是根据现代设施农业发展特点融入了一些极具特色和发展前景的设施栽培项目。如：有机生态无土栽培、草莓设施栽培、石斛设施栽培、葡萄避雨栽培、杨梅设施栽培、茶设施栽培等内容。且内容紧贴现代设施园艺生产实践和技术前沿，融入生产实例、行业规范及职业标准，力求反映现代设施园艺的科学性、先进性和实用性。

本教材突出理实融合的理念，以能力培养为主线，每篇含有 2~8 个项目，每个项目都结合生产实际，引入 1~2 个实例和 2~3 项技能实训，便于实施“教、学、练”一体化教学，使培养的学生更贴近岗位需求，更能适应生产实际，更快地实现学业、就业到职业的过渡和转换。本教材图文并茂、内容充实、适用面广，可供南方大多数高职高专院校相关专业师生使用，也可供本科院校独立学院和中等职业技术学校相关专业师生参考使用。

图书在版编目（C I P）数据

南方现代设施园艺栽培技术 / 童正仙主编. — 北京：
中国水利水电出版社，2014. 5
浙江省重点教材
ISBN 978-7-5170-2586-3

I. ①南… II. ①童… III. ①园艺—保护地栽培—教材 IV. ①S62

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第223147号

书 名	浙江省重点教材 南方现代设施园艺栽培技术
作 者	主编 童正仙 副主编 曾洪学 陈勇兵 主审 喻景权
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 27.25 印张 680 千字
版 次	2014 年 5 月第 1 版 2014 年 5 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	49.00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

设施园艺随着社会经济和现代科技的发展而快速发展,已成为各地农业产业转型升级的重要举措,是农业现代化的重要标志。本教材根据南方现代农业产业发展特点及浙江省重点教材建设要求进行编写,被列为浙江省高职高专重点教材。

本教材遵循教育部高职教育发展系列精神,秉承“理实融合,实践育人”的教育理念与指导思想,改革课程体系,着力培养学生的技术应用能力和职业技能;基于“项目教学、任务驱动、工学结合”的人才培养模式,改革课程教学内容。根据快速发展的南方现代设施园艺生产特点及发展趋势,针对设施农业技术和园艺类专业特点及职业岗位任职要求,以能力培养为主线,科学构建设施条件下的园艺作物生产教学内容。内容紧贴现代设施园艺生产实践和技术前沿,融入生产实例、行业规范及职业标准,力求反映现代设施园艺的科学性、先进性和实用性,适应目前职业教育发展方向和设施园艺相关岗位的高素质技能型人才培养目标。

本教材共分概述、设施育苗技术、设施无土栽培技术、花卉设施栽培技术、蔬菜设施栽培技术、果树设施栽培技术、特种经济作物设施栽培技术等7个部分。每个部分含有2~8个项目,每个项目都结合生产实际,引入1~2个应用实例,便于进行案例教学和实务操作。并按“工学交替、全程职业能力培养”要求,在每个项目后还安排2~3项技能实训。切实将理论融入实践,便于实施“教、学、练”一体化教学,培养学生的技术应用能力和职业技能。

本教材编写分工如下:前言、概述由童正仙编写;第一篇由靳晓翠、童正仙、陆寿忠、徐苏君编写;第二篇由曾洪学、童正仙编写;第三篇由靳晓翠、吕乐燕、吕萍、陈秀芹、齐振宇编写;第四篇由陈勇兵、吕乐燕、童正仙、吕萍、张雅编写;第五篇由童正仙、陆寿忠编写;第六篇由曾洪学、陈海生、胡民强编写。全书最后由童正仙、陆寿忠、曾洪学统稿。

本教材书稿承蒙长江学者、浙江大学教授喻景权担任主审,他在百忙之中认真负责地审阅了全部书稿并提出了宝贵的意见,借此深表感谢!

在本教材完成出版之际,谨对为本教材编写提供各种支持和帮助的各位表示最衷心的感谢!在教材编写过程中,参考、借鉴和引用了有关文献资料和网

上资料，谨向各位专家学者表示诚挚的谢意！

由于编者学识、水平及时间所限，经验不足，错误疏漏之处在所难免，敬请专家和读者批评指正，以便改进和提高。

编 者

2013 年 12 月

目 录

前言	
概述	1

第一篇 设施育苗技术

项目一 播种育苗技术	11
任务一 种子质量检验技术	11
任务二 种子播前处理技术	16
任务三 容器播种育苗技术	19
任务四 穴盘播种育苗技术	22
实例 1-1 西瓜穴盘育苗	25
实训 1-1 商品种子净度分析	26
实训 1-2 种子发芽试验	29
实训 1-3 盆播育苗	32
思考	33
项目二 扦插育苗技术	34
任务一 硬枝扦插育苗	35
任务二 嫩枝扦插育苗	38
实例 1-2 红叶石楠全光照喷雾扦插繁殖	40
实训 1-4 葡萄的硬质扦插	42
实训 1-5 常春藤的穴盘扦插	44
思考	44
项目三 嫁接育苗技术	45
任务一 认识嫁接繁殖	45
任务二 木本嫁接育苗技术	46
任务三 蔬菜嫁接育苗技术	52
实例 1-3 桃快速嫁接育苗	55
实训 1-6 葡萄嫩枝嫁接育苗	56
实训 1-7 茄子嫁接育苗	58
思考	59
项目四 组织培养育苗技术	60
任务一 认识植物组织培养	60

任务二 培养基配制	61
任务二 植物组织培养操作	63
实例 1-4 龙牙百合鳞片的组织培养	64
实训 1-8 MS 培养基母液的配制	67
实训 1-9 MS 培养基的配制	68
实训 1-10 烟草的初代培养	70
思考	70
参考文献	72

第二篇 设施无土栽培技术

项目一 设施无土栽培	73
任务一 无土栽培应用	73
任务二 设施无土栽培营养液配制	78
实训 2-1 霍格兰营养液母液的配制	87
思考	88
项目二 无基质栽培	89
任务一 深液流栽培	89
任务二 营养液膜栽培	93
任务三 喷雾栽培	97
实例 2-1 温室生菜管道水培	99
实训 2-2 温室生菜管道水培的种植管理	101
思考	101
项目三 基质栽培	102
任务一 基质栽培	102
任务二 有机生态型无土栽培	105
实例 2-2 玫瑰基质栽培	108
实例 2-3 番茄有机生态型无土栽培	109
实训 2-3 无土栽培基质的配制和消毒	111
实训 2-4 有机无土栽培基质的配制	112
思考	112

第三篇 花卉设施栽培技术

花卉设施栽培概述	113
项目一 大花蕙兰设施栽培技术	116
任务一 认识大花蕙兰的栽培特性	116
任务二 大花蕙兰的繁殖	118
任务三 大花蕙兰的设施栽培	119

实例 3-1 大花蕙兰切花栽培技术	121
实例 3-2 大花蕙兰高山催花	122
实训 3-1 大花蕙兰的上盆	124
实训 3-2 大花蕙兰的组织培养	125
思考	126
项目二 蝴蝶兰设施栽培技术	127
任务一 认识蝴蝶兰的栽培特性	127
任务二 蝴蝶兰的繁殖	129
任务三 蝴蝶兰的设施栽培	129
实例 3-3 蝴蝶兰温室高效栽培技术	131
实训 3-3 蝴蝶兰栽培基质配制和盆钵选择	133
实训 3-4 蝴蝶兰组培苗炼苗和移栽	134
思考	135
项目三 红掌设施栽培技术	136
任务一 认识红掌的栽培特性	136
任务二 红掌的繁殖	137
任务三 红掌的设施栽培	138
实例 3-4 红掌盆栽高效生产技术	139
实训 3-5 红掌水培	141
实训 3-6 红掌切花瓶插保鲜液的配制	142
思考	143
项目四 观赏凤梨设施栽培技术	144
任务一 认识观赏凤梨的栽培特性	144
任务二 观赏凤梨的繁殖	147
任务三 观赏凤梨的设施栽培	147
实例 3-5 擎天凤梨标准化生产技术	149
实训 3-7 观赏凤梨的换盆	151
实训 3-8 观赏凤梨病害的识别	152
思考	153
项目五 仙客来设施栽培技术	154
任务一 认识仙客来的栽培特性	154
任务二 仙客来的繁殖	156
任务三 仙客来的设施栽培	157
实例 3-6 仙客来优质栽培	159
实训 3-9 仙客来穴盘苗培育	161
实训 3-10 仙客来的越夏管理	162
思考	163

项目六 一品红设施栽培技术	164
任务一 认识一品红的栽培特性	164
任务二 一品红的繁殖	166
任务三 一品红的设施栽培	166
实例 3-7 一品红设施栽培技术	167
实例 3-8 杭州一品红高山越夏栽培	168
实训 3-11 一品红的花期调控	171
实训 3-12 一品红的扦插育苗	171
思考	173
项目七 切花百合设施栽培技术	174
任务一 认识百合的栽培特性	174
任务二 切花百合的设施栽培	175
实例 3-9 高山百合种球培育	177
实训 3-13 百合分球繁殖	178
实训 3-14 百合球根的栽培与挖掘	179
思考	180
项目八 切花月季设施栽培技术	181
任务一 认识切花月季的栽培特性	181
任务二 切花月季的设施栽培	182
实例 3-10 切花月季大棚栽培技术	184
实训 3-15 切花月季嫁接	187
实训 3-16 切花月季的支柱和牵引	189
思考	190
项目九 其他花卉设施栽培技术	191
任务一 非洲菊设施栽培技术	191
任务二 菊花周年开花栽培技术	193
任务三 矮牵牛设施栽培技术	195
任务四 绿萝设施栽培技术	198
实例 3-11 浙江海宁《非洲菊栽培技术规程》	200
实训 3-17 非洲菊的采收保鲜	203
实训 3-18 成品花的包装与运输	204
思考	204
参考文献	206

第四篇 蔬菜设施栽培技术

项目一 茄果类蔬菜设施栽培技术	208
任务一 番茄设施栽培技术	209

任务二 茄子设施栽培技术	218
任务三 辣椒设施栽培技术	224
实例 4-1 茄子大棚越冬栽培	230
实训 4-1 蔬菜种子播前处理	231
实训 4-2 蔬菜播种技术	232
实训 4-3 番茄植株调整与保花保果	232
思考	233
项目二 瓜类设施栽培技术	234
任务一 黄瓜设施栽培技术	234
任务二 西瓜设施栽培技术	243
任务三 甜瓜设施栽培技术	251
实例 4-2 西瓜多膜覆盖全程避雨长季节栽培技术	256
实例 4-3 大棚瓠瓜早熟高产栽培技术	258
实训 4-4 黄瓜嫁接育苗技术	259
实训 4-5 蔬菜植株调整	260
思考	261
项目三 豆类蔬菜设施栽培技术	262
任务一 菜豆设施栽培技术	262
任务二 豇豆设施栽培技术	269
实例 4-4 豇豆设施高效栽培技术	275
实训 4-6 整地、作畦、地膜覆盖	277
实训 4-7 蔬菜灌溉	278
思考	279
项目四 其他蔬菜设施栽培	280
任务一 小白菜设施栽培技术	280
任务二 芹菜设施栽培技术	283
任务三 菠菜设施栽培技术	291
任务四 茼蒿设施栽培技术	294
实例 4-5 大棚芹菜周年多茬高效种植技术	296
实例 4-6 两菜一瓜与甜玉米高效搭配大棚栽培周年茬口安排	298
实训 4-8 蔬菜定植	298
实训 4-9 蔬菜的采收及采后处理	299
思考	300
参考文献	301

第五篇 果树设施栽培技术

项目一 葡萄设施栽培技术	303
---------------------------	-----

任务一 认识葡萄的栽培特性	304
任务二 了解葡萄设施栽培的主要类型和适宜品种	307
任务三 优质高效栽培葡萄	310
实例 5-1 海盐县葡萄大棚栽培技术模式	317
实训 5-1 葡萄夏季护理	319
实训 5-2 葡萄疏花疏果	320
实训 5-3 葡萄冬季修剪	321
思考	322
项目二 草莓设施栽培技术	323
任务一 认识草莓的栽培特性	323
任务二 了解草莓设施栽培的主要类型和主要品种	327
任务三 优质高效栽培草莓	330
实例 5-2 浙江省建德市大棚草莓促成栽培技术	337
实训 5-4 草莓移栽	339
实训 5-5 草莓疏花疏果	340
思考	340
项目三 桃设施栽培技术	341
任务一 认识桃的栽培特性	342
任务二 了解桃设施栽培的主要类型和适宜品种	344
任务三 优质高效栽培桃	346
实例 5-3 临安市大棚油桃栽种技术	356
实训 5-6 桃疏花疏果	358
实训 5-7 桃树冬季修剪	359
思考	360
项目四 樱桃设施栽培技术	361
任务一 认识樱桃的栽培特性	362
任务二 了解樱桃设施栽培的主要类型和适宜品种	364
任务三 优质高效栽培樱桃	367
实例 5-4 浙江临安中国樱桃促成栽培获高效	375
实训 5-8 樱桃夏季修剪	378
实训 5-9 樱桃冬季修剪	379
思考	379
项目五 杨梅设施栽培技术	380
任务一 认识杨梅的栽培特性	381
任务二 了解杨梅设施栽培类型及适宜品种	383
任务三 杨梅大棚早熟栽培	386
任务四 杨梅大棚避雨栽培	393

实例 5-5 温州茶山大棚杨梅促成栽培 394

实训 5-10 杨梅的定植 395

实训 5-11 杨梅的结果习性观察..... 396

思考..... 397

参考文献 398

第六篇 特种经济作物设施栽培技术

项目一 铁皮石斛设施栽培..... 399

 任务一 认识铁皮石斛栽培特性 400

 任务二 铁皮石斛的繁育 401

 任务三 铁皮石斛的设施栽培 402

实例 6-1 无公害铁皮石斛生产技术 407

实训 6-1 铁皮石斛的组织培养 409

实训 6-2 铁皮石斛组培苗的定植 410

思考..... 410

项目二 茶树设施栽培技术..... 411

 任务一 了解茶树的栽培特性 411

 任务二 茶树品种及茶叶的分类 413

 任务三 茶树设施高效栽培 414

实例 6-2 杭州地区名优茶设施栽培 418

实例 6-3 浙南地区茶园大棚薄膜覆盖栽培 418

实训 6-3 茶苗扦插繁育 420

思考..... 421

参考文献 422

概 述

一、现代设施园艺的意义

设施园艺是指在不适宜园艺作物（菜、花、果）生长发育的寒冷或炎热季节，利用保温、防寒或降温、防雨设施、设备，人为地创造适宜园艺作物生长发育的小气候环境，不受或少受自然季节（或不良环境）的影响而进行的园艺作物生产。

设施园艺集生物、环境、建筑、材料、信息等技术于一体，随着现代科技和经济的发展而不断发展，是农业现代化的重要标志和集中体现，故可称之为现代设施园艺。

设施园艺尽管改变了园艺作物生长的环境条件，使南果北移、北菜南种成为可能，地域性界限明显减弱；但由于南北气候的巨大差异，以致栽培设施、栽培方式及栽培技术也存在很大差异。由于北方冬季长而寒冷，设施栽培起步较早，研究和应用较多，设施以日光温室为主；而南方相对起步较晚，研究较少，且设施以塑料大棚为主。进入 21 世纪后，由于南方经济发展相对较快，对农业科技、设施的投入和对高品位园艺产品的需求大大促进了设施园艺产业的快速发展，已成为南方农业生产转型升级的重要支撑，其意义也表现得越来越突出。主要表现如下。

（1）增加了花色种类，调节了市场供应。设施栽培扩大了不少品种的适栽区域，增加了适栽种类和品种；改变了园艺作物的开花结果和上市时间，解决了蔬菜、水果的淡季等问题，丰富了市场，改善了供应，满足了多种需求。如奥运会、世博会、国庆节等大型活动和节日对花卉、水果、蔬菜的需要等；草莓、西瓜、番茄、辣椒等可以从常规栽培的春夏季上市提早到前一年的 11—12 月上市，基本实现了全年供应。

（2）延长了生产季节，提高了产量。设施栽培改善了生产条件，大大延长园艺作物生产季节，从而增加产量。如番茄，设施栽培中采用无限生长型品种，产果期可达 11 个月，产量可高达 $75\sim 112.5\text{t}/\text{hm}^2$ ，而露地栽培仅 $11.25\sim 22.5\text{t}/\text{hm}^2$ 。

（3）改变了上市季节，提高了效益。设施栽培改变了园艺产品的上市时间，提高了价格，价格是传统栽培的几倍甚至几十倍，如茄子、辣椒在浙江杭州市场多年春季旺产时仅 1 元/kg 左右，而设施栽培上市在春节前后可达 20 元/kg 左右。国庆、元旦、春节等节日，培育和组合较好的蝴蝶兰、大花蕙兰等每盆售价可高达千元以上。节日送礼品花、礼品果、礼品菜已越来越成为一种时尚。

（4）避免了自然灾害，保障了高产稳产。南方地区园艺生产存在着冬季冻害、早春寒害、晚霜为害、夏季高温、梅雨、暴雨、冰雹、台风及多雨高湿等多种自然灾害，通过设施栽培可以避免或减轻这些灾害，以保高产稳产及优质。如杨梅通过促成栽培可以避免晚霜及梅雨为害，保证产量产值稳定，避免大小年。

（5）提高了土地利用效率，增加了单位面积产出率。设施栽培避免了寒冬、炎夏带来的冬闲、秋淡等，采用套种、间作等可实现全年生产、多茬生产、立体种植等，大大提高土地利用率和单位面积产出率。



(6) 提高了品质,促进了可持续发展。利用园艺设施有利于发挥物理防治、生态防治、生物防治、农业防治的优势,减少农药、化肥、大气、土壤、水质等污染,可实现无公害生产,提高产品质量,促进可持续发展。

(7) 推进了农业现代化发展进程。设施栽培促进了现代农业的发展,如农业机械化、无土栽培、农业标准化、精准农业、自动化、计算机等在设施农业中的应用,尤其是工厂化栽培、植物工厂、智慧农业,已成为农业现代化发展的主要方向和重要标志。

设施农业改变了传统意义上的农业——“面朝黄土背朝天”,设施农业在改变作物生长环境的同时,也改变了人们从事农业生产的工作环境和技术要求;发展成现代的工厂化农业,可创造出神话的农业、农业的神话。

发展设施农业是实现农业现代化的必由之路,由于现代设施园艺在国民经济和人们生活中的特殊地位,设施园艺已成为设施农业的最重要组成部分。

二、国内外设施园艺发展概况

(一) 发展历史和现状

设施园艺从 20 世纪初开始,作为一种产业得到发展。当时美国已有 1000 多个温室用于各季蔬菜栽培。到 20 世纪 50 年代,美国、加拿大的温室生产达到高峰,荷兰、德国的温室工业化生产业已兴起。20 世纪 60 年代后,随着现代工业向农业的渗透,设施农业在一些发达国家迅速发展,美国研制成功无土栽培技术,使温室栽培技术产生一次大变革。20 世纪 80 年代,全世界温室面积达 20 万 hm^2 ; 90 年代达到 45 万 hm^2 ; 到 21 世纪初在许多国家已经达到很高水平,温室面积已达 60 万 hm^2 。荷兰、日本、以色列等国是当今世界设施园艺发展的典范。

我国设施农业发展于改革开放后,1981 年全国设施栽培面积仅 0.72 万 hm^2 ,到 2000 年突破 210 万 hm^2 ,到 2010 年已超过 350 余万 hm^2 ,居世界首位。

20 世纪 90 年代后,随着南方经济的快速发展,以塑料大棚为主的南方设施农业发展迅速,并逐步由蔬菜向花卉、果树、园林植物等产业拓展。如浙江省 2001 年设施农业面积为 4.65 万 hm^2 ; 2012 年设施栽培面积达到 18.25 万 hm^2 ,比上年增加 8.6%,且设施档次明显提高,智能大棚、连栋大棚数量分别比 2011 年增 39.7% 和 19.2%。

(二) 发展趋势

国内外设施园艺发展都经历了从阳畦、小棚、中棚、塑料大棚、普通温室到现代化温室、植物工厂,即由低水平到高科技含量、自动化控制的发展阶段。主要发展方向是机械化、自动化、无土栽培、植物工厂等。设施园艺已发展成由多学科技术综合支持的技术密集型产业,以高投入、高效益以及可持续发展为特征,现已成为许多国家国民经济的重要支柱产业。世界设施园艺的发展趋势主要表现如下。

1. 温室大型化

由于棚室较大时有室内温度稳定、日温差较小、便于机械化操作、单位面积造价低等优点,我国中小拱棚比例在不断减少,连栋温室、大型温室的比例快速提高;一些先进的国家,温室建筑有向大型化、超大型化发展的趋势,每栋温室的面积基本上都在 0.5 hm^2 以上,并逐步向 1 hm^2 ,甚至更大方向发展。

2. 结构标准化

根据当地的自然条件、栽培制度、资源情况等因素,设计适合当地条件,能充分利用太



阳辐射能的一种至数种标准型温室，构件由工厂进行专业化配套生产。

3. 调控自动化

根据作物种类，不同时间或不同条件下的温度、湿度、光照及二氧化碳浓度等要求，定时、定量地进行调节，保证作物在最适宜的环境条件下生长发育。现在世界上发达国家的温室作物生产，温室内环境的调节与控制已经由一般的机械化发展为由计算机控制，做到及时精确管理，创造更稳定、更理想的栽培环境。

4. 管理机械化

发达国家的温室作物栽培，已普遍实现了播种、育苗、定植、管理、收获、包装、运输等作业的机械化、自动化，并逐步向植物工厂发展。我国温室内的播种、育苗、灌溉等也在逐步向机械化、自动化方向发展。

5. 技术科学化

在充分了解和掌握园艺作物在不同季节、不同发育阶段、不同气候条件下，对各种生态因子要求的基础上，制定一整套具体指标，一切均按栽培生理指标进行科学管理。温度、光照、水分、养分及二氧化碳的补充等措施都根据测定的数据和作物的需求进行科学管理。

6. 栽培无土化

无土栽培具有节肥、节水、省力、省药和高产、优质等特点，避免了土壤质地、土壤污染、盐渍化等制约，是设施农业发展的一个重要方向。发达国家十分重视无土栽培的发展，并要求在温室栽培中占有一定的比例。欧盟要求 2010 年之前所有成员国的温室必须采用无土栽培。美国是世界上最早进行无土栽培商业化生产的国家，至 2007 年无土栽培面积已超过 2000hm²。荷兰是无土栽培最发达的国家，2007 年其无土栽培面积达 4000hm²，已有 64% 的温室采用无土栽培技术。日本也是无土栽培较发达的国家，2007 年无土栽培面积约 300hm²。

进入 21 世纪后，随着有机生态型无土栽培的研究成功和推广应用，我国的无土栽培发展极为迅速，前景十分看好，不但在蔬菜、花卉设施栽培中被广为应用，还在园林植物、景观绿化中被广泛应用。全国应用面积 2005 年超过 1500hm²，2011 年达 3000 多 hm²，以沿海经济发达地区所占比例较大。

7. 生产工厂化

工厂化生产是设施农业发展的最高阶段，植物工厂是继温室栽培之后发展的一种高度专业化、现代化的设施农业。现代化的植物工厂能在完全密闭、智能化控制条件下实施按设计工艺流程进行全天候、全年性的高效生产，真正实现了农业生产的工业化。它与温室生产的不同点在于完全摆脱大田生产条件下自然条件和气候的制约，应用现代化先进技术设备，完全由人工控制环境条件，全年均衡供应农产品。在日本、美国等发达国家发展迅速，已经实现了工厂化生产蔬菜、食用菌和名贵花木等。日本采用植物工厂栽培蔬菜，种苗移栽 2 周后即可收获，全年收获产品 20 茬以上。蔬菜一般平均年产量是露地栽培的数十倍，是温室栽培的 10 倍以上。荷兰、美国采用工厂化生产蘑菇，每年可栽培 6.5 个周期，每周期只需 20d，产蘑菇 25.27kg/m²。至 2007 年全世界约有 28 个植物工厂。2011 年始，我国植物工厂进入了快速发展时期，先后有福建平潭植物工厂、山东高青植物工厂、安徽宣城植物工厂、京汤山植物工厂、南京六合植物工厂、江宁台湾农民创业园的智能植物工厂、无锡三阳植物工厂等多家生产型植物工厂建成并投产。



三、南方设施园艺特点

(一) 气候特点

我国地域广袤,南北气候差异极大,南方主要表现为四季分明,雨量充沛;冬季气温较暖和,夏季气温偏高;雨水偏多,湿度较大;阴雨天多,光照不足等。对于园艺作物栽培,有其有利的方面,也有不利的方面。但可以利用设施栽培,克服其不利环境因素,利用其有利自然资源,使设施栽培发挥出最佳的效果和最大的效益。南方主要的气候特点如下。

1. 温度特点

(1) 气温偏高。南方的气温较高,在自然条件下,园艺作物生长发育和上市都较早;设施栽培中,可以减少加温和提早熟期,保温要求也相对北方较低,效益明显。但是,气温高,也有不利的方面,盖棚后在白天光照充足与棚室密闭时,棚室内的气温升高很快,会高达 40°C 以上,当气温超过 35°C 时,会引起多数园艺作物落花、落果、落叶或导致果实畸形、干瘪、软熟变质等。

冬季气温较高,会使有些果树通过自然休眠困难,尤其是一些低温需求量较多的落叶果树,如大樱桃,若是未通过休眠期就升温,反会延缓其萌芽,或是萌芽和开花都不整齐。所以,对低温需求较多的品种要特别注意,宜在升温之前,创造或利用低温环境、延长低温处理时间等方法解除休眠。

(2) 昼夜温差小。南方不仅白天的气温高,而且夜间的气温也较高,昼夜温差小,对果实增糖,转色、增色,促进成熟不利,会使得果实可溶性固形物含量低、着色差、品质不良。为改变昼夜温差小的状况,白天主要靠盖膜与揭膜等管理;而夜间需要降温时,除揭膜通风外,还需要采用机械排风、降温等设备,或是夜间在棚内铺冰降温,以达到昼夜有一定温差的目的。

(3) 冻害和寒害。南方冬季也常遇低温,特别是 0°C 以下的低温,会使园艺植物发生冻害;有时还会遭遇倒春寒和晚霜危害。如柑橘遭遇 -9°C 以下的低温就会发生冻害;杨梅花期遭遇晚霜为害会落花落果减产严重。果树、花卉等促成栽培冬季盖棚后,提早开花,但一旦花期遭遇倒春寒或晚霜为害如保护不当,就会加重冻害。

2. 湿度特点

我国南方大多是雨水多、湿度大。常因多雨而引起湿度过大、洪水泛滥或是地下水位过高,引起园艺作物落花落果、病害严重、裂果,甚至植株死亡。采用大棚促成或避雨栽培,可以避免雨水带来的直接不利影响,减轻病害及坐果不良等而保障高产稳产;但设施栽培也带来光照减弱、棚内空气湿度大等不利影响。

(1) 空气湿度大。南方不仅雨水多且空气湿度大,大多空气相对湿度在70%以上。空气湿度过大,往往会使果实增糖困难,可溶性固形物含量低,风味淡,着色差。且湿度过大,会使病害容易发生,低温冻害加重,引起授粉受精不良、落花落果严重、产量不稳等。

(2) 土壤含水量高。南方雨水多,遇连续阴雨、暴雨及台风时,往往会造成园地积水、江河倒灌、洪水泛滥,使得土壤含水量较高,影响根部呼吸,或使根群遭有毒物质危害,严重时引起植株死亡。

3. 日照特点

与北方相比,南方光照条件有较大的差别,主要表现为如下。

(1) 多雨,日照少。南方相对于北方,雨水多,阴天多,光照时间受影响,如葡萄在南



方露地栽培, 会因多雨引起开花坐果不良、落花落果、病害多、成熟期裂果等, 采用设施栽培, 可以避免或减轻多雨的危害; 但有些果树或果菜类植物, 设施栽培时, 如遇阴雨多, 还会影响果实增色、增糖和成熟。因此, 在雨水较多、雨日较长的天气下, 有必要给棚室进行增光, 以加速果实成熟, 提高品质。

(2) 高温, 光照强。光照不足或是光照过强, 都会影响果树设施栽培的正常进行。南方7—9月气温高, 光照强烈, 果树露地栽培, 其果实或嫩梢常遭日灼危害; 而设施栽培时若采用适当遮光, 可以避免或减轻强光危害; 但遮光不及时, 棚内温度有可能更高, 更易发生高温危害, 所以在强光高温天气下, 更需要遮光处理。

4. 有毒物质多

南方因为多雨、高湿常使土中含水量过多, 通气困难, 土壤缺氧, 而使铁离子还原成亚铁, 硫还原成硫化氢等有害物质; 如施肥不当, 也会引起氨气、亚硝酸、一氧化碳等有害气体较多, 毒害根系及棚内植物。

(二) 南方设施园艺高效栽培的关键

设施园艺是集生物、建筑、材料、机械、信息技术、栽培技术和管理等学科于一体的系统工程, 对应用者的管理和技术水平提出了更高的要求, 如对使用设施设备的选择、栽培方式和品种选择、生长环境调节和控制等, 都要求及时精确, 如管理不当, 不但达不到高产、高效益, 还将会高损失、高风险。要获得高效栽培, 必须把握好以下方面。

1. 选用适宜的设施类型

我国现今使用的园艺设施就棚体的大小和结构大体可分为大型设施、中小型设施和简易设施。大型设施, 如连栋或单栋温室、大棚、日光温室等; 中小型设施, 如中小棚、遮阳棚、避雨棚、改良阳畦等; 简易设施, 如风障、阳畦、冷床、温床、简易覆盖、地膜覆盖、防虫防鸟网等。温室往往还具有对环境条件调控的加温、降温、通风、遮阳、灌溉、施肥、控制系统等。

各种设施设备因其结构、性能不同, 功能、作用也各有不同, 在选用配置时应根据当地的自然条件、栽培季节、市场需要和栽培目的选择适用的。如南方地区一般栽培宜选择塑料单栋大棚、连栋大棚等, 而不宜采用日光温室; 温室宜选用适于南方气候条件的华东型温室, 同时, 还应注意资金、劳力、物料及技术力量等问题, 生产者应根据各自的条件, 根据需要和可能, 加以选择和配备。

2. 选择适宜的种类和品种

生产上要根据南方气候特点、设施类型及栽培方式选择相适宜的品种, 如蔬菜促成栽培中一般宜选择优质、早熟、耐寒、耐弱光等品种; 果树促成栽培中除选择早熟、优质、生育期短、耐弱光等特性外, 还应重点考虑需冷量要求低的品种; 最好还要考虑选择在露地条件下难以获得成功栽培, 而在设施条件下易获得高效的优势品种, 如欧亚种葡萄等。

3. 要求较高的管理技术

设施栽培是比露地生产要求较严格和复杂的技术。首先必须了解不同园艺作物在各生育阶段对外界环境条件的要求, 并掌握所用设施的性能及其变化规律, 协调好两者间关系, 从而创造适宜作物生育的环境条件。设施园艺涉及多学科知识, 所以要求生产者素质高, 知识全面; 不但懂得生产技术, 还要善于经营管理, 有市场意识。