



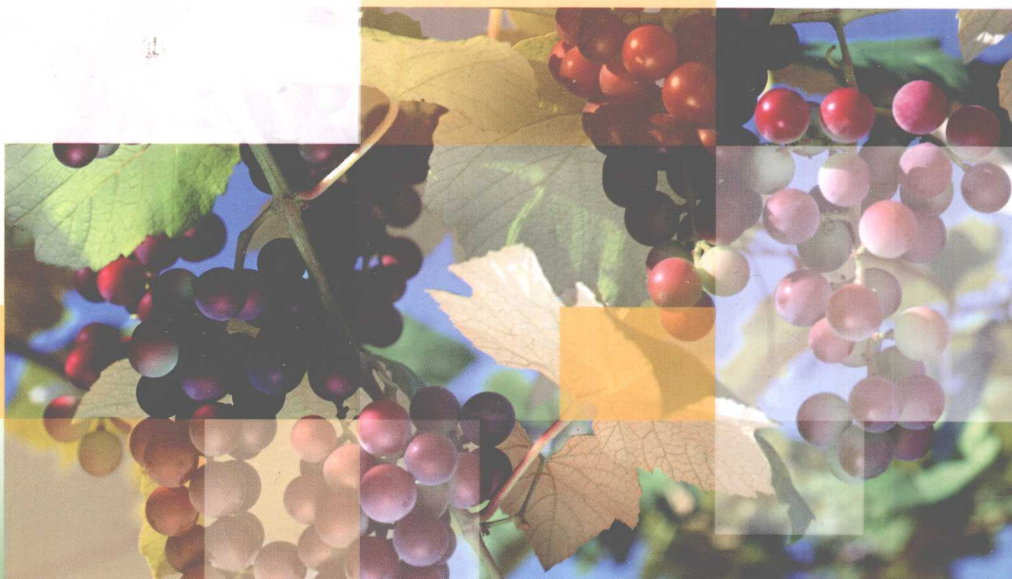
劳动和社会保障部职业技能鉴定推荐教材

21世纪 | 规划教材
高等职业教育 | 双证系列

设施园艺 (第二版)

主编 胡繁荣
主审 喻景权

上海交通大学出版社



劳动和社会保障部职业技能鉴定推荐教材

21 世纪高等职业教育
规划教材
双证教材

设施园艺

(第二版)

主 编 胡繁荣

副主编 王秀林

主 审 喻景

江苏工业学院图书馆
藏书章

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了园艺设施的类型、基本结构及性能,设施园艺的环境特点和调控技术,无土栽培技术,设施园艺种苗技术,设施蔬菜栽培技术和病虫害防治技术,设施果树、花卉栽培技术;设施园艺机械化技术及生长调节剂在园艺植物上的应用,同时突出技能训练,设计了园艺设施的构建、园艺植物的组织培养、环境检测与调控、灌溉技术等能力模块。

本教材适合高职高专园艺、设施农业、园林等专业学生使用,也可供农技人员及农民参考。

图书在版编目(CIP)数据

设施园艺/胡繁荣主编. —2版. —上海:上海交通大学出版社,2008

(21世纪高等职业教育规划教材双证系列)

劳动和社会保障部职业技能鉴定推荐教材

ISBN978-7-313-03152-5

I. 设... II. 胡... III. 园艺—保护地栽培—高等学校:技术学校—教材 IV. S62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 109373 号

设 施 园 艺

(第二版)

胡繁荣 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:韩建民

太仓市印刷厂有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:13.25 字数:323千字

2002年10月第1版 2008年8月第2版 2008年8月第4次印刷

印数:3050

ISBN978-7-313-03152-5/S·576 定价:30.00元

版权所有 侵权必究

前 言

设施园艺是把生物技术、农业工程和环境控制有机结合在一起,创造最适合植物生长的环境条件,从而实现优质、高产、高效的集约化农业,是现代化农业的重要组成部分,也是当今世界各国最有活力的新兴产业之一。通过设施栽培不仅能周年生产优质鲜嫩的蔬菜、水果和花卉,满足市场的需要;而且能大幅度增加产量、改进品质、增加农民的收入。随着农村农业产业结构的不断调整,设施园艺生产进入了蓬勃发展的新时期。为适应社会发展和高等职业技术教育改革的需要,我们编写了这本《设施园艺学》教材,供高职高专园艺、园林、设施园艺、现代农业(艺)、设施农业等专业使用,同时也可供职业培训之用,还可供农技推广人员和农民朋友阅读参考。

根据农业高职院校职业性、技艺性特点,遵照培养应用型人才的目标和以能力为本位的教育思想,本教材内容突出实用性、实践性、应用性、先进性和前瞻性。

本教材不仅涉及与设施园艺有关的内容非常丰富,如设施园艺发展的历史、现状和展望;设施园艺的研究内容;园艺设施的基本结构和覆盖材料;设施园艺的环境特点及调控技术;无土栽培技术;设施园艺种苗技术;设施蔬菜栽培技术;设施蔬菜病虫害防治技术;设施果树、花卉栽培技术;设施园艺机械化技术及生长调节剂在园艺植物上的应用等,同时突出技能训练,设计了园艺设施的构建、园艺植物的组织培养、环境检测与调控、灌溉技术等能力模块。每一个能力模块由若干个技能单元组成,每一个技能单元又分解为若干个可操作的单项技能。

本书自2003年问世以来,先后多次印刷,读者的厚爱更激励了我们心中的责任感,为了能更适应高职教育教学需要,我们对教材进行了修订。修订的内容,一是将书名《设施园艺学》改为《设施园艺》,二是改正了个别错误,三是对若干章节进行了调整,删繁就简,增加了茄子、厚皮甜瓜设施栽培技术内容。

在教材编写过程中,全体参编人员付出了辛苦的劳动。胡繁荣担任主编,副主编为王秀林、沈玉英。全书分工如下:沈玉英编写第4、11章和能力模块2等内容,施雪良编写第7章和能力模块4等内容,王秀林负责设施园艺编写大纲的修订、第4章等内容,胡繁荣编写第1、2、3、6、8、9、10、12、13、14、15、16以及能力模块1、3等内容,并负责全书的统稿。本教材承蒙浙江大学博士生导师喻景权教授认真、细致地审阅了全部内容,并提出了许多宝贵的意见。书中引用借鉴了有关专著的研究资料和图片,在编写过程中,还得到了浙江省金华职业技术学院和上海交通大学出版社的大力支持,在此一并致谢。

由于编写时间仓促,加上编者水平所限,一定有许多错误和不足之处,敬请老师、同学和园艺业界的广大朋友提出宝贵意见。

编者

2008年6月

目 录

1 走进设施园艺	1
1.1 设施园艺的内容	1
1.2 我国设施园艺的特点	1
1.3 设施园艺技术的展望	3
1.4 如何学好设施园艺课程	7
2 简易园艺设施	8
2.1 地面简易覆盖	8
2.2 近地面保护设施	10
3 塑料拱棚	16
3.1 小棚	16
3.2 中棚	18
3.3 大棚	19
4 温室	25
4.1 温室分类	25
4.2 日光温室	25
4.3 玻璃温室	30
4.4 塑料温室	31
4.5 双层充气温室	33
4.6 温室的遮阳系统	34
4.7 温室降温系统	36
4.8 温室的通风	37
4.9 温室开窗系统	38
4.10 温室的加温方式	38
4.11 温室栽培系统	40
4.12 温室的环境控制系统	40
5 南方夏季保护地设施	43
5.1 塑料遮阳网覆盖栽培	43
5.2 防雨棚	44
5.3 防虫网	45

5.4	无纺布	47
6	地膜覆盖栽培	49
6.1	地膜的种类、规格及性能	49
6.2	地膜覆盖栽培早熟高产机制	53
6.3	地膜覆盖栽培技术	58
7	园艺设施的环境特性及调控	61
7.1	光环境及其调控	62
7.2	温度环境及其调控	71
7.3	湿度环境及其调控	79
7.4	气体环境及其调控	83
7.5	土壤环境及其调控	87
7.6	不利环境及抗御技术体系	92
7.7	园艺设施的综合环境管理	95
8	园艺设施的规划设计	97
8.1	园艺设施规划设计的重要性	97
8.2	园艺设施的建筑特点与要求	97
8.3	场地的选择与布局	98
8.4	园艺设施建筑计划的制定	100
8.5	园艺设施基地建设的投资估算与经济分析	103
9	设施园艺机械化技术	105
9.1	概述	105
9.2	设施园艺机械种类及工作过程	107
10	无土栽培	111
10.1	无土栽培的分类及特点	111
10.2	无土栽培的营养液与肥料	113
10.3	水培	119
10.4	基质栽培	123
10.5	无土栽培的管理技术	128
11	设施园艺种苗技术	130
11.1	设施栽培对品种的基本要求	130
11.2	现代育苗技术	130
11.3	组织培养	141

12 蔬菜设施栽培技术	143
12.1 蔬菜设施栽培的特点.....	143
12.2 蔬菜设施栽培的制度.....	144
12.3 番茄设施栽培技术.....	150
12.4 茄子设施栽培技术.....	152
12.5 厚皮甜瓜设施栽培技术.....	155
13 蔬菜设施栽培病虫害综合防治技术	160
13.1 蔬菜设施栽培病虫害发生的特点.....	160
13.2 蔬菜设施栽培病虫害防治的主要任务和基本原则.....	161
13.3 蔬菜设施栽培病虫害综合防治技术.....	162
14 花卉设施栽培技术	169
14.1 花卉设施栽培概述.....	169
14.2 设施栽培花卉的主要种类.....	170
14.3 切花设施栽培技术.....	171
14.4 盆栽观花植物设施栽培技术.....	175
14.5 盆栽观叶植物设施栽培技术.....	177
15 果树设施栽培技术	180
15.1 果树设施栽培概述和种类.....	180
15.2 葡萄设施栽培技术.....	181
15.3 草莓设施栽培技术.....	183
16 设施栽培中生长调节剂的应用	186
技能训练	188
能力模块 1 园艺设施的构建	188
能力模块 2 园艺植物组织培养	191
能力模块 3 环境检测与调控	194
能力模块 4 灌溉系统及其应用技术	198
参考文献	203

1 走进设施园艺

学习目标

理解设施园艺概念,了解园艺设施的重要性和发展历史,熟悉国内外园艺设施现状、问题及发展前景。

1.1 设施园艺的内容

设施园艺是指在外界自然条件不适宜园艺植物生长的季节,采用温室等人工设施及相关联的加温保温、降温降湿、通风遮光等设备装置,人为地创造适合园艺植物生长发育的小气候环境生产蔬菜、花卉、水果等园艺产品的一种环境调控农业。它通过人工、机械或智能化技术,有效地调控设施内光照、温度、湿度、土壤水分与营养、室内 CO_2 浓度等环境要素,按照栽培要求为各种园艺作物提供适宜乃至最佳的生育环境,有效地克服外界不良条件的影响,科学、合理地利用国土资源、光热资源、人力资源,从而有效地提高劳动生产率和优质农产品的产出率,大幅度增加经济效益、社会效益和生态效益。

1.2 我国设施园艺的特点

中国是世界上应用设施园艺技术历史最悠久的国家之一。我国的设施园艺最早的文字记载见于西汉的《汉书补遗》:“太官园种冬生葱韭菜茹,覆以屋庑,昼夜燃蕴火,得温气乃生……”到了唐朝,温室种菜又有发展。王建在《宫词》中写道:“酒幔高楼一百家,宫前杨柳寺前花,内园分得温汤水,二月中旬已进瓜。”说明我国 1 200 多年前已用天然温泉进行瓜类栽培。到了元朝已有风障栽培韭菜的技术。清朝时候,北京有了“北京式土温室”。新中国成立后,随着生产的发展,人们对蔬菜产量、品质需求水平的提高,有力地促进了设施蔬菜栽培技术的发展。各地根据气候和物资条件,因地制宜,就地取材,发展设施栽培,由简单到复杂,由小型到中大型,逐步形成多种类型、多种方式的设施栽培技术体制。

1.2.1 设施蔬菜栽培由城镇郊区向农作区发展

改革开放前,我国设施蔬菜栽培多集中在大中城市近郊及老菜区,现向广大农作区发展,目前在山东寿光、苍山,河北永年,辽宁海城、北宁,河南扶沟,安徽和县等广大农作区发展了一大批集中连片大规模产业化设施栽培生产基地,并建立了相应的大市场,成为全国大流通的蔬菜集散中心。

1.2.2 设施蔬菜栽培区向南扩展

设施蔬菜栽培过去多集中在东北、华北及西北地区,后向黄河中下游的黄淮平原发展,成为新的主产区。近年来设施栽培在沿长江流域、长江中下游以及长江以南的广大地区,如安徽、浙江、江苏、湖北、江西等省发展迅猛,形成了新的发展热点。

1.2.3 节能日光温室发展迅速

节能日光温室以其结构性能优越,建造容易,适合我国目前经济、技术水平,能实现高产高效的突出功能而受到广大农民的青睐,发展速度很快,配套设备及技术日趋完善,对解决我国北方冬春季节鲜菜供应的巨大作用越来越被人们所认识。

1.2.4 设施结构趋于大型化

温室、大棚等大型园艺设施在园艺设施中所占的比重增加,1981~1982年度中小拱棚占总设施面积的69%,薄膜温室及大棚占14%和17%;而到1995~1996年度温室、大棚面积已分别上升到26%和27%,说明我国设施结构趋于大型化。

1.2.5 种植作物种类多元化

过去设施栽培的作物种类非常单调,90%以上是黄瓜、番茄、芹菜、白菜、甘蓝等,现设施内种植的种类向名、特、优、新蔬菜发展;向多种类多品种方向迅速发展;向甜瓜、西瓜、草莓、食用菌以及桃、油桃、苹果、大樱桃、葡萄等高产值的果树作物方向发展;向月季、菊、满天星、香石竹等切花,杜鹃、仙客来以及小仓兰、郁金香等盆花、球根花方向发展。设施栽培已突破蔬菜向多元化方向迈进。

1.2.6 无土栽培发展迅速

无土栽培具有节肥、节水、省力、省农药和高产、优质等特点,是设施农业工程技术的重要内容。当前,我国无土栽培中应用较多的是由中国农业科学院蔬菜花卉研究所推出的成本低、管理简单、产品质量达到国家绿色食品标准的有机生态型无土栽培技术。近年来,我国无土栽培面积增长迅速,1990年仅为7hm²,2000年达500hm²,示范效果良好,经济效益、社会效益及生态效益比较显著。

1.2.7 绿色食品芽苗菜生产开始普及

在设施内生产AA级绿色食品芽苗菜已在全国一些城镇开始普及,作业方法简单、成本低廉,可以生产豌豆芽苗、香椿芽、萝卜芽、蕹菜芽、枸杞头、荞麦芽、菊苣芽等10余种芽苗菜。生产过程中不施化肥,禁施农药,其产品能达到中国绿色食品发展中心所提出的AA级绿色食品的标准,在扩大设施内栽培面积、开拓营销市场方面很有前景。因此它不仅有着丰厚的经济效益,而且社会效益、生态效益也十分显著。

1.2.8 设施类型多样化

我国目前的园艺设施主要有塑料大棚、中小拱棚、加温温室、普通温室和节能型日光温室

等设施;有遮阳网及避雨栽培,有不织布、防虫网覆盖夏季抗虫栽培等多种栽培类型,可进行秋冬茬、冬春茬、早春茬、夏秋茬抗热栽培等。设施类型的多样化和栽培种类品种的多样化使某些蔬菜种类和品种可周年生产、周年均衡供给,不仅有效地丰富了菜篮子,而且对发展农村经济、脱贫致富,对社会稳定、促进国民经济发展都有重要的意义和作用。

1.3 设施园艺技术的展望

1.3.1 国外设施园艺的现状与发展

目前,世界各国均在以设施园艺为切入点,建造现代园艺设施,通过投入自动化、机械化、微电子智能化的高新技术,使设施内的温度、湿度、光照、营养等综合环境自动控制,以达到作物所需的最佳状态;使生产作业高度自动化和机械化,达到科学配置和合理利用资源。由于自动化和智能化高科技的应用,栽培环境不受自然条件的影响,使园艺产品现代化生产成为现实。

面对 21 世纪世界人口膨胀、资源短缺、环境恶化、食物安全供给矛盾突出等严峻问题,发达国家在设施园艺工程技术研究开发方面投入巨资,进行了大量综合性的研究和科学探索,取得了显著的成就。

1.3.1.1 建立植物工厂

植物工厂是继温室之后新设计制造出的一种高度集约化、自动化、工厂化生产的农业设施工程,是个密闭的建筑物。它与温室不同点在于可以完全摆脱外界自然条件和不良气候的影响和制约,应用近代先进的技术设备、装置,按照不同作物对环境条件的需求,实现人工控制生育环境,全年均衡进行农产品生产,达到高产、优质、均衡供给的目的。

目前,高效益的植物工厂在某些发达国家发展迅速,已经实现了工厂化生产蔬菜、食用菌和名贵花木等。美国现在正在研究利用植物工厂种植小麦、水稻,以及进行植物组织培养和脱毒、快繁。据报道,近年日本已有企业建立了面积为 1500 m^2 的植物工厂,并安装有农用机器人,从播种、培育到收获实现了智能化。由于这种植物工厂的作物生长环境不受外界气候等条件影响,蔬菜种苗移栽两周后即可收获,全年收获产品 20 茬以上,蔬菜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,每平方米产菇 25.3 kg。

目前,美国、日本、奥地利、澳大利亚等国建立的植物工厂有 30 余座,主要用于科学研究和探索。植物工厂建造成本高,尚未达到实用化阶段,降低设备投资和运行成本是今后重要的研究课题。

1.3.1.2 生物圈 2 号

建立在美国南部亚利桑那州的“生物圈 2 号”,是与世隔离的、从事专门研究的特殊设施,总面积为 1.58 hm^2 ,按地球上热带海洋、热带雨林、沙漠、沼泽、灌木丛、草原以及集约农业等分为 7 个区,用现代科学的方法生产作物。第一批进去的 8 人都是各类科学家,进行为期 2 年的研究;第二批进去 6 人,进行 1 年研究;第三批进去 6 人,进行 5 年研究。尽管存在不少问

题,但“生物圈 2 号”的作物产量比地球上高 16 倍。我们居住的地球被称为“生物圈 1 号”。“生物圈 3 号”、“生物圈 4 号”将分别建立在南极和北极。“生物圈 5 号”将发射到月球,以解决人类长期在宇宙空间的生存问题,估计在 2020 年。

1.3.1.3 美国宇航局的无土栽培研究

美国宇航局委托一些大学和研究机构,研究用最小的面积生产供 1 个人在太空中的必要食物,并研究人的排泄物等充分循环再利用问题。最新技术为:每平方米面积可种植小麦 10 000 株(种 1.2 m^2 的小麦就够一个人吃的面粉),玉米株高仅 40~50 cm 就成熟了;西红柿每平方米种 100~120 株。目前,支持一个人在太空中生活,吃的东西包括麦、薯、豆、菜等,每人只需 6 m^2 就够了,这些作物从种到收一般为 50~60 d。

在基础理论方面,过去认为各种植物都有个“光饱和点”,超过饱和点,光照强度增加,植物的产量是不会增加的。现在通过航天植物生产研究,认为只要各种条件配合好,光强增加,植物的产量可直线上升。

1.3.1.4 机器人移苗与灌溉

现在蔬菜、花卉和苗木生产的数量激增,育苗中移苗需要很多人工,由于按时工资不断提高,促使了移苗机器人的诞生。所谓机器人,实际上是一个机器手,前面有两个类似大头针的传感器,是具有视觉和触角两种功能的综合体。机器手将育苗盘上小苗孔的幼苗移栽到大苗孔的苗盘上,平均 1.2 s 移 1 株,移栽几十万株苗的繁重劳动,对机器人来说是很容易的,并且它能辨别好苗和坏苗,具体操作时能把好苗有条不紊地移栽到预定的位置上,而把坏苗抛到一边。

机器人还能指挥灌溉。新式的育苗盘底部设有排水孔,机器人能准确测出育苗盘的水分,根据光反射和折射的原理来准确测定植物需水量,进行适量灌溉,这样就没有多余的水流出,既节约用水,减少病虫害发生,又能保持环境清洁。

1.3.1.5 耐低温弱光优良品种的选育

世界上设施农业最发达的国家首推荷兰。荷兰培育的多种作物在低温、弱光的外界环境下生长良好。北欧的冬季和春季,阴天多、晴天少,但设施内培育的黄瓜仍结果累累,抗病,皮较光滑,适合于单果塑料包装。这种果实商品性好,放在室内常温条件下 10d,仍然能保持新鲜。中国的黄瓜品种大多不耐弱光,果皮刺多,不适合于单果塑料包装,在国际市场上竞争能力差。

荷兰培育的卡鲁素(Caruso)番茄品种,在世界各地都表现良好,果形整齐,不易裂果,产量高。中国的番茄容易裂果,耐贮性差。

荷兰的月季花每年产 $250\sim 350$ 枝/ m^2 ,中国年产 150 枝/ m^2 。荷兰切花出口量占全世界总出口量的 71%,每年出口 9.2×10^8 枝;另外,哥伦比亚占 9%,以色列占 6%,意大利占 5%。

1.3.1.6 育苗基质及营养液的自动调节系统

西欧过去认为草炭育苗好,后来改为岩棉,现在认为椰子壳纤维育苗最好。

欧洲共同体已规定,21 世纪全部温室作物生产必须实行无土栽培。配制营养液是个重要

技术,发达国家无土栽培的营养液配制已实现自动化,由计算机控制营养液的酸碱度和电导度,还能根据太阳辐射强度来调整植物所需要的元素;而我国无土栽培的营养液配制,基本上还是用人工调节。

1.3.1.7 设施内环境调控与智能化管理系统

设施内栽培,根据作物不同生育阶段所需要的最佳条件,设定量化指标,由环境综合控制系统即智能化管理系统对设施内的温度、湿度、照度、CO₂ 浓度、土壤水分、营养等综合因子进行监测和有效的调控,使其充分满足不同作物在不同生育阶段对环境条件的需求,以发挥最大的生产能力。日本在植物工厂内通过智能化综合环境调控,对番茄、甜瓜、黄瓜进行水气栽培,单株结果数番茄达 12000 个,黄瓜 3300 条,甜瓜 90 个,显示了巨大的生产潜力。

智能化综合管理系统可以与气象、市场、周边农作物生产网络、病虫害发生测报以及 Internet 相接,通过计算机网络可以了解各方面的信息,指导高产高效的栽培作业,实现信息网络化、环境调控自动化、各项作业机械化,进入设施农业工程技术高层次、工厂化新境地。

1.3.2 我国设施园艺与先进国家的差距及对策

1.3.2.1 差距

(1) 技术路线落后 发达国家工业基础好,科技先进,经济实力强,发展设施园艺采用了高投入、高产出、高效益的技术路线,实践证明是成功的。而我国经济实力不强,且农产品比价较低,生产上采取低投入、低能耗、设施简易,应尽力走提高产量、增加效益的路线。

(2) 设备、设施装备水平低 我国目前园艺设施多为结构简单、性能较差、抗御自然灾害能力不强的竹木结构塑料大棚、中小拱棚以及就地取材建造的节能型日光温室,而现代化温室数量相对较少。

(3) 设施环境调控能力差 我国塑料大棚、中小拱棚及温室一般均无自动环境调节装置,基本上靠手工作业通风、降温、排湿来完成设施内的生育环境调节,而增温、增光则更多地依赖于太阳辐射。设施环境调控完全处于被动局面。

(4) 劳动生产率与机械化水平低 我国目前的设施栽培各技术环节均由手工作业完成,工效低。

(5) 缺乏专用品种,产量水平低 我国设施栽培专用品种及其对设施环境的适应能力、产量和质量水平与国外品种相比相差较远。专用良种缺乏、设施装备落后、环境调控能力不强,加之配套技术不规范,使我国设施园艺高产、优质、高效的技术体系不能形成。我国设施栽培的黄瓜、番茄产量仅 7~8 kg/m²,而荷兰温室黄瓜、番茄 1 季产量可达 30~50 kg/m²,较我国高出 3~5 倍。

(6) 采后加工处理技术滞后 设施园艺产品采后加工处理是增强商品性、提高产品档次、增加产值的有效方法。国外对设施园艺产品的加工包装非常考究,其程序包括产品预冷、清洗、分级、加工包装、张贴商标等系列过程,部分产品的加工包装实现了自动化和机械化。在保冷、保鲜、保质的条件下,尽量减少流通环节,尽快到达消费者手中。对出口产品的加工、分级、包装规格要求更高。

(7) 我国园艺产品分级加工包装设备、采后产品加工贮藏配套技术严重滞后 我国园艺

产品加工率仅占 15%，而发达国家一般在 60% 以上，甚至达到 100%。设施产品加工设备和落后的局面与我国设施栽培面积急剧扩大、产量增加，广大市民对提高产品质量的要求和出口创汇是不相适应的。生产—加工—销售有机结合、互相促进，完全与市场经济发展相适应的管理体制和运行机制尚未形成，而分散经营、各自为战的传统的栽培方式与落后的销售方式阻碍了设施园艺工程技术全面深入地发展。

(8) 资源浪费严重 我国目前的设施园艺是劳动力密集型的传统栽培法，是资源依赖型农耕方式，对土地、种子、化肥、水资源、光热资源都存在严重的浪费现象。化肥的大量施用还造成了土壤及生态环境的污染。节能型日光温室实际利用面积仅为 50%。采用大水漫灌的灌溉方式，水分利用率仅为 30%~40%，这与先进国家自动化、科学化节能节水技术相差甚远。

1.3.2.2 今后研究的课题

针对我国设施栽培发展现状及其与国外先进国家的差距，考虑我国目前的实际情况和可能，应在如下几个方面深入研究开发，以尽快将我国设施农业工程技术提高到一个崭新的阶段。

(1) 加强种苗技术研究开发 科研单位、新品种选育专营单位、高等院校应充分利用我国丰富的种质资源和世界先进的育种技术，选育适于设施内耐低温寡照、抗病、优质、高产的专用品种，这是大幅度增加单产、改进和提高产品质量的基础；同时在那些设施栽培面积大、集中连片、产业化程度高的地区应研究适应我国栽培习惯且适用性、技术性、经济效益都好的工厂化育苗技术，使蔬菜集中生产、分散供给，逐步改变家家搞大棚、户户育菜苗的落后局面。

(2) 提高园艺设施总体装备水平 针对我国目前大棚、中小拱棚、温室、节能型日光温室结构简单、牢固性差、性能不强、抗御自然灾害能力差的现实，应根据目前的经济实力和可能，对量大面广的设施按照科学的设计原理，选用高强度材料进行逐步改造，以增强性能，提高抗灾能力。

(3) 研制开发具中国特色的现代温室或连栋大棚 根据我国经济、技术、需求和气候条件的实际，在保证质量、增强牢固性和适用性的条件下，要尽力降低温室造价。温室以轻型耐用、抗风雪荷载力强、性能好、便于组装、能控制环境为原则。

(4) 提高设施环境的能力 我国目前已从国外引进大量大型连栋智能化现代温室，其自动化和智能化综合环境调控能力强。但是，我国仍有 $1.333 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 以上的设施栽培面积结构简单，环境调节仍以人工手动为主，自动化程度低、劳动强度高、作业环境差、工作效率低。所以在考虑设施环境自动化、智能化的时候，应注重对国外自动化环境调控系统的消化吸收。

在研究开发我国设施综合环境调控装置专家管理系统时，一方面要参照国外的经验，另外也应结合我国气候与栽培特点，试验、总结并提示不同作物生长发育、产量形成以及病虫害发生与温、光、湿、气、土等环境要素的关系参数，逐步实现设施环境调控自动化、智能化，使管理规范、科学化，将设施农业工程技术水平提高到一个新的高度。

(5) 提高劳动者素质，增产增效 我国设施栽培发展速度很快，大型的产业化的设施园艺区域多集中在以粮棉生产为主的农作区。这里技术水平相对较低，总体产量水平与先进国家相比差距甚远，还未脱离传统的经验式的管理，所以提高劳动者的文化素质，用设施栽培的高新技术和科学化栽培管理技术武装农民、教育农民，使其全面、系统地掌握高产、高效栽培技术

并能灵活运用,是大幅度增加产量、提高效益的基础条件。

(6) 开展采后处理及加工商品化技术的开发研究 随着人们生活水平的提高和对园艺产品外观及内在质量要求的不断提高,国家对出口农产品质量提出了更高的要求,传统的方法已完全不能满足高度商品化的需求,所以对设施园艺产品进行采后分级、清选、包装、预冷、加附商标等系列化采后处理就成为必不可少的生产环节。因此要研究开发采后加工的设备及相配套的先进加工技术,这是提高产品档次、增加产品附加值、强化商品性、增加效益、满足需求不可少的措施之一。

1.4 如何学好设施园艺课程

学习设施园艺课程,不仅要了解环境条件的调控原理、园艺设施结构、性能变化规律,而且要掌握一般的设计原理及施工要求。因此,要在学习植物生长与环境、植物课程、植物保护、园艺机械、电子计算机应用等课程的基础上,进一步学习研究园艺植物的形态特征和生物学特性等,要学会将园艺植物这些特性与园艺设施环境特征有机地结合,充分发挥有利的环境因素,改善或消除不利的环境因素。设施栽培是反季节栽培,作物经常会遇到逆境,如低温、寡照或高温、高湿等,所以,除掌握一般的植物生理学知识外,对逆境生理的有关理论,应特别注意学习掌握,使环境调控做到有的放矢。

设施园艺课程是一门实践性强的课程,学习者应经常深入生产实践,通过实际观察和操作,掌握其知识和技能。

思考题

1. 设施园艺的内容包括哪些?
2. 简述我国设施园艺发展的特点、存在的问题与今后研究方向。
3. 何为植物工厂、航天植物生产和生物圈 2 号?
4. 简述国外设施园艺发展的现状和趋势。

2 简易园艺设施

学习目标

了解地面简易覆盖和近地面覆盖的类型和作用,能正确选择建造风障、温床的场所,能使用工具建造酿热温床、电热温床。

简易园艺设施主要包括地面简易覆盖和近地面覆盖两类。其中,地面简易覆盖又包括砂田覆盖、秸秆和草粪覆盖、瓦盆和泥盆覆盖、水罩覆盖等类型;近地面覆盖又包括风障畦、阳畦、朝阳沟、温床等类型。这些园艺设施虽然多是较原始的保护栽培设施类型,但由于它具有取材容易、覆盖简单、价格低廉、经济效益相对较显著等优点,目前仍在许多地区应用。

2.1 地面简易覆盖

2.1.1 砂田覆盖

砂田覆盖栽培起源于我国甘肃省中部地区,至今已有四五百年的历史。砂田主要分布于我国西北的甘肃、青海、宁夏、陕西及新疆等地。

2.1.1.1 砂田覆盖的方式

砂田可分为旱砂田和水砂田两种。旱砂田主要分布于高原和沟谷中,以种植粮食作物为主。水砂田分布于水源充足的地方,以种植蔬菜和瓜果为主。

砂田是用大小不等的卵石和粗砂分层覆盖在土壤表面而成。在铺砂前要进行土壤翻耕,并施足底肥,压实。铺砂后一般土壤不再翻耕,但有时在前茬作物采收后进行翻砂,以多积蓄雨水,有利于下茬作物生长。旱砂田的铺砂厚度一般为 10~16 cm,其使用年限可达 40~60 a。水砂田的铺砂厚度一般为 5~7 cm,使用年限为 4~5 a。

铺设砂田是一项费时、费工的农田基本建设,一般每公顷砂田用工 900~1 200 个,用沙量 $10 \times 10^4 \sim 20 \times 10^4$ kg。因砂田使用年限较长,因此必须注意质量。具体应注意以下 5 个方面:

- ① 底田要平整,并要做到“三犁三耙”,镇压,使其外实内松。
- ② 施足基肥,一般每公顷施有机肥 $3.75 \times 10^4 \sim 7.5 \times 10^4$ kg,并需追施氮磷钾无机肥。
- ③ 选用含土少、色深、松散的、合适沙子和表面棱角少而圆滑、直径在 8 cm 以下的卵石,砂、石比例以 6:4 或 5:5 为宜。
- ④ 铺砂厚度要均匀一致,旱砂田或气候干旱、蒸发量大的地区应铺厚些;水砂田或气候阴凉、雨水较多的地区应适当薄些。
- ⑤ 整地时应修好防洪渠沟,使排水通畅。

2.1.1.2 砂田的性能

(1) 保持土壤水分 因砂粒空隙大,降雨后雨水立刻渗入地下,减少了地表径流,增加了土壤含水量。据测定:砂田的水分渗透率比土田高9倍。同时也因为砂粒空隙大,不能与土壤的毛细管连接,因此土壤水分不能通过毛细管的张力而大量向外蒸发,从而达到了良好的保墒作用。据检测,砂田3~10月的含水量变化很小;而且砂田与土田相比,越是土壤表层,砂田比土田的含水量越多。如0~10 cm土田平均含水量为7.92%,而砂田为15.72%。

(2) 增加土壤温度 因砂、石凸凹不平,使地表面的受热面积较大,还因为砂、石松散,其内部有大量的空气,因此降低了砂、石整体的热容量,从而使白天砂、石增温较快。这些热量不断地传导到土层中,使土壤也增温较快。而且当外界降温时,由于砂、石疏松,土层中的热量又不容易传导到地表上来,减少了放热,所以砂田土壤温度要比土田高。据测定,3月份砂田平均土壤温度为8.52℃,土田则为5.32℃。

(3) 具有保肥作用 因砂田地地表径流很少,肥料被冲刷的也少,而且无机盐类挥发损失也少,又由于砂田很少翻耕,有机质分解较慢,因此具有一定的保肥作用。砂、石覆盖后,也可减少杂草的危害。

2.1.1.3 砂田的应用

低温干旱地区可利用水砂田栽培喜温果菜类蔬菜,西北地区多栽培甜瓜、白兰瓜和西瓜等瓜果类作物。

1.1.2 秸秆及草、粪覆盖

2.1.2.1 秸秆覆盖

秸秆覆盖是在畦面上或垄沟及垄台上铺一层农作物(如稻草)秸秆,铺设厚度因目的不同而异,一般为4~5 cm。

铺设秸秆的作用有:可保持土壤水分稳定,减少浇水次数。可保持土壤温度稳定。由于稻草疏松,导热率低,因此南方地区覆盖稻草可减少太阳辐射能向地中传导,故可适当降低土壤温度;而北方地区秋冬季节覆盖稻草可减少土壤中的热量向外传导,从而保持土壤有较高的温度。可防止土壤板结和杂草丛生。可防止土传病害的侵染。由于覆盖稻草后减少了降雨时土壤溅到植株上,因此减少了土传病害的侵染机会,从而减轻了病害的发生。可以减少土壤水分蒸发,降低空气湿度,从而也可起到减轻病害发生的作用。

秸秆覆盖在我国南方地区夏季蔬菜生产中应用较多;北方地区主要在浅播的小粒种子(如芹菜、韭菜、葱等)播种时,为防止播种后土壤干裂以及越冬蔬菜冻害时应用。

2.1.2.2 草粪覆盖

草、粪覆盖是初冬大地封冻前,一般在外界气温降至-5~-4℃,在浇过封冻水的地面上已有些见干时,在畦面上盖一层4~5 cm厚的碎草或土粪。在初春夜间气温回升到-5~-4℃时撤除覆盖物。如果过早撤除覆盖物,在覆盖物下已开始萌发的植株易受冻害;如果过晚撤除覆盖物,已萌发的植株由于长期见不到光而叶片黄弱,湿度大时还会造成植株茎叶腐

烂。草、粪覆盖可减轻表层土壤的冻结程度,保护越冬植物不受冻害而安全越冬;同时可使土壤提前解冻,使植株早萌发生长,达到提早采收和丰产的目的;而且还可减少土壤水分蒸发,保持土壤墒情,避免春季温度回升时因土壤缺水而造成越冬植株枯死。

草、粪覆盖主要在我国北方越冬蔬菜中应用较多,但应用草、粪覆盖时还要与其他措施相结合,才能取得很好的效果。如草、粪覆盖配合风障,可大大提高地温,促进提早采收;适时播种可增加植株的抗寒力;及时浇封冻水可避免第二年春天由于土壤干裂而死苗等。

2.1.3 瓦盆和泥盆覆盖

瓦盆及泥盆覆盖是在早春夜间将瓦盆或泥盆扣在已定植的幼苗上。这种覆盖必须是傍晚扣上,早晨揭开,并将盆放在幼苗的北侧,既可在白天对幼苗遮光,还可防止西北风或北风吹苗,目前在我国西北一些地方应用。此外,国外还有水罩覆盖,又称“水围墙”,是将双层厚的塑料薄膜充满水,做成钟罩状,每罩扣一株苗,作用类似瓦盆,但因透光故可昼夜覆盖。这些覆盖具有防风、防霜、减少地面辐射、提高温度的作用,与小拱棚相比,具有成本低廉、不需坚固骨架材料等特点,但管理费工,保温效果也较差,只适合小面积应用。这些覆盖主要用于早春果菜类蔬菜提早定植,一般可提早定植 7~10 d,提早收获 10 d 左右。

2.1.4 浮动覆盖

浮动覆盖也称直接覆盖或浮面覆盖(主要形式有露地浮动覆盖、小拱棚浮动覆盖、温室和大棚浮动覆盖等三种),是将透明覆盖材料直接覆盖在作物表面的一种保温栽培方法。浮动覆盖常用的覆盖材料有不织布(无纺布)、遮阳网等。蔬菜作物播种或定植后,盖上覆盖材料,周围用绳索或土壤固定住。覆盖材料的面积要大于覆盖畦的实际面积,给作物生长留有余地。在大型落叶果树上应用时,可将覆盖物罩在树冠上,在基部用绳索固定在树干上。

采用浮动覆盖可使温度提高 1~3℃,春秋应用可使耐寒和半耐寒蔬菜露地栽培提早或延后生长 20~30 d,喜温蔬菜提早或延后,果树提早发芽生长 10~15 d,也可使叶菜类蔬菜春提早和秋延后栽培,落叶果树春提早栽培,特别是防止霜冻效果较好。

2.2 近地面保护设施

2.2.1 风障畦

2.2.1.1 风障畦的结构

风障是设置在菜田栽培畦北面的防风屏障物,由篱笆、披风及土背三部分组成,用于阻挡季候风,提高栽培畦内的温度。风障根据设置的不同,分为小风障和大风障两种。

小风障畦的结构简单,只在菜畦的北面竖立高 1 m 左右的芦苇、竹竿夹稻草等做成的风障。它的防风范围较小,在春季每排风障只能保护相当于风障高度两三倍的菜畦面积。

大风障畦又有完全风障和简易风障两种。完全风障(普通风障)是由篱笆、披风、土背三部分组成,高为 1.5~2.5 m,并夹附高 1~1.5 m 的披风,披风较厚。简易风障(或称迎风障)只设置一排篱笆,高度 1.5~2.0 m,密度也稀,前后可以透视。