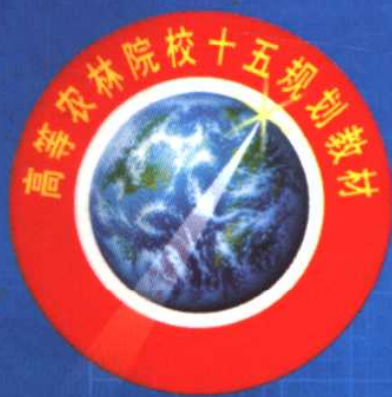




全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教学指导委员会审定

农业生物环境工程

农业建筑环境与能源工程专业用

马承伟 苗香雯 主编

中国农业出版社

全国高等农业院校教材
全国高等农业院校教学指导委员会审定

农业生物环境工程

马承伟 苗青雯 主编

农业建筑环境与能源工程专业用

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

农业生物环境工程 / 马承伟, 苗香雯主编. —北京:
中国农业出版社, 2005. 1
全国高等农业院校教材
ISBN 7-109-09006-X

I. 农... II. ①马...②苗... III. 农业-生物环境-环境工程-高等学校-教材 IV. S181

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 135803 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 100026)
出版人: 傅玉祥
责任编辑 郭元建

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2005 年 2 月第 1 版 2005 年 2 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/16 印张: 25.5 插页: 1

字数: 611 千字

定价: 36.20 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 简 介

本教材系统论述现代设施农业生物环境工程的技术原理、环境设施工程及设备的设计与计算方法。全书共分八章,前三章为农业生物环境工程专业所涉及的热工基础,采暖、通风和降温等共性技术知识。第四章至第八章为农业生物环境工程各应用领域的内容,包括温室环境调控、畜禽环境调控、水产养殖环境、畜禽废弃物处理与利用、果蔬储藏工程等。本教材内容系统性强,注重充分反映国内外近年研究成果和技术发展状况,内容翔实,书中提供大量实用工程设计所需的资料数据。

本教材可作为农业建筑环境与能源工程专业大学本科教材,以及农业工程、环境工程、园艺、畜牧、林业等类相关专业选修课参考书,也可供从事设施农业、农业建筑、生物环境控制和能源工程及相关专业的科研、工程技术人员和研究生参考。

主 编 马承伟 (中国农业大学)
苗香雯 (浙江大学)
副主编 王铁良 (沈阳农业大学)
参 编 刘建禹 (东北农业大学)
陈丽梅 (吉林农业大学)
张无敌 (云南师范大学)
梅晓岩 (沈阳农业大学)
李伟清 (西南农业大学)
贺冬仙 (中国农业大学)
杨建英 (北京林业大学)
伍德林 (安徽农业大学)
张饮江 (上海水产大学)
刘 鹰 (中国科学院海洋研究所)
主 审 崔绍荣 (浙江大学)

前 言

农业生物环境工程是农业建筑环境与能源工程专业的一门重要专业课程。该专业的最早的专业课正式教材《农业生物环境工程》(崔引安主编,姚维祯、周允将、黄之栋合著)于1994年出版后,为国内各农业院校广为采用,在农业生物环境工程的教学中发挥了很好的作用。

最近十年,我国设施农业和农业生物环境工程技术,以及农业建筑环境与能源工程学科和教育获得了快速的发展。为了反映近年来该专业领域的最新进展以及专业教育方面积累的经验,重新编写该教材已是迫切的需要。2001年《农业生物环境工程》教材列入精品教材建设计划后,由中国农业大学、浙江大学、沈阳农业大学、东北农业大学、吉林农业大学、云南师范大学、西南农业大学、北京林业大学、安徽农业大学、上海水产大学等高校在该专业领域多年从事教学和科研工作的教师组成的编写组开展和完成了这一工作。

新的《农业生物环境工程》教材尽力采用科学、系统的内容和体系,反映该课程学科领域的最新发展水平,注重实施素质教育,培养学生创新能力与实践能力。

新教材在内容的组织上进行了较大的调整和补充,使得总体结构更为系统化,各部分注意衔接和体例的统一,避免了不必要的重复,内容更为翔实。考虑到近年农业生物环境工程在水产养殖领域的发展,教材中增加了水产养殖环境工程一章,使得教材内容更为丰富和全面。教材内容从总体上分为两大部分,第一部分为共性部分,补充农业生物环境工程专业所涉及的热工基础知识,以及采暖、通风和降温等共性技术;第二部分为农业生物环境工程各应用领域的内容,包括温室环境调控、畜禽环境调控、水产养殖环境、畜禽废弃物处理与利用、果蔬储藏工程等。

为适应不同地区高校各自专业特色教学计划的不同教学时数和不同教学侧重点的要求,全书内容上较为全面,共计约60余万字。各校可根据本校的侧重方面有选择地讲授其中部分内容,如授课时数为60学时,建议选讲本教材约三分之二的內容。

本教材参加编写的人员有:中国农业大学马承伟(绪论,第三章第一节、第二节,第三节一、二、第四章第二节至第五节,第七节一、二),浙江大学苗香雯(第八章),沈阳农业大学王铁良(第一章、第四章第七节三),东北农业大学刘建禹(第二章),吉林农业大学陈丽梅(第五章),云南师范大学张无敌(第六章),沈阳农业大学梅晓岩(第七章第一节、第二节、第五节),西南农业大学李伟清(第七章第三节、第四节),中国农业大学贺冬仙(第四章第一节、第八节),北京林业大学杨建英(第四章第六节),安徽农业大学伍德林(第三章第三节三、四,第四节、第五节),上海水产大学张饮江、中国科学院海洋研究所刘鹰(第八章)。

全书由中国农业大学马承伟统稿,浙江大学崔绍荣主审。

限于编者的水平,书中难免有错误和不妥之处,欢迎读者批评指正。

编 者

2005年元月

目 录

前言

绪论	1
一、设施农业与农业生物环境工程	1
二、农业生物环境工程在农业生产中的作用	2
三、农业生物环境工程发展概况	4
四、农业生物环境工程课程的内容	6
第一章 农业设施中的热质传递与热工设计	7
第一节 湿空气的温湿特性	7
一、湿空气的热力学特性	7
二、湿空气的主要参数	9
三、焓湿图	11
第二节 围护结构的稳态传热	11
一、围护结构热阻与传热量	12
二、围护结构内部温度的分布	16
第三节 围护结构的非稳态传热	17
一、简谐热作用下的传热	17
二、围护结构的热稳定性	22
三、双向谐波热作用下平壁的周期传热	23
四、温度波在平壁内的衰减和延迟	25
五、围护结构的隔热设计	28
第四节 农业设施的保温	33
一、外围护结构的保温要求	33
二、地面的保温设计	37
三、围护结构保温层设置	38
四、保温隔热材料	41
第五节 外围护结构的蒸汽渗透和冷凝	42
一、围护结构表面冷凝和水蒸气渗透	42
二、围护结构蒸汽渗透计算	43
三、内部冷凝水量的估算	44

四、内部冷凝的检验与控制	45
主要参考文献	49
第二章 农业设施的采暖	50
第一节 农业设施采暖系统设计热负荷	50
一、农业设施中的热平衡分析	50
二、农业设施采暖系统设计热负荷	59
三、农业设施采暖室内计算温度和室外计算温度	59
第二节 热水采暖系统	60
一、锅炉设备	60
二、散热器	61
三、热水采暖系统的循环方式及管路布置	65
四、热水采暖系统的管道与附属设施	69
五、热水采暖系统的水力计算	74
六、热水采暖系统的调节	77
第三节 热风采暖系统	79
一、热风采暖系统的形式	79
二、送风温度和送风量	81
三、空气加热器的选择	82
第四节 局部采暖设备	83
一、畜禽舍用的局部采暖设备	83
二、温室用局部采暖设备	86
主要参考文献	89
第三章 农业设施中的通风与降温	90
第一节 农业设施通风的基本形式与要求	90
一、农业设施通风换气的目的与要求	90
二、通风的基本原理与形式	91
三、确定全面通风换气量的一般性方法	92
第二节 农业设施的自然通风	94
一、热压作用下的自然通风	94
二、风压作用下的自然通风	98
三、热压和风压同时作用的自然通风	101
四、自然通风的组织	101
第三节 农业设施的机械通风	102
一、农业设施机械通风的基本形式	102
二、风机的类型和选择	105

三、通风管道的水力计算	108
四、均匀送风管道设计与计算	116
第四节 进排气口气流分布	120
一、进气口空气射流	121
二、排气口空气流动规律	124
三、进气口与排气口形式	125
第五节 通风空气的净化	128
一、灰尘的有害影响及除尘方法	128
二、空气过滤器的种类及性能	130
第六节 农业设施的降温技术	131
一、概述	131
二、蒸发降温原理	133
三、湿垫风机降温系统	135
四、喷雾降温系统	140
主要参考文献	143
第四章 温室设施环境调节与控制	144
第一节 温室设施光照环境的调节控制	144
一、光照环境与作物	144
二、温室设施内的光照环境及影响因素	150
三、人工光源	156
四、光照环境的调控	162
第二节 温室温度环境的调节与控制	165
一、作物对温度的要求	165
二、温室内的能量传递与温度特性	168
三、温室采暖	171
四、温室的保温节能	174
五、温室降温技术与设备	182
第三节 温室空气湿度环境调节控制	183
一、湿度环境与作物的生长发育	183
二、温室内水汽的转移与湿度环境特点	183
三、湿度环境的调控	184
第四节 温室设施空气环境的调节控制	185
一、二氧化碳环境的调控	185
二、气流速度	189
三、有害气体控制	189
第五节 温室通风换气	190

一、通风换气的基本要求与必要换气量	190
二、温室通风系统的布置	195
第六节 温室设施土壤环境的调节与控制	197
一、温室土壤的气体调节	198
二、温室土壤的水分调节	198
三、温室土壤施肥与养分调节	206
四、温室土壤消毒	207
第七节 各类园艺设施及环境特点	207
一、园艺设施类型	207
二、各类园艺设施环境特点及调控设施	208
三、节能型日光温室	211
第八节 现代设施园艺新技术介绍	217
一、无土栽培	217
二、植物组织培养	223
三、植物工厂	227
主要参考文献	230
第五章 畜禽舍环境调控	233
第一节 畜禽舍环境调控的要求	233
一、畜禽环境因素及其影响	233
二、各类畜禽舍的环境调控要求	237
第二节 畜禽舍通风换气	239
一、畜禽舍通风换气的要求	239
二、畜禽舍的热湿平衡	240
三、畜禽舍必要通风量的确定	243
第三节 畜禽舍的光照	246
一、畜禽舍的自然采光	247
二、畜禽舍的人工光照	251
三、鸡舍的定时光照	252
第四节 畜禽舍的温度环境调控与节能	253
一、畜禽舍的加温与降温系统选择配置	253
二、畜禽舍的保温节能	258
三、减少通风能耗	259
四、排气热能的回收利用	260
五、利用新能源	261
第五节 畜禽舍环境调控系统设计要点	262
一、开敞式环境调控系统的设计要点	262

二、半封闭式环境调控系统的设计要点	264
三、密闭式环境调控系统的设计要点	267
主要参考文献	272
第六章 畜禽废弃物处理与利用	273
第一节 畜禽粪便的特性	273
一、物理学特性	273
二、生物化学特性	275
三、化学特性	277
四、卫生学特性	277
第二节 畜禽粪便的收集、输送和贮存	278
一、畜禽粪便的收集	278
二、畜禽粪便的输送	283
三、畜禽粪便的贮存	284
四、畜禽粪便的收集、输送、贮存实例	286
第三节 畜禽粪便的处理	286
一、物理学处理	286
二、生物学处理	291
三、化学处理	304
第四节 畜禽粪便的资源化利用	305
一、用作肥料	305
二、用作燃料	306
第五节 畜禽粪便沼气工程	306
一、沼气工程的设计	306
二、沼气工程的启动	307
三、沼气工程运行管理	308
四、沼气工程实例	308
主要参考文献	311
第七章 果蔬贮藏环境调控	312
第一节 果蔬贮藏保鲜的环境条件与设施类型	312
一、果蔬贮藏保鲜的环境条件	312
二、果蔬贮藏保鲜方式	315
第二节 通风贮藏库的环境调控	318
一、通风系统的设置	318
二、必要通风量与通风断面的计算	320
第三节 机械制冷原理、设备与系统	322

一、机械制冷原理	322
二、制冷剂与冷媒	323
三、制冷系统	325
四、制冷压缩机类型及计算	329
五、附属设备	332
第四节 冷藏库制冷系统设计	335
一、冷藏库耗冷量的计算	335
二、管道与设备布置	340
第五节 果蔬的气调库贮藏	341
一、气调库的建筑特点	341
二、气体调节装置	343
三、气调库的绝缘	346
四、气调库的制冷	347
五、塑料薄膜帐与硅窗气调贮藏	347
主要参考文献	348
第八章 水产养殖环境工程	350
第一节 水产养殖的环境因素	350
一、水产养殖水体环境特征	351
二、水产养殖环境因子	351
三、底质对水产养殖环境的影响	361
第二节 水产养殖系统类型及其设施设计	363
一、系统类型	363
二、设施设计	364
第三节 设备和控制	371
一、投饲设备	371
二、泵	373
三、捕捞设备	374
四、增氧设备	375
五、监测装置	377
第四节 循环水养殖系统	379
一、半封闭系统	379
二、封闭系统	380
三、过滤	381
四、重力分离	383
五、生物滤器	384
六、植物性滤器	389

目 录

七、消毒	390
主要参考文献	392

附录 1 水蒸气焓-熵图

附录 2 湿空气焓湿图

绪 论

农业生物环境工程是随着现代设施农业发展的需要而产生和发展起来的一门学科，其主要任务是，在充分掌握农业生物生长发育和产品转化过程中，生物体与各环境因素相互作用规律的基础上，研究如何采用经济和有效的环境调控工程技术与设施，创造优于自然界的、更加适于农业生物生长发育和产品转化的环境条件，避免外界自然环境条件的不利影响，提高农业生物产品生产的效率。

环境是指围绕着生物体周围的所有事物，而农业生物环境工程科学所关注的主要是那些对农业生物的生长发育和产品转化具有直接作用的环境因素，一般可分为物理环境、化学环境和生物环境等方面。物理环境包括生物周围的温度、光照和热辐射、空气和水的运动状态等，其中由空气温度、湿度、热辐射、空气与水的流动等因素所构成的环境称为热环境。热环境是自然界中在不同地区和不同季节变化最大、最易出现不利农业生物生长发育条件的因素，是本学科重点研究内容之一。化学环境主要是指生物周围空气、土壤和水中的化学物质成分组成，主要包括农业生物正常生长发育所必需的 O_2 （对于动、植物）和 CO_2 （对于植物）等成分，以及对农业生物生长发育有害的 CO 、 H_2S 、 SO_2 、 NH_3 等成分，以及土壤或水中的各种化学物质组成的情况。生物环境是指生物个体以外的其他所有生物，包括空气、土壤、水中的微生物、生物体内及体外的寄生物，以及周围的其他同类群体等，其中由同类生物之间的关系构成所谓的群体环境，或称之为生物的社会环境。

环境是影响农业生物的生长发育，决定其产品产量和品质的重要因素。影响和决定农业生物的生长发育、产品产量和品质的各种因素可以概括为遗传和环境两个方面。遗传决定生物生长发育、产量高低和产品品质等方面的潜在能力，而环境则决定生物的遗传潜力能否实现或在多大程度上得以实现。再好的良种，如果没有适宜的环境条件，就不能充分发挥其遗传潜力。

在过去的传统农业生产水平条件下，养殖和种植生产都只能被动地依赖于自然界所具有的环境条件，难以避免自然灾害的影响，生产水平低下。同时，由于自然条件和资源在地域、时间分布上的极其不均一性，农业产品的生产受地域和季节的自然条件限制非常大。因此，一些农产品，尤其是鲜活农产品，不能够在不同地域、不同季节实现周年的稳定生产和供应。随着社会的发展，无论从满足日益增长的人们生活需求的必要性，还是农业生产技术与科技水平已大大提高的可能性，发展环境可调控的设施农业，已成为现代农业生产的必然的重要发展方向。

一、设施农业与农业生物环境工程

设施农业是在采用必要的设施、依靠农业生物环境工程的技术创造的优于自然气候的环境条件下进行农业动植物产品的生产。通过农业生物环境工程手段有效调控动植物生产中的温、光、水、气等环境因素，创造最优的生长发育环境，改变传统农业生产依赖于自然气候条件的被动

性,有效避免不利自然条件和自然灾害影响,摆脱地域和季节的限制,能够以有限的土地和水资源消耗,达到很高的生产效率,实现稳定的周年连续生产,以优质的农产品,周年稳定地供应市场,满足人们生活的需要。

设施农业中采用的环境设施大体上可分为三类:

(1) 各类农业建筑。即用于农业的各种生产性建筑物或构筑物,如畜禽舍、温室和塑料大棚、水果蔬菜贮藏库和水产养殖的构筑物等。其作用是利用具有一定保温隔热效果、限制水、气自由移动的围护结构,为农业动、植物生长发育提供一个与外界自然环境相对隔离的空间,以有效减弱外界不利环境条件对动、植物的直接作用。

(2) 能够对环境因子进行调控的各种设备。如采暖设备、通风与降温设备、光照设备、温室中的 CO_2 和果蔬贮藏库中的气体成分调节设备、水产养殖中的增氧机等。

(3) 环境自动监测与控制系统。为了对农业建筑与环境调控设备进行有效管理和运行,必须在外界条件不断变化的情况下,根据动、植物在不同生育阶段、不同时间对环境条件的要求,利用环境自动监控系统对设施内环境进行实时监测,通过控制各种环境设备的运行进行及时调控。

利用上述各种能够有效调控环境的设施进行农业产品的生产,这是设施农业区别于传统农业的根本不同之处。因此,农业生物环境工程是设施农业的主要技术手段,是设施农业的重要科技内涵。设施农业中采用农业生物环境工程技术的程度与技术的先进性,决定着设施农业水平的高低。要发展设施农业,就要大力发展农业生物环境工程学科。

二、农业生物环境工程在农业生产中的作用

农业生物环境工程在农业生产中的作用可归纳为以下几个方面:

(一) 突破地域与季节的自然条件限制,周年均衡地进行农业动、植物产品生产

自然界气候条件在不同地域、不同季节差异很大,在传统农业生产条件下,农产品生产的地域性、季节性非常强。在那些不适于进行农产品生产、尤其是鲜活农产品生产的地区和季节,出现农产品供应的淡季,不能满足人们生活的需要。

例如,在我国北方地区,冬季气候寒冷。华北地区,1月平均最低气温为 $0\sim-10\text{ }^{\circ}\text{C}$,极端最低气温达 $-20\sim-30\text{ }^{\circ}\text{C}$;在西北和东北地区,1月的平均最低气温分别为 $-10\sim-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $-20\sim-30\text{ }^{\circ}\text{C}$,极端最低气温为 $-28\sim-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在这样的气候条件下,露地种植和生产蔬菜是完全不可能的。在设施农业没有发展起来的那些年代里,我国北方地区冬季蔬菜等产品供应严重匮乏的情况至今仍记忆犹新。这一状况在今天,随着塑料大棚和温室等园艺设施的发展,大部分地区已得到完全的改变。依靠园艺设施在寒冷的冬季提供蔬菜等植物生长所需的温暖的环境条件,蔬菜以及很多花卉以及一些温暖季节才能生产的水果,都可以在严寒的冬季进行生产和充分地供应市场。

因此,依靠农业生物环境工程的技术与设施,农业生产可以完全摆脱自然条件在地域和季节上的限制,根据社会需求来组织进行周年均衡的生产。尤其是反季节产品生产的实现,极大地满足了任何地区、任何季节人们周年生活消费的需要,丰富了人民生活。

(二) 实现农产品速生、高产、优质、低耗的高效率生产

由于农业生物环境工程能够为动、植物提供良好的生长发育环境,使其更好、更快地生长,

其产量、品质可以大大提高,而生产周期大为缩短,投入产出比显著提高,达到很高的生产效率。

在传统的畜牧生产方式和条件下,寒冷的冬季,喂饲畜禽的大量饲料能量消耗于维持畜禽的体温,不能有效转化为肉、蛋等产品,畜禽生长、体重增长缓慢甚至停滞。炎热的夏季同样会影响畜禽的生长发育和产品生产,在严重的情况下,酷热的气候还会导致畜禽的大量死亡。在寒冷和炎热的气候环境条件下的畜禽饲养生产,畜禽的增重率和饲料转化率(蛋料比、肉料比)、蛋鸡的产蛋率、奶牛的产奶量等生产指标均很低,肉用畜禽的生产周期长,生产效率低下。

现代畜禽环境调控工程通过采用合理的畜禽舍建筑,并根据当地气候条件,有选择地在冬季采用加温设备、夏季采用通风和降温设备,把畜禽饲养环境温度等条件调节到适宜的范围,从而使畜禽的增重率和饲料转化率、产蛋率、产奶量等达到传统方式所未有的很高水平,生产周期显著缩短,出栏率增加。例如使蛋鸡的产蛋率达到80%以上,肉鸡只需8周时间即可将雏鸡饲养到1.5~2 kg的重量,育肥猪达到100 kg的出栏屠宰重量只需不到五个月的时间。

在现代化的温室内,依靠对室内温、光、水、气的有效调控,为植物的生长提供了优质、速生的良好环境,能够达到比露地生产高得多的生长速度和生产效率。采用营养液栽培叶菜类蔬菜,仅用二十余天就可以收获。温室栽培黄瓜和番茄的产量是露地生产的数倍,目前最高可以达到50~60 kg/m²的产量水平。

(三) 提高农业资源的利用率,发展生态农业,实现农业的可持续发展

设施农业是高度集约化的生产方式,在农业生物环境工程技术提供的良好环境条件下,实行高密度的养殖和种植生产,同时由于生产周期短、产量高,因此,单位农产品产量的生产占用土地比传统农业大为减少。此外,相对封闭的养殖和种植生产方式,可以减少大量养殖和种植生产用水的蒸发和流失的浪费。因此,设施农业生产能够以很低的土地、水等农业资源消耗,实现高效率的生产。

我国人口众多,而自然资源相对短缺。目前人均耕地不足0.1 hm²,预计21世纪中叶全国人口将达16亿,人均耕地还将进一步减少。人均占有淡水量仅2 300 m³,只相当于世界人均水平的1/4,是水资源最贫乏的13个国家之一。

因此,在我国,要用有限的耕地和水资源,使一些重要农副产品实现周年的稳定生产和供应,满足对农产品不断增长的社会需求,大力发展设施农业和农业生物环境工程具有尤其重要的意义。

农业生物环境工程注重动、植物生产中能源的有效利用。虽然各种环境调控措施都在不同程度上需要消耗一定的能量,但一方面总是设法尽量减少生产中的能耗,有效利用可再生能源;另一方面,集约化的种植和养殖方式,容易达到能量的集中高效使用。在我国得到广泛应用的日光温室,在白昼有效利用太阳光、热的能量为植物生长提供所需的光、热环境,同时在密闭的空间内蓄积保存热能,用于在夜间维持室内必要的温度条件,就是一个集中高效利用自然能源资源成功的典型。从广义上讲,农业生产的本质在于将太阳能转变成食物,设施园艺的冬季生产实现了传统农业在同样季节无法进行的生产,从实际上有效利用了该季节的自然光、热资源。在畜禽的集约化设施养殖中,依靠农业生物环境工程所提供的良好环境条件,加快生产周期,提高饲料的利用率和能量转化率,达到有效利用自然能源的总体最终效果。

农业生物环境工程在注意解决集约化动、植物生产的设施内环境的同时,也同样注重设施农业的总体生产环境。在建设环境工程设施、组织设施农业生产中,注意保护和改善农业环境,以维护良好的生态平衡。对大量农业废弃物进行无害化处理,使其转化为可综合利用的资源,是农业生物环境工程活跃的前沿研究领域,这是实现高效利用农业资源、保护农业生态环境、实现我国农业长期可持续发展的有效途径。

三、农业生物环境工程发展概况

发达国家早在 20 世纪 50 年代就开始发展农业生物环境工程,从而推动了设施农业的发展。50 年来,对农业生物与环境因素及工程设施间相互作用规律的基础研究,取得了大量成果,极大地促进了农业生物环境工程技术的发展。当前,世界设施农业已发展到很高水平,设施园艺、集约化养殖生产已具相当规模,正以传统农业所未有的高生产率,创造了很高的经济效益。

荷兰、日本、法国和以色列等是设施园艺生产和技术发达的国家,其现代化的园艺生产设施采用了先进的生产环境调控技术与设备,可有效地调控设施内温、光、水、气、肥等环境因素,并可用计算机实行自动化的综合控制,实现了园艺产品的优质高产和周年均衡生产,生产效率很高。

荷兰目前拥有大型连栋玻璃温室 12 000 hm²,居世界第一位,占世界玻璃温室的 1/4。主要栽培花卉(7 000 hm²)和蔬菜(5 000 hm²)。荷兰设施园艺生产中普及了无土栽培,由于高水平的环境调控和管理技术,达到了很高生产水平,每年花卉出口收入达 15 亿美元,蔬菜出口收入达 10 亿美元。其全自动化温室成套设备在世界上享有很高的声誉。

日本温室总面积达 54 000 hm²,主要为塑料温室,占 95%以上。其中蔬菜栽培面积占 70%以上,其余用于花卉和果树栽培。先进的温室配套设施和综合环境调控技术处于世界先进行列。近年在组培环境调控和封闭式育苗技术等方面,取得了令人瞩目的成果。

以色列依靠先进的设施园艺技术,在沙漠地带的不利自然条件下,设施园艺生产达到很高的生产水平。其每公顷温室一季最高可收获 300 万支玫瑰,每公顷番茄的年产量最高可达 500t。温室花卉和蔬菜大量出口欧洲各国。

在国外设施园艺生产中,无土栽培和组织培养育苗技术得到广泛采用。无土栽培现已成为一些国家园艺植物设施生产的主要形式。

植物工厂是目前最高水平的园艺设施,它采用全面的环境调控技术,以工厂化的生产方式自动连续完成栽培生产全过程,实现周年连续高效生产,完全摆脱了自然条件的限制。目前主要生产生菜、黄瓜、番茄等蔬菜和一些花卉。叶菜秧苗移栽后 2 周左右即可收获,一年最高可收获 20 茬以上,年总产量是露地的数十倍。在日本,1998 年已有用于研究、展示、生产的植物工厂近 40 个,其中生产用植物工厂 17 个。

在我国,自 20 世纪 60 年代中期在吉林长春市郊建成了我国第一栋塑料大棚以后,以塑料薄膜为覆盖材料的塑料大棚与日光温室等园艺设施获得了迅速的发展,从 70 年代开始大面积普及推广。80 年代中期,对传统日光温室的建筑结构、环境调控技术全面改进而成的“节能型日光温室”,使得在我国北纬 32°~41°甚至 43°的地区,能够在不用人工加温或仅有少量加温的条件下,进行严寒冬季的喜温蔬菜生产。这种新型日光温室出现后即获得了迅速的普及推广。在 90