



北京读书益民工程新农村文化建设丛书

吴志行
编著

设施农业

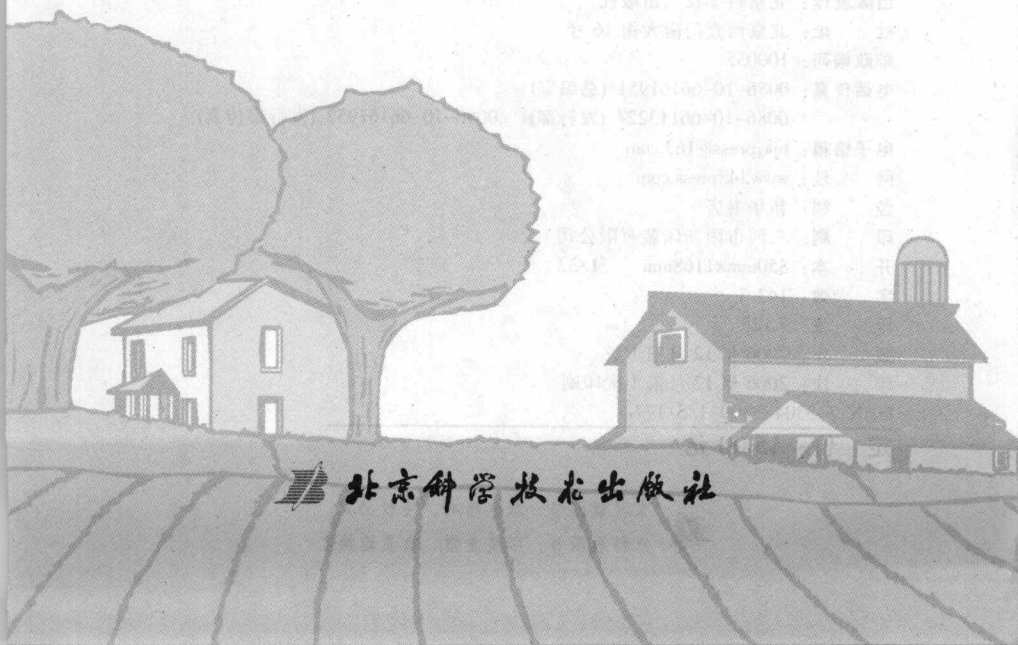


北京科学技术出版社

特色农业丛书

设施农业

吴志行 编著



北京科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

设施农业/吴志行编著. —北京:北京科学技术出版社, 2006.12

(特色农业丛书)

ISBN 7-5304-3309-1

I. 设… II. 吴… III. 保护地栽培 IV. S62

中国版本图书馆CIP数据核字 (2007) 第003657号

设施农业

作者: 吴志行

责任编辑: 张金

封面设计: 清水设计工作室

版式设计: 樊润琴

出版人: 张敬德

出版发行: 北京科学技术出版社

社址: 北京西直门南大街16号

邮政编码: 100035

电话传真: 0086-10-66161951 (总编室)

0086-10-66113227 (发行部) 0086-10-66161952 (发行部传真)

电子信箱: bjkjpress@163.com

网址: www.bkjpress.com

经销: 新华书店

印刷: 三河市国新印装有限公司

开本: 850mm×1168mm 1/32

字数: 143千

印张: 7.125

版次: 2006年12月第1版

印次: 2006年12月第1次印刷

ISBN 7-5304-3309-1/S·177

定价: 15.00元



京科版图书, 版权所有, 侵权必究。

京科版图书, 印装差错, 负责退换。

序

特色农业是我国农业发展的方向。我国地域辽阔，区域资源千差万别，农业的区域性特点不仅决定了因地制宜开发特色农业的必要性和必然性，而且是确保农业增效、农民增收的最佳选择。尤其在市场经济条件下，发挥产业特色、开发特色产品是提高农产品市场竞争力、创造新的食物消费市场和轻工原料市场的重要条件。我国加入WTO后，发展我国的特色农业，也是增强农副产品国际市场竞争力的有效举措。

“特色农业丛书”从不同的产业视角，探索如何综合利用自然资源、社会资源及历史文化资源，着力于特色开发，并从理论与实践相结合的高度规范了许多新农业概念的科学涵义和基本原理，又突出宏观发展战略及其具体实际应用的技术方法，对各类特色农业开发既有很强的理论指导作用，也有现实的实践价值和很强的可操作性。

“特色农业丛书”的另一个特点是在对现状分析的基础上，针对不同类型特色农业发展的需要，将宏观的发展思路与微观操作的具体技术紧密结合，从而把农业项目开发的决策咨询与技术实施两种指导作用融为一体。

“特色农业丛书”的作者根据我国的国情和农情，瞄准国内外农业市场，为我国的农业发展提供了崭新的战略

思路，是世纪之初实施“科教兴农”，为农业增效、农民增收，指导农业结构调整和推进农业产业化经营的一部战略意义深远、理论价值丰厚、实践应用有效，适合于农业主管部门、农业干部和技术农民阅读的好书。

羽光集



前言

近年粮棉油糖等诸多农产品由于产量提高，产品过剩，产值下降。各地农民为提高产值，都在进行产业结构调整。在调整中普遍瞄准园艺产品、畜禽产品及水产品等项目。由于市场竞争激烈，一般露地生产的产品渐趋饱和，产值也有所下降。为此，许多经营者从露地生产转向设施生产，调节上市季节、弥补露地生产的缺季，用设施条件生产反季节产品，以堵缺生产、增加花色品种等措施，提高产品的产量、质量和产值。

笔者在高等学校从事设施农业的教学、科研和生产工作四十余年，积累了一定的资料。最近十余年来担任南方红黄壤和北方黄淮海开发的国家课题，奔走于大江南北，获得过一些经验教训。此次编撰出版《设施农业》希望能为各级农业部门在筹建农业设施设备、选择合适的品种、合理调控设施内的环境条件方面起到一定的作用。

本书介绍的设施农业注意务实，设施切实为生产服务，为提高产品的数量、质量和产值服务，不贪大、求洋、求全，充分吸取国内外设施农业中先进的原理和方法来逐步改造我国传统的设施，尽量采用简易的、便宜的设施，以达到预期的生产目的。目前广大农村及生产

单位在能源紧缺、市场竞争激烈、农产品价格低廉的情况下，采用这些传统的、简易的、无能耗或少能耗的设施进行生产，其经济效益会更好些。

本书的内容依靠江苏科学技术出版社的大力支持，对此谨致谢意。



目录

一、概述	1
(一) 设施农业的内涵	1
(二) 设施农业的特点	1
(三) 设施农业的历史	4
二、农业对设施条件的要求	6
(一) 作物对设施条件的要求	6
(二) 畜禽对设施条件的要求	11
(三) 鱼苗鱼种对设施条件的要求	22
三、农业设施的类型	24
(一) 种植业设施	24
(二) 养殖业设施	68
四、农业设施环境的调控技术	79
(一) 温度的调控	79
(二) 光照的调控	103
(三) 空气湿度的调控	109
(四) 土壤水分的调控	112

(五) 气体的调控	118
-----------------	-----

五、设施农业生产的策划

(一) 品种的选择	140
-----------------	-----

(二) 设施的选择	215
-----------------	-----

(三) 提高设施的利用率	217
--------------------	-----



一、概 述

(一) 设施农业的内涵

设施农业在前苏联称保护农业,在美国称覆盖农业,在日本称设施农业。设施农业在生产的过程中必须具有设施条件,故称为设施农业。设施农业我国早有运用,只是名词不同而已。无论是我国农业生产中传统的简易设施或现代化先进的设施,均可称为设施农业。

(二) 设施农业的特点

设施农业与露地农业的区别在于有覆盖物、有环境调控设备及调控措施,与露地农业生产之间有着下列不同的特点。

1. 设施农业必须有一定的保护设施

保护设施能改善自然气候条件,其生产成本比一般露地生产高,其产量及产值也高于露地生产。设施农业属于高技术、高投入、高产出的生产项目。



2. 设施农业能取得高产、稳产、高效

设施农业由于能部分或全部控制农业生产的环境条件,因此能缩短农业生产周期,缩小占地面积,提高农业生产抗御自然灾害的能力,保证农业生产的稳产、高产,提早或延迟产品上市时间,调节市场供应,提高单位面积的产量、产值。

3. 设施农业生产有不同于露地农业生产的环境条件

当前我国广泛使用节能型的保护地设施与露地栽培相比较有下列不同条件。

(1) 照度低 用保护地栽培或养殖时,光线需透过玻璃、塑料薄膜或硬质塑料等采光材料,阳光经过单层、双层或多层覆盖和由于采光材料的老化、尘土污染、水滴折射以及建筑物方位与太阳角度的变化,其入射率和入射量均比露地低。其中紫外线和红外线的入射量受玻璃等影响透入很少,或基本不透入。而紫外线对动植物许多病原菌有很强的抑制作用,对植物的果实有很好的促进作用,缺少紫外线对防御动植物各种病害和植物果实着色不利。缺少红外线影响棚室内温度升高,作物得不到足够的地温和气温,根系的吸收能力和地上部分物质的合成、运转、积累都会受到抑制,也不能进行正常生育。

(2) 温差大 在保护地设施的密闭条件下,空气中热容量小,建筑物内温度的上升及下降均快。在比较暖和的晴天,中午前后在密闭条件下的温室或塑料棚内的温度可



高达40~50℃。天亮以前温度降至最低点，昼夜温差一般能达到20~30℃。昼夜之间适当的温差对作物增加光合作用、减少呼吸作用以及干物质的积累是有利的。但温差过大，超过作物所能忍受的范围，对作物也是不利的，尤其是养殖业昼夜温差更不能过大。

(3) 湿差大 保护地设施内温度忽高忽低，空气的相对湿度随温度的变动而变化。中午前后气温高，空气相对湿度低；夜晚温度低，空气相对湿度高。在密闭的棚室内，晴天中午空气干燥，其程度与沙漠相仿，夜晚即使是晴天，其相对湿度也常达90%以上，而且持续8~9小时以上。据测定，设施内空气的绝对湿度比外界空气的绝对湿度要高出5倍以上。空气湿度过高对绝大多数作物是不利的，对畜禽等养殖也是不利的。空气湿度过大，不仅给作物病害的发展提供了有利条件，而且使动植物体温下降，不利于动植物生长发育。

(4) 气流缓慢 在密闭的保护地设施内，气流缓慢，气流的横向运动几乎等于零，纵向运动也不如露地活跃。作物栽培时，如室内气流静止或缓慢运动，叶片长期处于同一位置，接受的光量相对减少。气流静止或缓慢运动，还影响二氧化碳的活动，造成叶片密集区域严重缺乏二氧化碳，影响光合作用的进行。畜禽饲养时气流缓慢，则二氧化碳积聚过多，畜禽粪便发酵等使棚室内空气混浊，影响畜禽健康。这种气流静止的现象如不通过开窗通风或强制通风，对植物或动物的生长发育都会有不良的影响。

(5) 土壤盐分和病虫害的消长快 设施农业尤其是棚室栽培或饲养，其环境相对密闭，设施内不受雨水淋洗冲



刷，气温、土温均比露地高，土壤蒸发量大，盐分随土壤水分上升，造成土表盐分积累，土壤溶液浓度显著高于露地，影响作物生长。周年在棚室内栽培作物或饲养畜禽，其温湿度高于露地，适于作物及畜禽生长，也适于相应的病虫害孳生繁殖，应定时封闭、淋洗、杀菌消毒，否则设施内环境迅速恶化，影响设施的继续使用。

(6) 要求适于设施栽培或饲养的动植物品种 目前绝大多数栽培或饲养的品种是在露地生长发育的条件下，通过自然淘汰和人工选择，一代代繁殖下来的。将这些品种移到相对密闭的设施条件下栽培或饲养，由于其并不能完全适应设施的环境，其早熟、丰产、优质等都无法达到理想的境界。在设施栽培中应选育具有耐湿、耐低温、耐弱光、株型紧凑和早熟丰产的品种。在设施饲养中应选育能适于圈养、笼养、占地少、生育期短、饲料转化率高的畜禽品种。

(三) 设施农业的历史

设施农业在我国已有悠久的历史，早在2000多年以前《古文奇字》中已记载“秦始皇密令人种瓜于骊山（今陕西省境内）沟谷处，瓜实成，使人上书曰‘冬瓜有实’”。用温泉进行冬季生产，至今该地还有用此法种植韭菜等作物。唐朝诗人王建著有“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。”在诗中记载了唐朝利用温泉，在温室内进行早熟黄瓜栽培的情况。元朝王祯《农书》中记载，韭菜用马粪发热、遮光软化栽培的

技术。清朝时北京郊区已有北京土温室的创造。

从近代全国各地的发展来看,20世纪40年代多数只是应用沙土、瓦片、瓦盆、油纸、风障、阳畦等简易设施,只有北京郊区自清朝起有少量的土温室。

到了20世纪50年代初期,已大量应用近地面覆盖、风障覆盖畦、阳畦、土温室,并对阳畦和北京改良式温室进行推广。1958年期间东北地区建造了利用大工厂废热的温室,并逐步发展塑料薄膜覆盖技术。

20世纪60年代初期,在东北建成占地1公顷的大型温室,长春市郊建成占地667平方米以上的塑料薄膜大棚。

20世纪70年代塑料薄膜大棚的发展已遍及全国。

20世纪80年代除了迅速发展塑料大棚以外,地膜的发展也极为迅速。1985年以后各地还从荷兰、法国、意大利、罗马尼亚、美国、以色列等国引进具有自控装置的铝合金现代化玻璃温室或塑料薄膜温室。我国国内生产塑料薄膜、棚架及温室的工厂相继成立,把我国的设施农业推向一个新的阶段。



二、农业对设施条件的要求

农业生产从生物学的观点看可以分为植物学与动物学，从生产的观点看可以分为种植业与养殖业。这两者虽然都要求有设施，但两者对设施条件的要求不同。现按作物对设施条件的要求、畜禽对设施条件的要求及鱼苗鱼种对设施条件的要求分述如下。

（一）作物对设施条件的要求

各种作物对环境条件的要求各异，但它们都需要温、光、水、气诸条件。现将设施中常见的栽培作物所需的诸条件分述如下。

1. 对温度的要求

不同的作物对温度的要求各异，对适于设施栽培的作物，依其温度的要求可以分为三类。

（1）高温作物 如甜瓜、西瓜、落葵、茄子、一串红、小丽花、仙人掌、王莲、香子兰、可可等，白天生长适宜温度为 $24\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，夜间应降到 $18\sim 20^{\circ}\text{C}$ 。

（2）中温作物 如黄瓜、西葫芦、番茄、辣椒、四季豆、茼蒿、白菜、莴苣、芹菜、香椿、草莓、葡萄、唐菖蒲、月季、金盏菊、金鱼草、咖啡、三叶橡胶树、鱼尾葵



等。白天要求气温 $18\sim 26^{\circ}\text{C}$ ，夜间为 $13\sim 18^{\circ}\text{C}$ 。

(3) 低温作物 如蒜苗、韭菜、豌豆、桃、小菖兰、郁金香、风铃草、石竹、白兰花、茉莉花、五色梅、橡皮树等。白天生长温度为 $15\sim 22^{\circ}\text{C}$ ，夜间为 $8\sim 15^{\circ}\text{C}$ 。

2. 对光照的要求

作物对光照的要求可以分为对光照强度与光照时间的要求两个方面。

(1) 光照强度 作物对光照强度的要求可以归纳为三类。

1) 对光照强度要求较高的有西瓜、甜瓜、蕹菜、葡萄、桃、草莓、唐菖蒲、月季、一串红、鸡冠花、半支莲、一品红、龙舌兰、梅花、石榴、海棠、朱兰、茉莉、荷花、菊花等。

2) 对光照强度要求中等的有萝卜、黄瓜、番茄、甜椒、四季豆、白菜、香椿、大蒜、桂花、夹竹桃、棕榈、苏铁、樱花、腊梅等。

3) 对光照强度要求较弱的有莴苣、芹菜、菠菜、茼蒿、生姜、韭菜、杜鹃、山茶、马蹄莲、万年青、吉祥草、玉簪等。

(2) 光照时间 作物对光照时间的要求也可分为三类。

1) 长日照作物：长日照作物一般每天要求有 $12\sim 14$ 小时以上的光照时间。在较长的光照条件下能促进开花，在较短的光照条件下不开花或延迟开花。一般长江流域二年生作物多数属于此类，如白菜、甘蓝、萝卜、芹菜、菠菜、莴苣、蚕豆、豌豆、大葱、大蒜、葡萄、水仙、绣球花、紫罗兰、凤仙花、鳶尾、金鱼草、唐菖蒲、杜鹃等。



2) 短日照作物: 短日照作物一般每天要求有12~14小时以下的光照时间, 在较短的光照条件下能促进开花, 在较长的光照下不开花或迟开花。一般长江流域的一年生作物多数属于此类, 如瓜类、豇豆、晚毛豆、刀豆、扁豆、茼蒿、苋菜、蕹菜、菊花、凤仙花、景天、一品红、蟹爪兰、西洋牵牛等。

3) 中光性作物: 由于长期受人工栽培的影响, 对光照时间的长短反应已不敏感, 在较长或较短的日照条件下都能开花结果, 这些作物很适于设施栽培, 如番茄、辣椒、茄子、黄瓜、四季豆、早毛豆、金盏花、银边翠、栀子、月季、紫茉莉、石竹、千日红、仙客来、扶桑、天竺葵等。

3. 对水分的要求

作物对水分的要求可分为地下部分根系对土壤水分的要求和地上部分植株对空气湿度的要求两个方面。

(1) 作物根系对土壤水分的要求 作物地下部分由于原产地不同, 由地理条件形成了不同的生物学特性。作物对土壤水分的要求可以分为五类。

1) 消耗水分很多, 但对水分吸收力弱的作物: 这类作物有白菜、芥菜、甘蓝、芹菜、莴苣、黄瓜、四季萝卜等。这些作物叶面积较大, 组织柔嫩, 但根系入土不深, 所以要求较高的土壤湿度和空气湿度, 需要经常灌溉。

2) 消耗水分不很多, 而根系有强大吸水能力的作物: 这类作物有西瓜、甜瓜、苦瓜以及花卉作物中的多浆、多肉植物如仙人掌类、景天类及龙舌兰等。这些作物中有的

