

设施蔬菜瓜果

安全优质高效栽培技术

孔亚丽 苗保朝 主编



中国农业科学技术出版社

设施蔬菜瓜果

安全优质高效栽培技术

孔亚丽 苗保朝 主编



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

设施蔬菜瓜果安全优质高效栽培技术 / 孔亚丽, 苗保朝主编.
—北京: 中国农业科学技术出版社, 2014. 9

ISBN 978 - 7 - 5116 - 1775 - 0

I. ①设… II. ①孔…②苗… III. ①蔬菜园艺 - 设施农业
IV. ①S626

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 172551 号

责任编辑 崔改泵 涂润林

责任校对 贾晓红

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010)82109194 (编辑室) (010)82106624 (发行部)
(010)82109709 (读者服务部)

传 真 (010)82106625

网 址 <http://www.castp.cn>

经销者 各地新华书店

印刷者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 880mm × 1 230mm 1/32

印 张 9.875

字 数 266 千字

版 次 2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷

定 价 25.80 元

版权所有 · 翻印必究

《设施蔬菜瓜果安全优质高效栽培技术》

编委会

主 任 毕俊德

副主任 马 健

主 编 孔亚丽 苗保朝

副主编 王 丽 刘建新 王素亭

编写人员 (按姓氏笔画排序)

王 丽 王 勇 王素亭

孔亚丽 史洪恩 刘建新

刘晓华 江 琳 李 巍

陈 曼 苗保朝 赵志辉

赵淑琴 臧长有

前 言

改革开放 30 多年来，我国农业结构已发生了巨大变化，以蔬菜产业为主的设施农业在我国农业生产中的地位举足轻重，在社会生活中的地位也日渐提升。2013 年我国设施蔬菜面积占设施园艺面积的 90% 以上，设施蔬菜（包括西甜瓜）面积达 380 多万公顷，占世界设施蔬菜面积的 80% 以上，我国设施蔬菜用 20% 的蔬菜生产面积提供了 40% 的产量和 60% 的产值。毋庸置疑，设施蔬菜产业在一部分地区直接影响着农业生产的发展，影响着设施园艺的发展，也影响着城乡居民的生活，并逐渐成为我国发展现代农业的重要平台和支柱产业。

我国是世界设施园艺生产大国，但不是世界设施园艺强国。目前我国设施 95% 的面积用来蔬菜生产，平均产量仅为 $15\text{kg}/\text{m}^2$ ，设施蔬菜单位面积产量、质量、效益和劳动效率与发达国家相比还有很大的距离。为了提高我国设施蔬菜生产的光、热、水、肥、气等自然资源利用率，在确保蔬菜产品质量安全和生产过程安全的基础上，提高产量、改进品质、增加效益，推动以设施蔬菜产业为代表的现代农业健康发展，我们结合当地的气候条件和生产实际，在引进与试验示范和不断创新的基础上，将理论和实践相结合，潜心研究，不断探索，从温室大棚设施建造技术改进入手，以新品种、新技术、新材料、新模式等关键要素的组装配套为主线，以实现设施蔬菜瓜果生产的优质、高产、高效为目的，编写了《设施蔬菜瓜果安全优质高效栽培技术》一书，供大家参考。不妥之处，恳请提出宝贵意见！

2014 年 8 月 1 日

目 录

第一章 概述	(1)
一、设施蔬菜的概念	(1)
二、设施蔬菜的安全生产与质量要求	(6)
三、设施蔬菜优质产品的主要指标	(7)
四、设施蔬菜安全优质高效技术集成与应用	(11)
第二章 设施蔬菜栽培的主要棚室结构类型与环境调控	(15)
一、大棚的种类、结构和性能	(15)
二、日光温室的类型、结构与性能	(20)
三、蔬菜大棚的环境调控	(28)
四、日光温室的环境调控	(30)
第三章 无公害蔬菜的概念、认证与管理	(40)
一、无公害蔬菜的概念	(40)
二、无公害蔬菜的产地认定与产品认证	(41)
三、无公害农产品(蔬菜)的认证程序	(42)
四、无公害蔬菜产品的管理	(43)
第四章 蔬菜标准园创建	(46)
一、蔬菜标准园的概念	(46)
二、蔬菜标准园创建的“五化”内容	(46)
三、蔬菜标准园创建的技术规范	(47)
四、蔬菜标准园创建的机制	(52)
第五章 设施蔬菜安全优质高效栽培新技术	(53)
一、水肥一体化技术	(53)
二、嫁接换根技术	(54)

三、伴生栽培技术	(56)
四、合理调茬技术	(57)
五、生物肥使用技术	(58)
六、秸秆生物反应堆使用技术	(60)
七、静电喷雾器使用技术	(62)
八、烟雾机使用技术	(65)
九、防虫网使用技术	(67)
十、遮阳网使用技术	(68)
第六章 集约育苗技术	(71)
一、集约育苗的概念	(71)
二、夏秋穴盘育苗技术	(73)
三、冬春穴盘育苗技术	(76)
四、集约育苗的营销技术	(78)
第七章 生物防治新技术	(81)
一、生物防治的基本概念与原则	(81)
二、生物防治的基本模式	(81)
三、生物防治蔬菜病害新技术	(82)
四、生物防治蔬菜虫害新技术	(83)
第八章 黄瓜栽培技术	(85)
一、黄瓜栽培的生物学基础	(85)
二、日光温室黄瓜越冬一大茬栽培技术	(95)
三、日光温室黄瓜秋冬茬栽培技术	(103)
四、日光温室冬春茬黄瓜栽培技术	(106)
五、大棚黄瓜秋延后栽培技术	(108)
六、大棚黄瓜春提前种植技术	(111)
七、大棚黄瓜夏秋栽培技术	(114)
八、无公害黄瓜病虫害综合防治技术	(116)
第九章 西葫芦栽培技术	(128)
一、西葫芦栽培的生物学基础	(128)

二、日光温室西葫芦秋冬茬栽培技术	(131)
三、日光温室西葫芦冬春茬栽培	(135)
四、大棚西葫芦秋延后栽培	(138)
五、大棚西葫芦春季提前栽培技术	(141)
六、无公害西葫芦病虫害综合防治技术	(143)
第十章 西瓜栽培技术	(145)
一、西瓜栽培的生物学基础	(145)
二、西瓜“一茬多收”高效栽培技术	(151)
三、西瓜双膜覆盖简化栽培新技术	(156)
四、无公害西瓜栽培病虫害综合防治技术	(163)
第十一章 甜瓜栽培技术	(166)
一、甜瓜栽培的生物学基础	(166)
二、日光温室甜瓜冬春茬栽培技术	(170)
三、大棚甜瓜春提前栽培技术	(175)
四、大棚甜瓜秋延后栽培技术	(178)
五、无公害甜瓜病虫害综合防治技术	(181)
第十二章 丝瓜栽培技术	(184)
一、丝瓜栽培的生物学基础	(184)
二、日光温室丝瓜冬春茬栽培技术	(187)
三、日光温室丝瓜秋冬茬栽培技术	(191)
四、大棚丝瓜春夏连作栽培技术	(193)
五、无公害丝瓜病虫害综合防治技术	(196)
第十三章 苦瓜栽培技术	(198)
一、苦瓜栽培的生物学基础	(198)
二、日光温室苦瓜冬春茬栽培技术	(201)
三、大棚苦瓜春夏连作栽培技术	(205)
四、无公害苦瓜病虫害综合防治技术	(206)
第十四章 辣(甜)椒栽培技术	(208)
一、辣(甜)椒栽培的生物学基础	(208)

二、日光温室辣（甜）椒秋冬茬高效栽培技术	(213)
三、日光温室辣椒冬春茬栽培技术	(216)
四、大棚辣椒秋延后栽培技术	(217)
五、大棚辣椒春提前栽培技术	(220)
六、无公害辣（甜）椒病虫害综合防治技术	(222)
第十五章 番茄栽培技术	(225)
一、番茄栽培的生物学基础	(225)
二、日光温室番茄越冬一大茬栽培技术	(229)
三、日光温室番茄秋冬茬栽培技术	(232)
四、日光温室番茄冬春茬栽培技术	(234)
五、大棚番茄春提前栽培技术	(237)
六、大棚番茄秋延后栽培技术	(239)
七、无公害番茄病虫害综合防治技术	(241)
第十六章 茄子栽培技术	(247)
一、茄子栽培的生物学基础	(247)
二、日光温室茄子越冬一大茬栽培技术	(250)
三、大棚茄子三膜覆盖早春栽培技术	(254)
四、无公害茄子病虫害综合防治技术	(257)
第十七章 马铃薯栽培技术	(258)
一、马铃薯栽培的生物学基础	(258)
二、多层覆盖马铃薯早春优质高效栽培技术	(262)
三、中棚覆盖秋延后马铃薯栽培技术	(265)
四、无公害栽培马铃薯病虫害综合防治技术	(266)
第十八章 芹菜栽培技术	(268)
一、芹菜栽培的生物学基础	(268)
二、日光温室秋冬茬芹菜栽培技术	(275)
三、大棚芹菜秋延后栽培技术	(279)
四、大棚芹菜越冬栽培早春上市优质高效栽培技术	(280)
五、无公害芹菜病虫害综合防治技术	(283)



第十九章 草莓栽培技术	(287)
一、草莓栽培的生物学基础	(287)
二、拱棚草莓多层覆盖越冬一大茬优质高效栽培技术 ...	(292)
三、日光温室草莓越冬一大茬优质高效栽培技术	(296)
四、无公害草莓病虫害综合防治技术	(301)



第一章 概 述

一、设施蔬菜的概念

（一）设施蔬菜的内涵

设施蔬菜是指通过人为设施栽培的蔬菜，其生产前提是须具有一定的设施，能在局部范围改善或创造出适宜的气象环境因素，为蔬菜生长发育提供良好的环境条件而进行有效生产。由于蔬菜设施栽培往往是同季节露地生产难以达到的，故通常又将其称为反季节栽培、保护地栽培等。采用设施栽培可以减轻低温、高温、暴雨、强光照射等逆境对蔬菜生产的危害，已经被广泛应用于蔬菜集约育苗、春提前、秋延迟及越冬一大茬黄瓜、番茄、辣椒、茄子等鲜细菜栽培。设施蔬菜生产属高投入、高产出、资金、技术、劳动力密集型产业。设施蔬菜的科技含量高，其发展速度和程度，是一个地方农业现代化水平的重要标志之一。

（二）主要设施类型

设施蔬菜栽培离不开设施，我国目前设施蔬菜的栽培模式主要是连栋大棚、日光温室、塑料大棚、中小棚等。目前，国外发达国家主要是连栋大棚，通过自动化控制、标准化栽培、商品化处理，实现了品牌化销售、产业化经营等。设施农业发达的以色列设施栽培番茄从定植到拉秧全年结果期 10 个月，番茄 20 000kg/亩（1 亩约为 667m²，全书同）以上；连栋大棚及其栽培模式在我国北京、上海等部分大中城市及有关农业科研单位和农业产业化龙头企业等

也有引进,但由于一次性投资较大,因此,推广还有一定难度;日光温室、塑料大棚、改良式保温型大棚、中小棚等是我国设施蔬菜栽培的主要类型;从设施园艺各种类型比较来看,玻璃/PC板连栋温室成本最高,投入也最大,塑膜连栋温室、日光温室、温室大棚次之,小拱棚和遮阳棚投资最少。玻璃温室的投资成本在 $600 \sim 800$ 元/ m^2 ,PC板温室的造价在 $700 \sim 1\,000$ 元/ m^2 。温室主体加上周边道路、加温等配套设施造价在 $1\,000$ 元/ m^2 左右,塑膜连栋温室以钢架结构为主,造价 $60 \sim 100$ 元/ m^2 ;日光温室按建筑材料不同,造价在 $40 \sim 150$ 元/ m^2 不等。竹木大棚的材料及工本费在 10 元/ m^2 左右;钢管大棚,设备投资成本高,造价 25 元/ m^2 左右。因此,世界上聚烯烃温室大棚膜覆盖设施园艺占总面积的97%,我国更高,达98%,其他为玻璃和PC板。聚烯烃膜在日光温室和连栋温室仅占总成本的 $1/20$ 左右,却起到最关键的作用。其他投资成本由高到低依次为骨架—保温墙—保温被等。

(三) 经济、社会与生态效益

1. 经济效益

现阶段我国黄淮流域设施蔬菜产业发展技术成熟,经济效益较好,设施栽培平均效益是露地栽培的5倍以上。一座栽培面积1亩(667m^2)的日光温室种植越冬一大茬番茄一般产值可以达到3万~4万元,实现纯收入2万~3万元。塑料大棚秋冬茬连冬春茬栽培面积产值为1.5万~2.0万元/亩,纯收入为1万~1.5万元/亩;改良式保温型大棚秋冬茬连冬春茬一年两季,栽培面积产值为2万~3万元/亩,纯收益为1.5万~2.5万元/亩,中小棚主要用于春提前栽培,产值0.8万~1万元/亩,纯收入0.5万~0.7万元/亩。

2. 社会与生态效益

党的十一届三中全会改革开放以来,无论是黄淮流域山东寿光的三元朱还是河南濮阳的李辛庄等都是依靠发展设施蔬菜完成了原

始积累,在较短的时间内实现了新型工业化、新型城镇化、新型农业现代化的建设目标;设施蔬菜的发展,使蔬菜单位面积产量得到较大提高,在需求总量相对稳定的情况下,设施蔬菜的发展可以增加总量,有利于节约更多的耕地发展粮食生产;设施蔬菜的发展,由于人为创造了一个适宜蔬菜生长发育的环境,因此更有利于蔬菜产品的质量安全;设施蔬菜的发展,带动了一大批农民成为农业工人,他们分别在栽培、流通、销售等各个环节从事不同的工作,服务于社会,增加了收入;设施蔬菜产业的发展,提高了黄淮流域冬季太阳光的利用率,节约了传统的加热温室冬季加热用的燃煤,有利于减少 CO_2 气体排放;黄淮流域人口密集,蔬菜消费量大,发展设施蔬菜生产,可以实现蔬菜的自给自足,减少物流成本;黄淮流域设施蔬菜的发展,对于满足市场供应,平抑市场物价等意义重大。

(四)“十二五”期间我国设施蔬菜产业的发展目标、任务与重点

农业部有关部门制定的《全国设施农业发展“十二五”规划(2011—2015年)》对我国“十二五”期间设施农业的发展做了规划,其中,设施园艺(蔬菜)部分包括以下部分。

1. 发展目标

(1) 设施规模稳定增长。设施园艺发展规模稳步提高,连栋温室、节能日光温室、塑料大棚以及中小拱棚协调发展。

(2) 装备水平显著提高。设施园艺生产的耕种、灌溉、植保等作业机械装备及温室智能化环境控制装备水平不断提高,生产环境明显改善,劳动强度有效降低。

(3) 科技创新能力增强。建立完善以企业和科研院所为主体、市场为导向、产学研推相结合的设施农业装备创新体系,基础研究和应用开发研究协调推进,科技成果转化和普及应用加快。

(4) 标准体系逐步完善。基本形成满足设施农业发展要求、

涵盖设施园艺、设施畜牧和设施水产的标准体系，提高标准的市场适应性和技术水平，为设施农业规范化发展提供良好基础。

(5) 社会化服务能力明显加强。政府公共服务、农民合作服务和公司经营性服务体系进一步完善，服务能力显著增强，从业者组织化程度和抵御市场风险能力进一步提高。

2. 主要任务

(1) 整合优化科技资源，建立设施农业技术创新平台。充分调动国内科技创新资源，建立完善中央和地方性的重点实验室、工程研究中心、技术转移中心，组建全国性设施农业技术创新联盟；进一步完善科技创新机制，加强研发机构基础设施建设，提高设施农业的研发能力。

(2) 加大关键技术和装备研发，加快设施农业装备的结构升级。根据设施农业装备总体状况和实际生产需要，找准设施农业技术方向，实现关键技术的突破；加强设施农业成套装备技术研发，提高技术成果的集成化、标准化和轻简化水平；注重农机与农艺的融合，促进先进适用装备和农艺技术的有机配套，促进设施农业装备的结构升级。

(3) 加快适用标准的制定，提高设施农业装备的标准化水平。加大标准制订力度，加快更新和完善标准体系；围绕提升设施农业装备的质量和水平，着力加强设施农业装备的设计、生产、施工、安装和验收以及评价、检测方法的标准化建设；制定完善设施农业装备适用性、安全性和可靠性评价技术规范和鉴定大纲；加强设施农业装备标准宣贯工作。

(4) 完善设施农业技术推广体系，创新推广模式和机制。积极培育各类优势龙头企业和合作经营组织，加快设施农业的集约化、市场化进程；探索和创新设施农业技术成果的扩散、保护机制，加快科研成果转化和先进技术普及；根据不同地区生产经营优势和发展重点，建设1 000个设施农业示范点；积极探索非耕地设施农业发展的有效途径；建立完善推广信息平台，充分发挥信息化

在示范推广工作中的加速、扩大、提效作用。

(5) 加强设施农业技术培训, 提高设施农业从业人员素质。结合阳光工程、职业技能培训等, 分层次、有类别、多渠道地开展教育培训活动, “十二五”期间培训 100 万人次以上, 提高设施农业从业人员的技术水平、经营管理能力和安全操作水平。

3. 发展重点

(1) 新技术和新装备研发。重点研究适应中国国情的温室结构设计理论与方法, 提高温室标准化设计的理论水平; 研制新型的大棚结构和日光温室结构, 提高设施的区域适应性、土地利用率、标准化水平和周年生产能力; 开发新型保温被、多功能农膜、保温蓄热材料; 开发加温、降温以及环境调控智能化装备, 提高目前温室的环境调控能力和抵御自然灾害的能力; 研制水肥一体化施肥装备和精准施药等装备; 研制精量播种机、小型耕整机、智能卷帘机、设施内运输等机械化省力设备。

(2) 设施园艺实用装备示范和推广。①以新型骨架、长寿命保温(节能)和透光覆盖材料、高可靠性传动机构、小型智能化控制器、气质调整装备、滴灌系统、小型输送设备、移动式加温设备为主, 推广生产用设施园艺装备。②以 CO_2 施肥器、定比施肥器、精准喷施设备、小型土壤消毒设备为主, 推广植物营养与植保设备。③以小型耕整机、小型精量播种机、小型预冷设备、清洗分级机械为主, 推广设施农机具。④以温室环境控制系统、高效低成本加(降)温系统、LED 新型光源、太阳能、浅层地能等装备在设施农业中的应用为主, 推广设施节能与新能源装备。

(3) 设施农业装备标准体系建设。①制定设施农业装备标准的发展规划, 提出设施农业装备标准的制修订目录和标准实施的具体措施。②加快温室、大棚等设施的设计、施工、安装和验收等标准的研制。③加快推进加温炉、保温被及卷被机构、通风装置、自动清粪机等重要设施农业装备的评价规范和鉴定大纲的研制。



（五）设施蔬菜的发展趋势

我国 2010 年设施蔬菜栽培面积 350 万 hm^2 ，其中，日光温室 80 万 hm^2 ，设施蔬菜总产量 1.7 亿 t，占蔬菜总产量的 25%；至 2014 年设施蔬菜面积达 386 万 hm^2 。2014 年 5 月下旬，全国北方设施蔬菜现场会在河北秦皇岛召开，会议提出：推进北方设施蔬菜发展，重点要统筹“南菜北运”基地和北方设施蔬菜生产，提高均衡供应水平、质量安全水平和综合生产效益，推进设施优型化、品种专用化、栽培规范化。各地要强化责任落实，抓好试点示范，在标准化方面，重点抓设施装备标准化和栽培技术标准化，在机制创新方面，重点创新经营机制、服务机制和投资机制。会议透露农业部将编制《全国设施蔬菜生产发展规划》，引导资金、技术等要素向优势区聚集，打造区域分工明确、特色突出的设施蔬菜产业集群。参加会议的专家分析，预计到 2020 年，我国北方日光温室将发展到 106.7 万 hm^2 ，比 2010 年增加 26.7 万 hm^2 ，相当于增加近 1 600 万 t 的蔬菜，可使北方大中城市自给率达到 80% 以上。

二、设施蔬菜的安全生产与质量要求

设施蔬菜的安全主要有设施的安全、生产过程的安全及蔬菜产品的质量安全 3 个方面。

（一）设施的安全

黄淮流域每年的秋末冬初到冬末春初，或早或晚都会有大风、雨雪等灾害性天气，给设施蔬菜生产造成严重的危害，2008 年元月中、下旬出现的低温雨雪冰冻，很多设施蔬菜大棚受损严重，原因是很多蔬菜大棚的建设不规范、达不到标准；2009 年 11 月上、中旬的大雪，对设施蔬菜的发展都造成了很大影响；2014 年 2 月上旬的大雪对黄淮流域的日光温室、塑料大棚等均造成了较大的危

害，这说明我们的设施建设和管理不够规范，亟待加快制定日光温室、塑料大棚等不同棚室结构的建造标准，完善不同地区、不同棚室、不同种植模式及不同栽培时段的棚室管理规范，确保棚室的蔬菜生产安全。

（二）设施生产安全

设施蔬菜生产季节主要是在秋末—冬季—春季，从事设施蔬菜生产的农民此时在棚内作业，由于棚室内温度高、湿度大，而外界气温较低，从事设施蔬菜栽培的生产者棚内出来后要注意避风，否则易患感冒或风湿类职业病；另一方面，冬季个别农户雨雪天采用煤火或炭火给棚室加温，易引起一氧化碳中毒，造成人员伤亡；三是卷苫、机耕等农事作业，没有严格按照技术规程操作，出现人身伤害等。这些都需要尽快加以规范，确保设施蔬菜能够安全生产。

（三）蔬菜质量安全

蔬菜的质量安全主要是指蔬菜的重金属、硝酸盐、亚硝酸盐等有害物质限量及农药最大残留限量符合《农产品安全质量无公害蔬菜安全要求》（GB 18406.1—2001）的国家标准，该标准是一项强制标准，任何一项有害物质或农药残留超标，都会危害消费者的健康，因此，此类产品不能销售。

三、设施蔬菜优质产品的主要指标

优质蔬菜作为一种商品，首先是安全蔬菜，就必须有一定质量标准。只有达到这个质量标准，才能称优质蔬菜或无公害蔬菜。一般说来，质量标准包括感官质量指标和卫生质量指标两类。