



新型职业农民培育系列教材

日光温室

蔬菜标准化生产技术

◎ 卢耀忠 主编



中国农业科学技术出版社



新型职业农民培育系列教材

日光温室

蔬菜标准化生产技术

◎ 卢耀忠 主编



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

日光温室蔬菜标准化生产技术 / 卢耀忠主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2016. 9
ISBN 978-7-5116-2709-4

I. ①日… II. ①卢… III. ①蔬菜-日光温室-温室栽培
IV. ①S626.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 203398 号

责任编辑 崔改泵

责任校对 马广洋

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) 82109702 (发行部)
(010) 82109709 (读者服务部)

传 真 (010) 82106650

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 850mm×1168mm 1/32

印 张 6.125

字 数 154 千字

版 次 2016 年 9 月第 1 版 2016 年 9 月第 1 次印刷

定 价 23.80 元

————— 版权所有·翻印必究 —————

《日光温室蔬菜标准化生产技术》

编 委 会

主 编：卢耀忠

编写人员：（按姓氏笔画排序）

王泽东 卢耀忠 李 文

李 铎 李鸿满 陈宝奎

康永堂 谢延林

前 言

日光温室是设施农业建筑形式之一，外界环境因素对日光温室使用效果影响较大，因此，形成了不同类型日光温室区域分布的特点。日光温室在我国华北、东北、黄淮地区发展迅速，北方各大中城市郊区都已形成一定规模，大大缓解了我国淡季蔬菜供应问题。

日光温室的发展壮大促进了农业产业结构的调整，带动了相关产业的发展，实现了蔬菜产业化生产，增加了农户的收益，从事日光温室蔬菜生产的农民数量日益增加。在未来的发展中，日光温室将向着环境控制自动化、蔬菜生产标准化和无害化及机械化的目标努力。

本书全面、系统地介绍了我国日光温室蔬菜生产的发展历程和前景、日光温室的建造技术、日光温室蔬菜平衡施肥技术、日光温室蔬菜生产农药安全使用技术、日光温室瓜类蔬菜标准化生产技术、日光温室茄果类蔬菜标准化生产技术、日光温室豆类蔬菜标准化生产技术、日光温室叶菜类蔬菜标准化生产技术、日光温室芽菜类蔬菜标准化生产技术、日光温室平菇与金针菇标准化生产技术、日光温室防冻减灾及灾后恢复生产技术等。

由于编者水平所限，加之时间仓促，书中不尽如人意之处在所难免，恳切希望广大读者和同行不吝指正。

编 者

目 录

第一章 我国日光温室蔬菜生产的概述	(1)
第一节 我国日光温室蔬菜生产的发展历程	(1)
第二节 我国日光温室蔬菜生产的发展前景	(4)
第二章 日光温室的建造技术	(11)
第一节 日光温室的施工技术	(11)
第二节 高寒山区土墙全钢架日光温室建造技术规程	(14)
第三节 其他几种常见的温室的建造	(22)
第四节 日光温室环境调控	(26)
第三章 日光温室蔬菜平衡施肥技术	(31)
第一节 日光温室蔬菜平衡施肥技术的概述	(31)
第二节 主要蔬菜作物施肥灌溉技术	(34)
第四章 日光温室蔬菜生产农药安全使用技术	(39)
第一节 农药基本知识	(39)
第二节 农药的选择	(41)
第三节 农药的使用方法	(43)
第四节 合理使用农药	(45)
第五章 日光温室瓜类蔬菜标准化生产技术	(48)
第一节 日光温室黄瓜高效生产技术	(48)
第二节 日光温室西葫芦高效生产技术	(55)

第三节	日光温室苦瓜高效生产技术	(61)
第六章	日光温室茄果类蔬菜标准化生产技术	(68)
第一节	日光温室番茄高效生产技术	(68)
第二节	日光温室辣椒高效生产技术	(73)
第三节	日光温室茄子高效生产技术	(79)
第四节	日光温室人参果高效生产技术	(93)
第七章	日光温室豆类蔬菜标准化生产技术	(98)
第一节	日光温室菜豆高效生产技术	(98)
第二节	日光温室豇豆高效生产技术	(107)
第八章	日光温室叶菜类蔬菜标准化生产技术	(117)
第一节	日光温室韭菜高效生产技术	(117)
第二节	日光温室芹菜高效生产技术	(126)
第九章	日光温室芽菜类蔬菜标准化生产技术	(135)
日光温室香椿芽高效生产技术		(136)
第十章	日光温室其他类标准化生产技术	(147)
第一节	日光温室平菇高效生产技术	(147)
第二节	日光温室金针菇高效生产技术	(162)
第三节	高寒阴湿山区日光温室草莓高效生产技术 ...	(175)
第十一章	日光温室防冻减灾及灾后恢复生产技术	(180)
第一节	防冻措施	(180)
第二节	防雨雪天气危害措施	(182)
第三节	防风措施及加强预测预报	(183)
参考文献		(185)

第一章 我国日光温室蔬菜生产的概述

日光温室蔬菜栽培的成功与大面积推广，结束了千百年来我国北方地区冬淡季鲜细菜供应难的历史，也促进了农民增收。应该说，日光温室蔬菜栽培的成功，是我国农业领域具有划时代意义的成就。

第一节 我国日光温室蔬菜生产的发展历程

一、日光温室蔬菜生产的发展历程

（一）日光温室蔬菜概念的由来

日光温室蔬菜是温室蔬菜生产的一种方式，温室蔬菜是设施蔬菜的重要组成部分，设施蔬菜又是设施园艺的主体，而设施园艺是设施农业的一个重要方面。由于设施蔬菜栽培常在自然环境不适宜的季节进行，故也称为“反季节栽培”。20世纪90年代中期以后，伴随着国家实施工厂化高效农业示范工程项目，工厂化农业和可控环境生产概念又应运而生。

（二）日光温室蔬菜概念

日光温室蔬菜是指在日光温室内进行蔬菜生产的一种方式。这种方式的生产和生产特点与设施蔬菜基本相同，所不同的是采用的设施类型为日光温室。日光温室是温室的一种。温室是具有采光屋面和保温维护结构与设备，一般情况下室内昼夜温度均显著高于室外温度；而日光温室则不仅具有采光屋面

和保温维护结构与设备，还具有蓄热结构，且室内能量主要来源于太阳能。日光温室一般由采光前屋面、外保温草苫（被）和蓄热保温后屋面、后墙与山墙等维护结构以及操作间组成；围护结构具有保温和蓄热的双重功能；基本朝向是东西向延伸，坐北朝南。

（三）日光温室蔬菜产业的形成

日光温室蔬菜产业形成于 20 世纪 80 年代，历史虽短，但其发展之快令世人瞩目，目前已成为我国北方地区蔬菜周年供应和农民增收不可或缺的行业。

1. 日光温室蔬菜发展的初创时期

20 世纪 20 年代，海城市感王镇和瓦房店市复州城镇开始利用土温室生产冬春韭菜等蔬菜，而后于 30 年代后期传到鞍山市旧堡昂村一带，50 年代形成了“鞍山式”单屋面温室；同期北京开始发展暖窖和纸窗温室，并于 50 年代形成北京改良式温室。这一时期温室主要是土木结构玻璃温室，山墙和后墙用土打成或用草泥垛成，后屋面用柁和檩构成屋架，柁下用柱支撑；屋架上用秫秸和草泥覆盖；前屋面玻璃覆盖，晚间用纸被、草苫保温。这种温室需加温才能在冬季和早春生产。因此，这类温室充其量可算作日光温室雏形。

2. 日光温室蔬菜大面积发展初期

20 世纪 80 年代初期，辽宁为解决冬淡季蔬菜供应问题，首先在瓦房店和海城等地区的农家庭院，探索塑料薄膜日光温室冬春茬蔬菜不加温生产获得成功，并逐渐在大田中大面积发展。这一时期的日光温室结构主要采用竹木结构，拱圆形或一坡一立式，前屋面覆盖材料为塑料薄膜。典型结构有海城“感王式”和瓦房店“琴弦式”日光温室，其中海城感王式日光温室被称为第一代普通型日光温室。

3. 日光温室蔬菜全面提升与发展期

20 世纪 90 年代初期,我国北纬 32° 以北的北方地区,开始大面积推广海城式、瓦房店琴弦式和鞍Ⅱ型为主的第一代节能日光温室及其黄瓜和番茄等主要果菜配套栽培技术,实现了最低气温 -20°C 地区不加温日光温室每平方米年产番茄和黄瓜 22.5 千克的高产纪录。至 21 世纪初,进一步推广了第二代节能日光温室蔬菜高产优质安全栽培技术,实现了最低气温 -23°C 地区不加温日光温室每平方米年产番茄、黄瓜、茄子 30 千克的高产纪录。日光温室蔬菜产业的快速发展,彻底解决了长期困扰我国北方地区的冬春蔬菜供应问题,大幅度增加了农民收入,成为许多地区的支柱产业。

4. 日光温室蔬菜现代化发展期

日光温室结构的优化、环境控制自动化及蔬菜生产机械化、规范化、无害化、标准化及产品优质化等技术创新与普及,并建立日光温室结构及建造标准、蔬菜栽培技术标准、产品质量标准等一系列适于不同地区不同作物不同栽培模式的标准,这需要一个历史过程。面对日光温室现代化,应该采取以技术创新为核心、基地示范为先导、适宜地区先行发展的思路,积极稳妥地推进日光温室现代化。

二、日光温室蔬菜生产的研究历程

我国自“六五”开始高度重视设施蔬菜高效节能栽培技术研究,其中日光温室蔬菜高产优质栽培技术是研究的重点之一。

“八五”期间,日光温室蔬菜生产技术受到农业部的高度重视,全国农业技术推广服务中心张真和组织了全国日光温室蔬菜生产技术推广协作网,由吴国兴、张振武、王耀林、安志信、亢树华等组成专家组,面向全国培训日光温室蔬菜生产技术骨干。

“九五”期间，国家实施了重大科技产业化项目——工厂化高效农业示范工程项目，在规划的6个分项中，北京、上海、浙江、广东、天津分项主要研究大型连栋温室。

“十五”期间，国家继续实施了工厂化农业科技攻关项目和可控环境农业生产技术的“863”计划项目，对日光温室高效节能生产关键技术、可控环境下主要蔬菜全季节无公害生产技术、蔬菜生育障碍防治技术等进行了科技创新。在最低气温-25℃地区，研制出不加温日光温室每平方米年产番茄、黄瓜、茄子33千克的高效节能栽培技术体系，选育出一批设施专用品种，建立了一批中试与产业化示范基地，进一步推动了日光温室蔬菜产业的快速发展。

“十一五”期间，国家实施了资源高效利用设施蔬菜生产技术科技支撑项目，并实施了日光温室环境变化及主要果菜生长发育模型“863”计划项目。研制出第三代低成本节能日光温室。

近年来，随着科学技术的迅猛发展，我国的日光温室也必将向大型化、集约化、规模化、产业化方向发展。温棚骨架材料趋向高强度、轻便、耐腐蚀、使用寿命长发展；规模向多拱拼装式、大型连栋式方向发展；覆盖材料向透气性好、保温保湿性能优越方向发展；配套设施向电动和计算机自动监控方向发展。

第二节 我国日光温室蔬菜生产的发展前景

一、我国发展日光温室蔬菜产业的必要性

（一）解决我国北方地区蔬菜周年供应的需要

我国虽具备远方蔬菜生产基地周年生产的条件，但由于我国人口众多，尤其是北方人口比重大，因此，不仅南

方冬季蔬菜生产难以满足北方市场需求，而且也难以支撑规模如此巨大的冬季蔬菜运输，且 2 000 千米运距的运输成本高于最低气温 -28°C 地区日光温室蔬菜生产成本。因此，无论从蔬菜供应的可能性还是从生产和运输成本看，我国北方地区发展低成本低能耗的日光温室冬季蔬菜生产都是势在必行的。

(二) 促进农民增收和建设小康社会的有效途径

“三农”问题的核心就是农民增收问题，农民增收的关键是增加农民人均农业资源占有量和大幅度提高农业劳动生产率。实现增加农民人均资源占有量的方式主要有农村人口转移和向农业领域投入两条途径。然而目前我国第二、第三产业难以容纳众多农民的转移，而且未来单纯靠第二、第三产业彻底解决我国众多农民转移问题也是困难的，因此，单纯靠农村人口转移难以彻底解决我国农民人均农业资源占有量不足问题。因此，向农业领域投入，在农业内部进行产业调整，发展劳动密集型的高投入高产出集约化农业产业十分必要。日光温室蔬菜正是一种劳动密集型的高投入高产出集约化农业产业，据调查，每人每年从事日光温室蔬菜生产可获得产值 3.0 万~8.0 万元，是从事大田作物生产的 5~12 倍，是从事露地蔬菜生产的 3~8 倍。

(三) 弥补农业资源短缺的有力措施

1. 弥补水资源短缺

日光温室蔬菜可实现环境的人工优化控制，从而实现水资源的高效利用。据测算，日光温室蔬菜节水灌溉量可比露地蔬菜灌水量低 50% 以上，而且日光温室蔬菜的高效益，为工程节水、生物节水和农艺节水的实施提供了经济基础。因此，发展日光温室蔬菜是弥补水资源短缺的重要措施之一。

2. 弥补耕地资源短缺

解决耕地不足是我国的重大战略问题之一。日光温室蔬菜生产可通过增加生产期,变一季作为全季作,增加复种指数,充分利用耕地资源,从而弥补耕地资源短缺。同时,日光温室蔬菜还可通过营养基质栽培和无土栽培充分利用不可耕作土地,从而增加农业可利用土地资源。因此,发展日光温室蔬菜产业是弥补我国耕地资源短缺和确保食物安全的战略选择。

3. 弥补能源相对短缺

日光温室蔬菜生产可以更好地利用太阳能和生物能,达到节约能源的目的。

(四) 促进农业现代化的重要领域

因为日光温室蔬菜是利用现代工业技术、现代生物技术、现代信息技术、现代材料技术和现代管理技术而形成的农业产业,因此,日光温室蔬菜是最容易实现农业产业化和现代化的产业。

二、我国日光温室蔬菜产业的发展方向

(一) 日光温室蔬菜产业发展的主要目标定位

我国日光温室蔬菜产业的目标定位应该以低成本、节能、高效、安全为核心来确定。以经济有效地提高劳动生产效率(提高1倍以上)为目标,确定日光温室蔬菜的装备水平;以不污染自身产品和环境为目标,确定环境保护的生产标准;以有利于个体化生产和品牌化销售为目标,构建日光温室蔬菜生产合作组织。

(二) 日光温室蔬菜产业发展的主要方向

1. 日光温室蔬菜规模拓展问题

目前,我国日光温室蔬菜总面积约为100万公顷,未来还

如何发展,是人们关注的问题。我国日光温室蔬菜应以升级换代(旧设施不断淘汰)和提质、增产、增效为主,但尚可适当增加面积,其理由是北方露地蔬菜在逐年减少,且由于运费增加而南菜北运总量会有所减少,因此,需要适当增加日光温室蔬菜种植面积来弥补不足。另外,冬季北方蔬菜市场不断增大,需求量增加。因此,今后我国日光温室蔬菜的发展,一方面应尽量杜绝低水平日光温室占用良田建设,另一方面应实行高效节能日光温室建设的政府高补贴政策。

2. 日光温室的结构问题

日光温室结构选择应根据不同地区气候特点和不同用途来确定,如适合不同地区冬季喜温果菜生产、越夏果菜生产、秋延后和春提早果菜生产、叶菜生产、集约化育苗日光温室等。纬度及气候差异较大的地区,不可相互照搬日光温室结构。日光温室后墙厚薄既要考虑保温性能,也要考虑蓄热性能,土墙厚度一般为当地冻土层厚度加 75~100 厘米。日光温室地下挖深应根据不同地区环境特点确定,不应盲目引用其他地区下挖深度,一般来说纬度越低越应深些,纬度越高越应浅些;高纬度地区温室下挖过深,空间过大,冬季室内升温慢,甚至最低温度季节室内昼温升不到 25℃,影响生产。

3. 日光温室蔬菜的专业化与多样性

日光温室蔬菜生产需要根据各种蔬菜对环境和技术的要求、市场对产品的需求以及社会经济发展状况,实行专业化与多样性生产的有机结合。专业化生产是要突出特色,提高蔬菜产量、品质、生产率及市场知名度,从而打出品牌,增强市场竞争力和经济效益;多样性生产是要适应地区环境、技术、社会经济等特点,更好地利用自然资源,做到既满足市场需求,又避免某种蔬菜出现季节性过剩,从而提高经济效益。

4. 日光温室蔬菜产业化发展模式

日光温室蔬菜产业分为产前、产中和产后 3 个不同阶段，其中，产中阶段目前仍以人工劳动为主。因此，为确保劳动生产效率，应采取一家一户的农户种植模式为主；但一家一户的农户种植模式难以与大市场很好地衔接，因此，产前和产后需要构建产业协作组织，以便将小生产与大市场联系起来。

5. 日光温室蔬菜资源利用问题

日光温室蔬菜应注重不可耕种土地利用（盐碱地、风沙地、矿区废弃地）和提高土地利用率（温室间距土地）；注重提高水资源利用率（节水灌溉）；注重高效利用太阳能（优化温室结构、聚集太阳能）；注重高效利用农业废弃物（秸秆基质开发）。

6. 日光温室蔬菜连作障碍防治策略问题

近年来我国日光温室蔬菜连作障碍越来越重，因此，如何解决这一问题已成为今后相当长历史时期的重要任务。目前需要将日光温室蔬菜连作土壤分为不同类型采取不同防治策略，即健康土壤宜采用科学施肥方法防治蔬菜连作后发生土壤劣变；轻度连作障碍土壤宜采用必要措施进行土壤修复；较重连作障碍土壤宜采取淋溶及夏季太阳能消毒和嫁接栽培等措施进行防治；严重连作障碍土壤宜采取有机营养基质栽培、轮作栽培、无土栽培等措施，更严重者只能放弃日光温室蔬菜栽培。

7. 日光温室蔬菜病虫害的防治策略问题

日光温室蔬菜病虫害防治应采取预防为主、综合防治的原则。第一要避免各种资材（肥料、种子、工具、空气）携带病虫害生物进入日光温室内；第二要增强植株抗病虫性（选择抗病品种，培育健壮植株）；第三要避免出现适宜病虫害发生的条件（生态环境调控）；第四要切断病虫害传播途径（及时清除病株、病叶、虫卵等，避免接触传播）；第五要采取物理防治病虫害措施（诱杀、光谱、黄板、臭氧等）；第六在上述措施均无效时，才

可采取高效低毒农药防治病虫害。

8. 日光温室蔬菜种植规程

需要按照不同地区、不同日光温室及不同种植茬口，制定不同的种植规程。规程中需注重日光温室内耕地资源、水资源、肥料资源和光能等的高效利用；注重降低日光温室内空气相对湿度；注重环境友好。

9. 日光温室蔬菜生产现代化问题

我国日光温室蔬菜生产总体水平还较低，距农业现代化的要求相差甚远。因此，大力推进日光温室蔬菜生产现代化水平将是今后的重要任务。为达到这一目的，首先应该实现日光温室结构标准化及蔬菜生产装备化和规范化，然后实现日光温室环境控制自动化和生产经营组织化。

三、日光温室未来的发展方向

以解决耕地资源、水资源和农业能源短缺为核心，以节能、节水、安全、优质、高效的人工营养介质栽培技术创新为关键，以实现日光温室蔬菜规范化、集约化、专业化和工厂化生产为目标，未来的发展方向主要在以下方面。

（一）日光温室环境控制技术

重点发展自动化环境监控和自动化运行技术。主要包括：①新型高效节能日光温室的建造技术，建立日光温室结构类型标准；②根据现代日光温室温光分布与变化规律，确定不同蔬菜的最佳温光管理指标，提出不同蔬菜不同季节温光调控技术；③肥水管理技术和自动化肥水一体化施肥装置；④日光温室环境（温度、光照、湿度、CO₂、土壤水分、土壤总电导率及 pH 值等）信息采集管理系统；⑤日光温室环境模拟模型系统及温室内环境因子自动控制的数学模型与控制方案；⑥日光温室综合环境自动控制系统的集成，达到输入参数后全自动控制的

目标。

（二）日光温室蔬菜有害生物安全控制技术

以为害严重的日光温室蔬菜病虫害为主要控制对象，兼顾其他病虫害，重点研究日光温室蔬菜有害生物安全控制关键技术，组建日光温室蔬菜有害生物安全控制技术体系。

（三）日光温室蔬菜土壤可持续利用及水肥精准管理核心技术

主要包括：①土壤连作障碍形成的机制和有效克服途径；②日光温室蔬菜不同种植模式、不同水肥管理水平对土壤生产力保持的作用机制和可持续利用策略；③日光温室蔬菜对水分和养分高效利用的生理机制，特别是非充分灌溉条件下日光温室蔬菜水肥吸收利用原理、产量形成规律和高效利用的生理机制；④日光温室蔬菜水分和养分高效利用的管理指标体系和精准调控技术。

（四）日光温室蔬菜生产小型机械

主要包括：①适于日光温室应用的小型耕作机械；②适于日光温室应用的蔬菜植株调整机械；③适于日光温室应用的物品运输设备；④适于日光温室应用的植保机械；⑤适于日光温室应用的灌溉设备；⑥适于日光温室应用的环境调控设备。

（五）日光温室蔬菜优质、高产、安全、标准化生产关键技术

主要包括：①基于日光温室环境控制的生态环境防病技术；②基于诱导抗病的免疫育苗技术；③基于多抗砧木嫁接与营养健体的生物抗病及保健防病技术；④主要蔬菜优质、高产、抗病栽培关键技术；⑤主要蔬菜养分高效利用及平衡施肥技术；⑥主要蔬菜节水灌溉核心技术；⑦蔬菜优质栽培机理与技术；⑧构建日光温室蔬菜优质、高产、安全栽培技术体系与规范。