

主编 崔富春

节能日光温室蔬菜

JIE NENG RI GUANG
WEN SHI SHU CAI
ZAI PEI JI SHU

栽培技术

侯雷萍 李梅兰 编著

5

蔬菜

中国社会科学出版社

主编 崔富

节能日光温室蔬菜栽培技术

侯雷萍 李梅兰 编著

中国社会科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

节能日光温室蔬菜栽培技术/侯雷萍, 李梅兰编著. - 北京: 中国
社会出版社, 2005. 8

ISBN 7 - 5087 - 0774 - 5

I. 节... II. ①侯... ②李... III. 蔬菜—温室栽培
IV. S626. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 100648 号

书 名: 节能日光温室蔬菜栽培技术
编 著: 侯雷萍 李梅兰
责 任 编 辑: 夏丽莉

出 版 发 行: 中国社会出版社 邮政编码: 100032
通 联 方 法: 北京市西城区二龙路甲 33 号新龙大厦
电 话: 66051698 电 传: 66051713
经 销: 各地新华书店

印 刷 装 订: 北京京海印刷厂
开 本: 850 × 1168 毫米 1 / 32
印 张: 7.5
字 数: 166 千字
版 次: 2005 年 9 月第 1 版
印 次: 2005 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7 - 5087 - 0774 - 5/S · 13
定 价: 12.00 元

(凡中国社会版图书有缺漏页、残破等质量问题, 本社负责调换)

编委会组成人员名单

编委会主任：崔富春

编委会副主任：程锡景 弓永华 刘伟

编委会成员：（按姓氏笔划为序）

弓永华	石冰心	孙泰森	刘伟
邢国明	李生才	李宏全	李新慧
杨树彬	谷荷莉	宗颖生	赵金元
郭晋平	郭玉明	高景然	崔富春
程锡景	赖瑞福		

前 言

根据民政部、中央文明办、国家新闻出版总署和国家广播电视总局关于援建农村图书室“要适应农村居民的知识需求，适应于进城务工人员的阅读需求和技能培训的需求”的要求，为了全面建设农村小康社会，服务“三农”工作，满足广大农民对科技知识的渴求，提高农民朋友的科学文化素质，加快农民增收致富的步伐，我们策划出版了这套以青年农民、种养大户、农技人员、乡村干部、进城务工人员以及关心“三农”问题的各界人士等为主要读者对象的丛书，其内容涉及农业科技、农业经济、政策法规和农民培训等方面。以种植、养殖、果树、花卉、蔬菜、食用菌栽培技术及病虫害防治及农民进城务工等单项实用知识立题，以文字叙述为主，内容通俗易懂、方便读者阅读为特色，力求做到让广大农民朋友“能看得懂、能用得上”。

本套丛书的编著者均为从事多年教学和科研工作的教师和农业专家，有着较为丰富的理论知识、实践知识和农业推广知识。同时在本书的编写过程中，参考并广泛吸收了许多相关论著和研究成果，在此我们谨对原著作者表示由衷的感谢。我们真诚希望这套丛书的出版能为广大农民朋友增收致富、加快农村小康建设和构建社会主义和谐农村起到积极促进作用。

编 者

2005 年 7 月

目 录

一、节能日光温室概况 / 1

- (一) 节能日光温室发展概况 / 1
- (二) 节能日光温室的特点 / 3
- (三) 节能日光温室生产现状 / 5
- (四) 节能日光温室生产中存在的问题 / 8

二、节能日光温室结构与建造 / 11

- (一) 节能日光温室的基本类型 / 11
- (二) 节能日光温室的适宜尺寸 / 16
- (三) 节能日光温室的基本结构 / 18
- (四) 节能日光温室的采光设计 / 24
- (五) 节能日光温室的保温设计 / 27
- (六) 节能日光温室的建造与施工 / 30

三、节能日光温室内的环境与调控 / 37

- (一) 温度条件与调控 / 37
- (二) 光照条件与调控 / 41
- (三) 湿度条件与调控 / 44
- (四) 土壤条件与调控 / 47
- (五) 气体条件与调控 / 49

四、节能日光温室蔬菜育苗技术 / 54

- (一) 营养土方育苗技术 / 55
- (二) 床土育苗技术 / 57
- (三) 无土育苗技术 / 64
- (四) 营养钵育苗技术 / 68
- (五) 嫁接育苗技术 / 70
- (六) 蔬菜育苗中常见问题及预防 / 71

五、优质高产高效栽培技术 / 74

- (一) 黄瓜 / 74
- (二) 西葫芦 / 105
- (三) 西瓜 / 114
- (四) 番茄 / 133
- (五) 茄子 / 156
- (六) 辣椒 / 172
- (七) 韭菜 / 185
- (八) 芹菜 / 202
- (九) 生菜 / 214
- (十) 荷兰豆 / 224

一、节能日光温室概况

（一）节能日光温室发展概况

以采光覆盖材料作为全部或部分围护结构，可供冬季或其他不适宜露地作物生长的季节进行栽培作物的建筑物统称为温室。“温室”一词源于“温室效应”。

以短波辐射为主的太阳辐射通过温室的采光材料进入温室后转化为长波辐射，长波辐射又被温室的覆盖材料阻隔在温室内，从而形成温室内热量的积聚，使温室内温度提高，这一过程称之为温室效应。温室正是利用温室效应，在作物不适于露地生长的寒冷季节通过提高室内的温度而创造作物生长的适宜环境，来达到作物反季节生产和提高作物产量的目的。但是，随着科学技术的进步，温室生产已远远超过“温室效应”的概念。目前，利用高新科学技术可以对温室内的各种环境因子，包括温度、光照、湿度、二氧化碳以及施肥等进行自动控制和调节，根据栽培作物的生长习性和市场需要，部分甚至完全摆脱自然环境的约束，人为创造适宜作物生长的最佳环境，生产出高品质、高产量的农作物产品，以满足不同消费群体的需要。

我国自汉代就已经开始用温室种植葱、韭等蔬菜作物，到唐代开始利用温室种植瓜类和花卉等作物。西方温室产业起源于17世纪的荷兰，而我国的近代温室则开始于20世纪30年代冬季不加温的“日光温室”。大规模的温室生产则在20世纪70年代末和80年代初开始，并通过第一次大量的温室引进还揭开了我国现代化温室生

产、研究和应用的序幕。经过 20 多年的发展,我国温室生产面积已经跃居世界第一。在温室产品生产、实际应用和配套技术研究等方面都得到了长足的发展,形成了不同档次、不同系列化的温室产品,初步形成了一定的产业规模,成为我国“菜篮子工程”的“主力军”。

早在 20 世纪 30 年代,位于我国北纬 $40^{\circ} \sim 41^{\circ}$ 的辽宁南部和北京地区已开始冬季利用不加温的“日光温室”生产新鲜蔬菜作物。其结构形式是一面坡加立窗,立窗高 0.6 米,前屋面角度为 $18^{\circ} \sim 20^{\circ}$,外加风障、草帘等防寒、保温设施。到 50 年代中期,经有关专家总结,将其定名为“鞍山式日光温室”。限于当时的技术水平,严冬季节这种温室内的光、热环境只能维持耐寒性较强的叶菜类和葱蒜类蔬菜作物的生长,尚不能生产喜温的黄瓜、番茄、西葫芦、青椒等果菜类蔬菜。

20 世纪 80 年代中期,人们对原有的日光温室,如建筑结构、环境调控技术和栽培技术等进行了全面的总结和改进,使得在我国北纬 $32^{\circ} \sim 41^{\circ}$ 乃至 43° 以上的严寒地区,在完全不用人工加温或仅有极少量的临时加温的条件下,实现了严冬季节喜温性果菜类蔬菜的生产,并于元旦、春节上市,闯出了一条发展具有中国特色的设施园艺的道路。经过近 20 年的深入研究和改进,各地都开发和利用了具有地方特色的日光温室的优化结构形式和高效栽培技术,经过全面优化的日光温室,为喜温性果菜类的生育和产量的形成提供了较为适宜的小气候环境,这种新型的日光温室被称为“节能型日光温室”或“高效节能型日光温室”。

节能型日光温室就其完善程度而言,与国外的现代化温室无法相比,但其造价低廉,是国外温室相同面积造价的 $1/10$ 甚至 $1/50$,

不仅符合我国国情，而且经济效益与社会效益十分显著，因此发展非常迅速。目前，节能日光温室已经成为我国最主要的蔬菜设施生产类型，而且在很多地区已经成为振兴当地经济的主导产业。所以节能日光温室越来越多地受到我们园艺工作者和生产者的注目。

（二）节能日光温室的特点

节能日光温室就是以太阳辐射为热源，以塑料薄膜、纸被和草帘等为防寒、保温材料，辅助以临时的加温设施的一种单屋面结构形式的温室类型。与普通日光温室相比，具有以下五个方面的突出特点：

1. 采光好、照度强

节能日光温室在普通日光温室的基础上改进了高跨比，采取了最佳的屋面采光角度，大大提高了采光性能。前屋面角度一般为 $24^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ，比普通温室提高了 $5^{\circ} \sim 7^{\circ}$ ，所以大大增加了太阳光线进入温室的透光率。另外，后屋面仰角增大为 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ，保证了在冬季时太阳光线能照射到后墙上甚至后屋面内侧，所以室内光照好，从而保证温室内得到充足的太阳辐射，同时使温室内各处的温度也比较均衡，特别是温室后墙附近光照的改善，对冬春低温季节栽培喜温性蔬菜尤为重要。

2. 增温保温效果好、能源消耗少

节能日光温室在保证采光性能优良的前提下，通过合理的温室构型以及加强内外覆盖保温措施，减少了热量散失，提高了增温、保温效果。首先是加大了墙体的厚度及后屋顶的厚度，从而增加了

温室的保温蓄热能力；其次是采用纸被和草帘等防寒、保温材料，并增加其厚度；最后是选用无滴防老化塑料薄膜，并增加内覆盖保温等措施，提高了其防寒、保温能力。因此，日光温室在冬春季节一般不需要加温，仅在最寒冷的季节或特殊的灾害性天气时辅助以临时的加温，所以每亩地仅燃料每月可节省几千元不等，人工可节省 20 个左右，从而大大降低了生产成本。

3. 取材方便、成本低

节能日光温室的墙体可以采用土墙、砖墙、石墙、空心墙、加层墙等多种形式；后屋面可以采用作物秸秆、竹木、柳条、板皮、泥草、炉渣及砖瓦水泥板等结构；立柱檩木等可以采用木材、混凝土或钢材等结构；采光屋面可采用竹片、竹条、柳木、钢筋、钢管、铁丝等结构。这些材料可以因地制宜，就地取材，造价较低，并不会因结构的改变而增加投资。

4. 空间大、易栽培

节能日光温室比普通日光温室的高度和跨度都增加了，所以增大了栽培空间，而且采光好，热容量大，保温性能优良，温室内气温不会因外界气候变化而忽上忽下剧烈变化。另外，温室内立柱少，便于操作和多层覆盖，使栽培环境大大改善。

5. 产量高、病害少，可周年生产

由于节能日光温室温光效能好，栽培空间大，而且便于使用先进的综合栽培技术，因此能创造适合蔬菜作物生长发育的最佳环境，具有较强的抗逆能力，病害少，植株生长健壮，能提早成熟，

采收期长，不仅前期产量高，而且能大大提高总产量，加之季节差价，效益较普通日光温室可以提高 65% ~ 80%。同时，由于植株生长良好，衰老慢，复壮快，加之适当措施，可实现周年生产周年供应之目的。

（三）节能日光温室生产现状

近些年来，为了进一步完善节能日光温室结构性能，推广节能日光温室高产高效优质蔬菜栽培技术，许多农科院校、科研机构和生产单位都投入了大量的人力、物力，开展了节能日光温室生产中若干问题的研究，取得了显著成果，并对实际生产起到了直接的指导作用。

1. 优化日光温室结构，提高采光保温性能

首先，因地制宜地选择最佳墙体结构与材料，使其具备强度高、载热性能强、隔热性好等特点，以提高温室的热稳定性与保温性。其次，为了最大限度地获取太阳辐射能，针对普通日光温室结构的缺点，通过对日光温室采光设计的理论分析和科学研究，提出了合理时段采光角度理论，确定了不同纬度地区最佳的采光屋面角度和优化的采光屋面形状，并提出了相应的高跨比，同时确定了温室高度、跨度、采光屋面形状、墙体厚度、结构、后屋面仰角等结构参数，从而为节能型日光温室的建筑设计提供了科学依据。最后，为了提高采光保温性能，现已开发应用了集无滴、保温、防老化、防尘、适应天气变化等多功能于一体的优质塑料薄膜，还推广应用了镜面反光幕等，以克服日光温室栽培床北部光照弱、昼夜温差小、植株长势弱、产量低、效益差等不足。在此基础上，加强内

外保温覆盖,如纸被、草苫结合,草苫上再盖一层棚膜防雨,畦面进行地膜覆盖,覆扣小拱棚等均可有效提高防寒保温效果。

2. 蔬菜栽培品种多样,增产潜力显著

20世纪80年代中期辽宁省大连市瓦房店和鞍山市海城等地创建了高效节能型塑料薄膜日光温室,并总结出在 $40^{\circ}\sim 41^{\circ}$ 的地区,冬春茬黄瓜完全不加温,实现元月份上市,连续采收160天,亩产超5000千克,产值愈万元的高效优质栽培配套技术。此后,冬春茬黄瓜成为北方各地节能日光温室蔬菜高效高产栽培最成功、面积最大的蔬菜种类。为了充分发挥日光温室的高效节能作用,克服单一品种过剩、经济效益下降的弊端,更好地适应市场对超时令蔬菜品种多样化的要求,各地都积极地进行了多种类、多品种高效节能蔬菜栽培技术的开发应用,并已形成了自己的特色产品,取得了良好的经济效益和社会效益。如山西省太原市清徐县利用节能日光温室栽培冬春西葫芦、山西省太谷县利用节能日光温室栽培冬春番茄,产值均超过黄瓜,且安全系数大大提高;辽宁省岫岩县也选择番茄为节能日光温室的主栽作物,可提早上市,亩产达1万千克;此外,河南省商丘市首选茄子、江苏省盐城市栽种辣椒都取得了良好的经济效益,现已大面积推广应用。目前,高效节能日光温室蔬菜栽培已向多样化方向发展,而且除蔬菜外还向其他的种植业和养殖业方向发展,都取得了显著的经济效益和社会效益。

3. 优质高产高效节能配套技术得到广泛应用

随着高效节能型日光温室蔬菜生产的大面积发展,已由原来的季节差价效益型转向优质高产效益性。因此,采用高效节能配套技

术措施,进一步挖掘增产潜力,已成为当前日光温室生产的主攻方向。目前推广应用的主要配套技术为:

(1) 嫁接换根、培育壮苗 日光温室黄瓜栽培采用嫁接换根技术,首先,可增强黄瓜的耐寒性,扩大其根系吸收水分、养分的能力;其次,有效防治了因连作而发生的枯萎病病害。因此,对增产、增收极为重要。同样番茄、茄子等果菜类蔬菜的嫁接栽培对日光温室周年生产也起到了重要作用。日本等国茄果类蔬菜嫁接栽培面积已达90%以上,我国各地正以黄瓜为主,逐渐扩展至茄果类蔬菜。

(2) 膜下滴灌、温湿调控 为协调温、水矛盾,控水控湿以利增温保温,降低空气湿度,不少地区节能日光温室蔬菜栽培都采用了膜下滴灌措施,以更好地促根控秧,促进植株健壮生长,取得了良好的经济效益。

(3) 选用良种、适期播种 很多适合于节能日光温室栽培的蔬菜专用品种得以推广应用,并能适期播种,而且确定了各地适宜的栽培茬口。有的地方还建立了节能日光温室蔬菜栽培的技术模式或专家系统,为安全优质高产高效栽培奠定了基础。

(4) 增补气肥、提高光合效能 针对日光温室内多层覆盖,二氧化碳严重匮乏等问题,各地相继推出了适合自身特点的增补二氧化碳的措施以及与之相匹配的管理技术等,取得了显著效果。

(5) 调控环境、综合防治病虫害 以严格控制病虫害发生、蔓延的生态条件为中心,配合科学的栽培管理技术,以防为主,并辅以烟雾剂、粉尘剂等进行综合防治,生产无公害乃至绿色蔬菜产品。

(6) 吊架落蔓、充分利用空间 对于需要支架栽培的蔬菜作



物，采用吊架、网架以及茎下盘落蔓等技术，既省工又减少遮光，还节省了投资；对于西葫芦、西甜瓜等进行架式栽培，对于生菜等矮小植株进行立体栽培等，既增加了栽培密度又充分利用了空间，已经成为节能日光温室高产高效栽培必不可少的技术。

（四）节能日光温室生产中存在的问题

节能日光温室推广应用多年，已经得到了长足的发展，取得了惊人的成果，但在有的方面或有的地区发展还很不稳定，还存在许多问题。

第一，是盲目引进，片面发展。节能日光温室主要适合冬春季节阴雨天数少、日照百分率高的气候区发展，这样才能保证其生产的安全性，获得较高的经济效益。但有的地区冬季气温虽然不低，但是长期阴雨天，日照百分率低，如果一味追求大面积发展该类日光温室，并且盲目地引进，缺乏科学的理论依据，结果只能是投资大，效益差，严重影响群众的积极性，或使大量已建成的日光温室荒废。所以要因地制宜、合理规划、科学设计，以避免造成不必要的损失。

第二，是温室结构不合理，栽培管理水平较差。许多地区是由原来的粮作基地改为蔬菜生产，缺乏蔬菜生产的基础知识，对日光温室结构设计了解甚少，往往是盲目搬用，随意建造，结果是温室的屋面角度、高跨比、墙体结构等都不适合当地的气候条件，温室保温性极差，光照入射率低，冬季根本不能进行喜温性蔬菜生产。再加上日光温室蔬菜生产技术难度大，除了蔬菜本身的栽培管理以外，还要进行室内温、光、水、气等环境因子的调节和控制，所以，盲目管理或者随大流都会导致失败。

第三，缺少适合于节能日光温室栽培的专用品种。虽然很多农科院校、科研单位都在积极选育，但是目前适合于节能日光温室栽培的专用品种还很缺，尤其是茄果类和豆类蔬菜的专用品种，很难适应节能日光温室飞速发展的需要，应尽快选育出耐低温、耐弱光、抗病、优质、高产、高效的蔬菜专用品种。

第四，对灾害性天气的防范措施比较差。连续的阴雨天气，持续的低温寡照，极端的最低温度等灾害性天气，出现的频率虽然很低，但对节能日光温室蔬菜生产造成的危害却是致命的。近年来，各地因受灾害性天气侵害造成的欠产、绝收时有发生，成为节能日光温室蔬菜生产滑坡、产量低下而不稳定的重要因素。结合不同地区自身特点，加强对灾害性天气对策的研究，因地制宜地采取行之有效的防范措施尤为重要，必须抓紧抓好。

第五，蔬菜栽培单一品种过剩、经济效益下降。实际上，节能日光温室栽培的蔬菜种类应提倡多样化，如豆角、草莓、菜花等都可以栽培，这样既能因地制宜，保证稳产高产，又能丰富市场，提高产值，也是应该重视的问题。

第六，缺乏节能日光温室优质高产高效蔬菜生产的技术标准化体系，导致产量低、污染严重、品质较差等。进一步优化节能日光温室结构性能，开发新型覆盖保温材料，提高节能日光温室的温光性能，为高产优质栽培提供环境保证。同时总结分析黄瓜等蔬菜的高效节能栽培技术与经验，结合茄果类、豆类、其他瓜类等各种蔬菜的特性，研究探索适合不同蔬菜、不同栽培方式、不同生产目的的高效节能配套栽培技术，使节能日光温室生产更好地向多样化、高产化、高效化方向发展。

目前，日光温室这一新兴产业已得到蓬勃发展，这对于振兴当

地农业经济、推动其他产业的发展已起到了重要作用。虽然它还有不足之处,但它的确在节省能源、提高效益、丰富市场等方面显示出了其优越性,只要掌握好管理技术,就会取得理想的效果。

日光温室蔬菜栽培技术,是蔬菜栽培技术的重要组成部分,也是蔬菜栽培技术中的一项关键技术。

日光温室蔬菜栽培技术,是蔬菜栽培技术中的一项关键技术,也是蔬菜栽培技术中的一项关键技术。

日光温室蔬菜栽培技术,是蔬菜栽培技术中的一项关键技术,也是蔬菜栽培技术中的一项关键技术。

日光温室蔬菜栽培技术,是蔬菜栽培技术中的一项关键技术,也是蔬菜栽培技术中的一项关键技术。

日光温室蔬菜栽培技术,是蔬菜栽培技术中的一项关键技术,也是蔬菜栽培技术中的一项关键技术。

日光温室蔬菜栽培技术,是蔬菜栽培技术中的一项关键技术,也是蔬菜栽培技术中的一项关键技术。

日光温室蔬菜栽培技术,是蔬菜栽培技术中的一项关键技术,也是蔬菜栽培技术中的一项关键技术。

日光温室蔬菜栽培技术,是蔬菜栽培技术中的一项关键技术,也是蔬菜栽培技术中的一项关键技术。

日光温室蔬菜栽培技术,是蔬菜栽培技术中的一项关键技术,也是蔬菜栽培技术中的一项关键技术。

日光温室蔬菜栽培技术,是蔬菜栽培技术中的一项关键技术,也是蔬菜栽培技术中的一项关键技术。

日光温室蔬菜栽培技术,是蔬菜栽培技术中的一项关键技术,也是蔬菜栽培技术中的一项关键技术。

日光温室蔬菜栽培技术,是蔬菜栽培技术中的一项关键技术,也是蔬菜栽培技术中的一项关键技术。

日光温室蔬菜栽培技术,是蔬菜栽培技术中的一项关键技术,也是蔬菜栽培技术中的一项关键技术。

日光温室蔬菜栽培技术,是蔬菜栽培技术中的一项关键技术,也是蔬菜栽培技术中的一项关键技术。

日光温室蔬菜栽培技术,是蔬菜栽培技术中的一项关键技术,也是蔬菜栽培技术中的一项关键技术。

日光温室蔬菜栽培技术,是蔬菜栽培技术中的一项关键技术,也是蔬菜栽培技术中的一项关键技术。

日光温室蔬菜栽培技术,是蔬菜栽培技术中的一项关键技术,也是蔬菜栽培技术中的一项关键技术。

日光温室蔬菜栽培技术,是蔬菜栽培技术中的一项关键技术,也是蔬菜栽培技术中的一项关键技术。

日光温室蔬菜栽培技术,是蔬菜栽培技术中的一项关键技术,也是蔬菜栽培技术中的一项关键技术。

日光温室蔬菜栽培技术,是蔬菜栽培技术中的一项关键技术,也是蔬菜栽培技术中的一项关键技术。

日光温室蔬菜栽培技术,是蔬菜栽培技术中的一项关键技术,也是蔬菜栽培技术中的一项关键技术。

日光温室蔬菜栽培技术,是蔬菜栽培技术中的一项关键技术,也是蔬菜栽培技术中的一项关键技术。

日光温室蔬菜栽培技术,是蔬菜栽培技术中的一项关键技术,也是蔬菜栽培技术中的一项关键技术。