

第二版

节能温室 种菜 易学易做

孙培博 主编

 中国农业出版社

节能温室种菜易学易做

第 二 版

孙培博 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

节能温室种菜易学易做/孙培博主编. —2 版. —北京: 中国农业出版社, 2005. 9

ISBN 7-109-10075-8

I. 节... II. 孙... III. 蔬菜-温室栽培 IV. S626.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 098818 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 舒 薇 徐建华

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2006 年 1 月第 2 版 2006 年 1 月第 2 版北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 7.5

字数: 185 千字 印数: 1~10 000 册

定价: 12.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编 孙培博(胶南市农业局)

编写人员 孙振华(崂山区农发局)

王志鹏(城阳区果树站)

杨秀华(胶南市农业局)

孙兴华(胶南市林业局)

高金泉(天达生物制药集团)

再 版 前 言

本书出版之后，笔者先后多次接到一些农民朋友的电话和个别来访，他们反映本书帮助他们解决了多年没能解决的技术难题，使他们温室栽培蔬菜的产量与经济效益取得了大幅度提升，帮助他们圆了致富之梦。亦有人向笔者咨询有关节能温室栽培中遇到的一些新的技术难题，询问如何买到此书。

为了满足广大菜农的需求，笔者针对近几年来在温室栽培中，涌现出的新品种、新农药、新技术的发展、新出现的问题和解决办法，补充了新的内容，并较详细地论述了有关保护地栽培理论。今重新出版奉献给广大菜农朋友与从事保护地蔬菜栽培教学、研究的同仁们，期望能对朋友们有所参考。由于笔者水平所限，书中难免有疏漏与不当之处，盼望广大同行们给予批评指正。

孙培博

2005年7月

前 言

节能日光温室，又称冬暖式塑料大棚。它能在不适宜作物生长发育的严冬季节，不经加温或基本不加温，仅仅依靠设施的良好采光、保温性能，创造适合于喜温性作物生长发育的小气候条件，实现了瓜类、茄果类、豆类等一大批蔬菜作物的反季节、超时令生产。从根本上解决了北方寒冷地区冬季瓜菜的供应问题，提高了土地的利用率和产出率，变冬闲为冬忙，为北方农村闲散劳力解决了就业问题，也为一大批贫困农民开创了一条脱贫致富之路。

但是，随着日光温室的飞速发展，也出现了许多问题，有为数不少的菜农不懂技术，盲目建棚，管理不当，经济效益差，甚至造成重大经济损失。也有一部分菜农只学会部分温室蔬菜管理技术，又不能正确领会运用，产量提不上去，经济效益平平。

为了帮助他们尽快学会节能日光温室的建造与管理技术，学会主要蔬菜的温室栽培技术，我们编写了《节能温室种菜易学易做》一书，书中推出了比常规温室在同等条件下，能够将最低温度提高 5°C 左右的蜂窝墙体、内撑外压式日光温室。总结了一套有极高频重演性的黄瓜、番茄 667米^2 产 25 000 千克的温室栽培技术，和其他蔬菜的高产高效温室栽培技术。1996 年该项技术在东明城关镇黄军营村推广示范，其番茄产量达 $667\text{米}^2/32\,000$ 千克（郓城县参观团测产）。现将其

总结汇编出来，奉献给广大菜农朋友们和从事保护地栽培科研、教学与技术推广的科技人员，以供参考。编写当中我们本着理论与实践相结合的原则，论述了有关理论，着重详述了其操作方法，为的是让广大农民朋友看得懂、学得会。

对于温室灾害与病虫害的防治问题，本书重点论述了温室温度的科学调控与冻害的预防技术，并在论述病虫害综合防治技术的基础上，介绍了温室中常发病害的症状、侵染规律、无公害防治技术和有关用药。

在编写过程中，我们多次得到山东农业大学蒋先明先生、邢禹贤先生、卢育华先生三位教授的指导，在此一并表示感谢。

由于受生产现状和个人水平的限制，书中难免有不当之处，敬请广大读者批评指正。

孙培博

2000年1月

目 录

再版前言

前言

第一章 蔬菜保护地栽培的发展与展望	1
第二章 节能日光温室的建造	6
第一节 节能日光温室建造的基本要求	6
第二节 节能日光温室的建造	9
第三章 节能温室的环境特点与调控技术	24
第一节 节能日光温室环境条件的基本特性	25
第二节 环境条件的调控与主要栽培技术	27
第四章 节能日光温室蔬菜栽培茬口安排	47
第五章 10 种常见蔬菜的节能日光温室栽培技术	50
第一节 节能日光温室黄瓜栽培技术	50
第二节 节能日光温室西瓜栽培技术	75
第三节 节能日光温室厚皮甜瓜栽培技术	103
第四节 节能日光温室西葫芦栽培技术	115
第五节 节能日光温室丝瓜栽培技术	123
第六节 节能日光温室番茄栽培技术	129
第七节 节能日光温室辣(甜)椒栽培技术	150
第八节 节能日光温室茄子栽培技术	163
第九节 节能日光温室菜豆栽培技术	178

第十节 节能日光温室豇豆栽培技术	188
第六章 节能日光温室无公害蔬菜病虫害防治技术	193
第一节 节能日光温室病虫害防治的基本原则	193
第二节 节能日光温室病虫害综合防治方法	196
第七章 怎样提高节能日光温室的经济效益	201
附录一 神奇的天达-2116 植物细胞膜稳态剂	216
附录二 怎样使用农药	220
附录三 波尔多液的配制与使用技术	223
附录四 铜皂液的熬制与使用	226
附录五 温室烟雾剂的使用	227
主要参考文献	228

第一章 蔬菜保护地栽培的发展与展望

保护地蔬菜栽培发展至今，已成为我们菜篮子的主题工程，特别是节能日光温室的出现，更展示出其广阔的发展前景，它与基因工程、组织培养等现代化技术一样，是当今世界农业发展的高新技术之一。随着推广应用的不断深入，其强大的生命力和在多学科、多种生产领域中的应用价值和重大作用将越来越为人们所重视。

一、我国古代劳动人民对保护地蔬菜栽培发展的贡献

我国是保护地栽培的主要发源地，我们的祖先在保护地蔬菜栽培的发展中，做出了突出贡献。据《古文奇字》记载，“秦始皇密令人种瓜于骊山沟谷中温处，瓜实成。”使人上书曰：“瓜冬有实”。这是世界上利用温泉小气候进行保护地栽培的开始。到汉代，据《前汉书召信臣传》记载，都城长安的宫廷中，已有“冬生葱韭菜茹，覆以屋庑，昼夜燃蕴火，待温气乃生”的设施，以解决冬季蔬菜供应。这种做法，可以说是现代温室的雏形。南北朝时北魏农学家贾思勰所修《齐民要术》种韭篇中记述，“十月足霜及收之，取籽者，仍留根，间拔令稀草覆之”，说明早在公元四世纪山东农民就开始覆草保护栽培韭菜。到唐代利用温泉热水栽培蔬菜又有了发展，如唐人王建《宫词》记述，“酒幔高楼一百家，宫前杨柳寺前花，内园分得温汤水，二月中旬以进瓜”。

公元1274年起，杭州一带农民已在白菜上盖草防寒，使之

得以安全越冬，而且菜心软化白嫩，品质大为改善。这是我国古代白菜软化栽培技术的总结。到元代王祯著《农书》记载，“至冬移根藏于地屋荫中，培以马粪，暖而即长”、“就旧畦内，冬月以马粪覆之，于向阳处，随用蜀黍编障之，遮北风，至春蔬其芽早出”，说明我国人民已开始了风障阳畦蔬菜栽培。

明清两代我国设施园艺有了新的发展，北京已出现了类似现代的温室设施“北京式土温室”。这些充分显示了我国古代劳动人民的智慧、无穷创造力和丰富的保护地栽培经验。但是在封建王朝统治时期，保护地栽培成果只能为封建帝王、达官贵人所享用，保护地栽培得不到应有的发展。鸦片战争后，中国又沦为半封建、半殖民地社会，连年战乱，祸及百姓，田园破坏，民不聊生，长达百余年，农业生产遭到了极大的破坏，我国设施园艺开始落后于西方资本主义国家。

二、新中国成立后，我国保护地栽培的发展

新中国成立以后，在党的英明正确领导下，我国农业生产很快得到了恢复和发展，保护地栽培脱颖而出，以其无限的生命力在中国北方大地各大城市郊区得以大规模的飞速发展。到20世纪50年代初期，北京、天津、大连、青岛等城市郊区已出现了较大规模的现代化加温玻璃温室。春节期间可大量供应黄瓜、番茄、茄子、辣椒等新鲜喜温性蔬菜。50年代中期，塑料薄膜生产技术的引进和推广对我国的保护地栽培发展起到了更大的推动作用。1958年华北地区已开始了建造占地667米²以上的大温室，60年代东北地区建成了占地1公顷的大型温室。70年代塑料薄膜大棚的发展已遍及全国，山东、辽宁、河北等省，覆盖面积已超过667公顷以上。1978年全国薄膜覆盖面积达到6670公顷以上。如此同时在科研上也取得了突破性的发展，几乎所有的蔬菜种类都实现了保护地栽培，并选育出了一大批适合保护地栽

培的多种蔬菜新品种。在栽培方式上,实现了多种蔬菜的秋延迟、春促成栽培和越冬栽培,实现了常年供应。70年代二氧化碳施肥、无土栽培等多方面的高新技术研究取得成功,并在较大范围内得到了推广,从而使我国保护地栽培再次进入了世界先进行列。

三、党的十一届三中全会后,保护地栽培发展异常迅猛

党的十一届三中全会以后,改革开放政策如春风化雨,进一步解放了生产力,我国广大农民焕发了更大的创造性和无穷的智慧和勇气。保护地栽培进入了飞速发展的新的历史时期。据不完全统计,从1984年至1986年冬,保护地棚室栽培面积由19466公顷迅速发展到了68400公顷,扩大了2.5倍。到1990年全国各类保护地栽培面积发展到26.7万公顷,到1995年仅山东省保护地栽培面积达到18万公顷,建各类大棚120多万个,面积6万公顷以上。保护地栽培生产达到了占全省蔬菜总产量30%以上,到目前为止,全国保护地栽培面积将突破66.7万公顷。

在科研上,多学科、多种类的科研成果在保护设施中得到应用和发展。

第一,培育出了一大批适合于不同栽培形式,多种蔬菜种类的新品种,实现了保护地栽培的品种配套。

第二,研究推广了遮阳网栽培技术,实现了多种不耐热蔬菜的越夏栽培,进一步完善了我国菜篮子工程体系。

第三,发明推广了不加温节能日光温室,并进一步完善改进配套了高保温、无立柱、易管理的新型节能温室。在北纬35°~45°范围内的广大寒冷地区,实现了在严寒季节不需加温生产多种喜温性蔬菜的栽培,并迅速在全国包括黑龙江、青海、新疆、西藏等高寒地区在内的大范围内得到了广泛地推广发展,填补了世界上不加温进行保护地栽培的空白,使我国在保护地栽培领域

内跨入了世界先进行列。

第四，研究组配了各种蔬菜的不同形式的高产高效栽培技术，突破了黄瓜 667 米²产 30 000 千克，番茄 667 米²产 25 000 千克，茄子、西葫芦 667 米²产 20 000 千克，辣椒、西芹 667 米²产 10 000 千克的高产大关。

第五，研究组配了温室病虫害综合防治技术，实现了无公害蔬菜的生产与供应，使人民真正吃上了安全放心的“绿色蔬菜”。

第六，研究推广了无滴、转光、保温、防尘、防老化、使用寿命长等多种类多功能复合膜，在覆盖材料上实现了不同季节、不同蔬菜种类的综合性配套。

第七，研究推广了温室滴灌、微灌等灌水施肥技术。

四、对节能日光温室发展的展望

节能日光温室的发明，十几年来已充分显示出其强大的生命力和无比的优越性。

第一，它具有极强的保温性能，可以在比较寒冷的严冬季节、零下十几度的恶劣条件下，不需加温仅仅依靠其良好的采光与保温性能，使室内温度白天维持 25℃ 左右，夜晚最低温度维持在 10℃ 左右，实现了瓜类、果菜类、豆类等喜温性蔬菜的安全生产与供应，真正实现了周年当中各个季节、各个时期“没有不能种的菜、没有买不到的菜”，并大幅度地降低了蔬菜生产成本，提高了经济效益，减少了各种蔬菜的季节性差价。一大批在过去只有高薪阶层才能够有条件享用的新鲜蔬菜进入了平常百姓家，人人买得起，家家吃得上，彻底改善了人民群众的膳食结构，对广大人民生活水平和健康水平的提高发挥了重大作用。

第二，节约了大量的能源。在 20 世纪 80 年代一个生产 5 000 千克蔬菜的加温温室，需消耗煤炭 20 吨左右。而如今的技术，全国 33.3 万公顷节能日光温室，每年为国家节约煤炭 1 亿

吨左右。每吨煤按 200 元计算，可节约人民币 200 亿元以上。

第三，大大减轻了南菜北运给铁路、公路运输部门带来的压力。据不完全统计，1990 年前，我国每年从南方调往北方的蔬菜达 15 亿千克，需标准车皮 15 000 余辆。这仍难以满足北方冬季对鲜菜数量的需求。节能日光温室的大发展，不仅减轻了铁路运输部门的压力，节减了大量的运输费用，也大大减轻了蔬菜因长途运输而造成的腐烂、变质、消耗等损失。

第四，节能日光温室的发展，充分提高了土地的利用率，改变了我国北方农村几千年来的冬闲历史，由冬闲变冬忙。解决了千百万农村闲散劳力的就业，为广大贫困农民开辟了一条致富之路。不但增加了产量、花色品种，大幅度提高了经济效益，活跃了市场，繁荣了经济，而且大大促进了农村社会的精神文明建设，稳定了社会秩序，促进了农村社会的进步与变革。

第五，节能日光温室有着广阔的发展前景。它在严寒季节创造了适宜暖温带及亚热带作物生长发育的良好环境条件，不但可用于种植喜温性蔬菜，而且目前全国各地都有部分农户用于养鸡、养虾、蟹、甲鱼等珍贵海鲜品和畜禽。山东莱西农民用于种葡萄，使葡萄于 5 月初夏上市，棚收入达 10 万元左右。烟台农民用于栽培大樱桃，使之提前 1 个月成熟，棚收入达 10 万元。这充分显示出其广阔的发展前景。鉴于节能日光温室又具有投资少、见效快，一次性投资，长期受益的特点，它必将以更快的速度在广大的范围内得到推广和发展。随着世界性能源的日益紧缺、新材料新成果的不断推出和应用，节能日光温室必将发挥出更大的优越性，人们多年来梦寐以求的南果北移，在不久的将来将变成现实。

第二章 节能日光温室的建造

第一节 节能日光温室建造的基本要求

一个好的节能日光温室，要具有以下特点：一是透光性能好，光照利用率高；二是增温快，保温性能良好；三是易于操作，便于管理，利于通气；四是结构牢固，防风性能良好，使用寿命长；五是易于建设，且投资较少。为实现上述要求，在建设时要注意做到：

1. 选地 建温室（棚）选地时，要注意选择那些地势高燥，大雨过后不积水，地下水埋深低于1米，排灌条件良好，土壤肥沃，土质松散，透气性好，土层较深，保肥保水，性能良好，且背风向阳，交通方便的地段。

2. 坐向 实践证明，日光温室应建成坐北朝南方向，并偏西（阴） $3^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 为好。这样的方向，接受阳光时间长，光能利用率高。若因地形地势等原因，达不到以上要求，也应尽力调整，使之在偏西 10° 至偏东 5° 范围内。方法如下：中午12点至12点20分之间，在地面插一根垂直标杆，通过观察，选取其最短投影，然后做其垂直线，再以该垂直线为准，偏阴 5° 划直线，所画直线，即为温室后墙方向基准线。

3. 设施大小 日光温室，其东西长50~70米比较适宜，若长度短于40米，则温室体积偏小，保温性能降低，遇到严寒天气，室内易发生冷害或冻害（表1）。若长度超过80米，则拉盖草苫的时间长，管理不方便。

第二章 节能日光温室的建造

表1 清晨8点时不同长度温室的平均温度变化

室内温度 长度	外温	-3℃	-5℃	-7℃	-9℃	-12℃
32米		10.3℃	9.1℃	7.2℃	4.3℃	2.2℃
43米		10.7℃	10.1℃	8.7℃	7.1℃	5.3℃
51米		11.3℃	10.3℃	9.2℃	8.9℃	8.1℃
61米		11.7℃	10.4℃	9.5℃	9.1℃	8.7℃

4. 温室的高度与南北跨度 温室的高度与南北跨度，应根据当地的纬度来定。因为高度与跨度决定着温室采光面的角度（图1），采光面的角度又左右着阳光入射角的大小。要保证阳光有较大的入射率，其入射角应小于 40° 。因为太阳光的投射率与光线入射角关系密切。其入射角在 $0^\circ \sim 40^\circ$ 范围内，随入射角的增大，光线的入射率下降，但是变化不明显，当入射角大于 40° 以后，随入射角的增大，其透光率明显甚至于急剧下降。

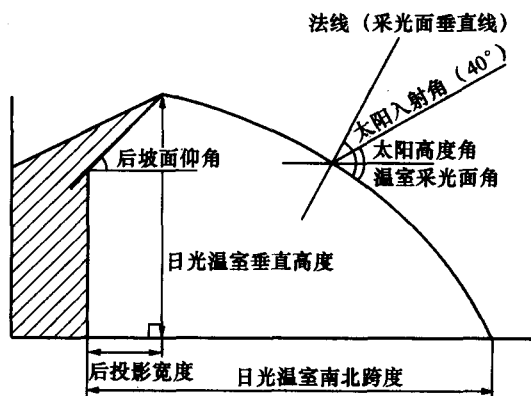


图1 温室各种角的示意图

由图1得知，温室采光面的角度 $= 90^\circ - \text{太阳高度角} - \text{阳光入射角} (40^\circ)$ 。太阳高度角一天之中，中午最大，早晨出太阳时

为零，一般上午 10 点、下午 2 点时太阳高度角比正午时少 $6^{\circ} \sim 7^{\circ}$ 。因此，温室采光面的角度，应适当增加 $5^{\circ} \sim 6^{\circ}$ 为好。太阳高度角，由其所在地的纬度决定，不同地区因其所处纬度不同，其太阳高度角不同（表 2）。

表 2 不同纬度不同季节太阳高度角的变化（12 点）

太阳高度角 季节 \ 北纬度	30°	35°	40°	45°	50°
立春、立冬	43.6°	38.6°	33.6°	28.6°	23.6°
春分、秋分	59.9°	54.9°	49.9°	44.9°	39.9°
夏至	84.4°	79.4°	74.4°	69.4°	64.4°
冬至	36.6°	31.6°	26.6°	21.6°	16.6°

所以，建温室时，其采光面的角度应根据当地太阳高度角来决定。例如：在北纬 35° 左右地区，建温室时其采光面的角度应大于 23° ($\alpha = 90^{\circ} - 31.6^{\circ} - 40^{\circ} + 5^{\circ} = 23.4^{\circ}$)

根据以上原理，在北纬 35° 地区建温室，其南北宽（跨度）可用下面公式算出：温室宽 = 温室最高点高度 $\times \text{ctg}\alpha$ (α 为采光面角度) + 后坡面的投影。若温室设计高度为 3 米，后坡面的投影长度为 1 米，采光面的角度为 23° ($\text{ctg}23^{\circ} = 2.36$ 米)，则其南北跨度为 8 米 ($3 \times 2.36 + 1 = 8$)。若温室设计高度为 3.2 米，其南北跨度则为 8.5 米。

5. 日光温室的前坡面形状 前坡面（采光面）的形状，目前经常采用的有两种形式，一种为立窗型，即一立一斜型；另一种为抛物线型，也叫半拱圆或半弧型。这两种形式，后者为好，因为：一是抛物线型，其温室的采光面呈拱形，结构坚固，抗压力强；二是坡面凸起，便于用压膜线压膜，可消除一立一斜型的温室必须用竹竿压膜，用铁丝绑缚竹竿，造成孔洞多、保温性能差的缺点；三是抛物线型，其采光面透光性能好，阳光利用率高，特别是上午 9 点前，温室增温快；四是抛物线型，拉苫放苫