



日光温室大棚 设计建造 及环境调控

程季珍 焦彦生 编著



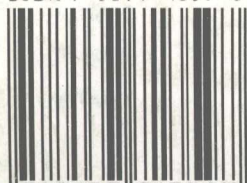
山西科学技术出版社

责任编辑 张旭 封面设计 刘淑英
总编辑 郭博信 社长 王慷

《农村科技致富丛书》新书目

三轮农用运输车使用与维修	10.00 元
小四轮拖拉机使用与维修	8.00 元
葡萄高产栽培技术	3.50 元
葡萄栽培图志	3.80 元
果树修剪	4.00 元
苹果优质早果丰产 100 问	4.50 元
苹果病虫害防治画册	6.00 元
果树病虫害综合防治	15.00 元
苹果新品种与优良砧木	2.50 元
果树生产新技术	5.30 元
苹果优质高产栽培	6.00 元
苹果栽培图诀 300 例	12.00 元
苹果树高接换种技术	1.60 元
山楂栽培技术	2.00 元
梨树高产优质栽培	4.00 元
仁用杏高产栽培技术	3.00 元
花椒高产栽培技术	2.50 元
枣树管理技术	5.50 元

ISBN 7-5377-1359-6



9 787537 713597 >

ISBN 7-5377-1359

S · 193 定价: 3.80

园艺-温室栽培
农村科技致富丛书·蔬菜系列

日光温室大棚设计建造及环境调控

程季珍 焦彦生 编著

山西科学技术出版社

农村科技致富丛书·蔬菜系列

日光温室大棚设计建造及环境调控

程季珍 焦彦生 编著

*

山西科学技术出版社出版 (太原并州北路 69 号)
山西省新华书店发行 太原千峰科技印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/32 印张:3 字数:59 千字
1997 年 2 月第 1 版 1997 年 2 月太原第 1 次印刷
印数:1—5 000 册

*

ISBN 7-5377-1359-6
S·193 定价:3.80 元

《农村科技致富丛书》编委会

编委主任 王文学

编委委员 (按姓氏笔画排列)

王 慷	牛西午	田 英
许卓民	吕赞韶	陈 震
李仁安	李龙城	杨宝荃
尚志斌	张 旭	张经元
姜 凯	徐廷柱	高其荣
蒋荣儒	霍成福	

前 言

我国农业正处于一个重要的历史转折关头,正在从过去以追求产品数量增长、满足人民温饱需要为主,开始转向高产和优质并重、提高效益的新阶段。高产优质高效农业的建设,归根到底要依靠科学技术的进步和科技成果的广泛应用,要坚持大农业的观点,实行种养加、农工商、内外贸、农科教“四个结合”,要不断向生产的广度和深度开发。在这一新形势的推动下,一股学科学、学技术、依靠科技致富的热潮正在农村掀起。农民们迫切需要获得科技致富的信息,开辟科技致富的门路,掌握科技致富的方法。为了满足广大农民渴求科技知识的愿望,推动高产优质高效农业建设,实现由传统农业向现代农业的历史性转变,我们组织有关的专家、学者和科技人员,编写了这套《农村科技致富丛书》。

这套丛书的编写立足于大农业的观点,涉猎内容比较广泛,凡是技术先进、实用,操作简易可行,能给农民带来较高经济效益的农、林、牧、副、渔,以及储藏、加工、保鲜等领域的新成果和实用技术,都在这套丛书的选题之列。为了增强丛书的针对性、实用性和系统性,根据农村的产业结构特点,我们又将丛书规划为果树、蔬菜、养殖、农机、农副产品加工等系列,供农民朋友选用。这套丛书的读者对象很明确,即广大农民群众,要让农民朋友看得懂、学得会、用得上,这既是我们的出发

点,也是我们工作的落脚点,因此,在撰稿时力求通俗、具体,图文并茂,形式多样,以便于农民理解和操作。同时,这套丛书也可作为基层技术培训的教材,用它来提高广大农民的科技文化素质,为振兴农业经济培养人才。这套丛书的作者都是来自科研和生产第一线的科技人员,所介绍的技术先进、可靠、实用。相信这套丛书的出版,一定会给农民群众带来福音。

我们殷切希望广大读者对丛书的不足之处提出批评和建议,以便重印、再版时改进和提高。

《农村科技致富丛书》编委会

《农村科技致富丛书》新书目

中药材栽培与采集	4.00 元
食用菌栽培技术问答	3.20 元
真姬菇、金针菇、草菇栽培新技术	3.50 元
农药知识 700 问	10.00 元
棉花病虫害发生与防治	3.50 元
农作物新品种 300 个	3.80 元
养鸡(修订本)	5.00 元
鸡病防治 100 例	2.80 元
怎样饲养肉鸡	5.00 元
养 兔	2.70 元
养兔实用技术问答	6.00 元
肉用羊养殖新技术	6.00 元
养鳖实用新技术	4.80 元
名优水产养殖技术	4.50 元
蔬菜栽培实用技术	3.50 元
蔬菜病虫害防治	8.50 元
节能日光温室蔬菜栽培	4.50 元
稀特蔬菜栽培技术	7.50 元
黄瓜周年栽培	8.00 元
草莓栽培技术	2.50 元
西瓜丰产栽培 72 问	3.00 元
农机节油实用技术	5.00 元

目 录

一、日光温室的设计与建造	(1)
(一)日光温室的采光设计	(1)
(二)日光温室的保温设计	(7)
(三)日光温室总体设计及建筑材料选择	(13)
(四)日光温室的主要类型	(24)
(五)日光温室的场地选择及规划	(28)
(六)日光温室的建造	(31)
二、塑料大棚的设计与建造	(46)
(一)塑料大棚的结构类型	(46)
(二)塑料大棚的设计	(50)
(三)塑料大棚的建造	(53)
(四)塑料小拱棚	(57)
(五)塑料中拱棚	(58)
三、日光温室大棚的环境条件及调控	(59)
(一)光照条件及调控	(59)
(二)温度条件及调控	(67)
(三)水分条件及调控	(75)
(四)气体条件及调控	(80)
(五)土壤条件及调控	(84)

一、日光温室的设计与建造

日光温室要求采光蓄热和保温防寒,在纬度较高地区和严寒冬季,基本上不加温,就可以进行蔬菜生产,特别是喜温蔬菜的生产。因此,日光温室的设计建造应遵循如下原则:①在寒冷季节能最大限度地利用阳光,采光蓄热,保温性能良好。②有合适的规格和适当的规模。③有足够的强度,坚固耐久,能抗风雪。④具有按不同作物、不同生育阶段的需求,合理调控温、光、水、气等环境条件的能力。⑤建筑材料尽量就地选取,以减少投资,适合农村推广应用。

(一)日光温室的采光设计

阳光是绿色植物进行光合作用不可缺少的能源,也是日光温室的主要热源。因此,设计日光温室时,首先要解决好温室的采光问题,最大限度地使阳光透射到温室内部。

日光温室光照的强弱,主要取决于地理纬度、栽培季节、天气状况和建筑结构,前三者是自然因素,不是人力所能控制的,而最后一个则可由人掌握。日光温室的结构不同,光照状况也有差别。

1. 方位与采光 我国北方地区的日光温室主要是在冬、春、秋三季使用。冬季太阳高度角低,日出在东南,日落在西

北。因此,为了冬季最大限度地利用阳光,日光温室多采用座北朝南、东西延长的方位。一般作物上午的光合作用强度比下午高,因此有人主张日光温室的方位应偏东一些,以便早些接受到太阳的直射光,提高光合效率。中午 12 时太阳的方位都是正南,距真正午时每增加或减少 1 小时,太阳的方位就西移或东移 15° ,偏东 15° ,可比正南朝向早 1 小时受到阳光直射,有利于作物的光合作用。实践证明,在北纬 40° 以北的中高纬度地区,冬季早晨外界气温很低,偏东温室在早晨提前揭开草帘后,室内温度往往明显下降,实践意义不大。不过,早晨外界温度不很低的地区,温室方位偏东也是可行的。在严寒地区,日光温室的方位以偏西为好,这样有利于延长午后的光照时间和夜间保温。但无论偏东还是偏西,均以 5° 为宜,不宜超过 10° 。

2. 前屋面角度与采光 当光线入射角由 0° 增大到 40° 时,对透明材料的透光率影响不大,光量的反射损失率只有几个百分点;当入射角在 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 内变化时,透光率随入射角增大呈显著下降趋势;入射角大于 60° 时,透光率呈急剧下降趋势。所以, 40° 的入射角或 50° 的投射角是影响透明材料透光率大小的临界点。在日光温室发展初期,便把冬至日太阳对温室采光面的最大投射角达到 50° 的采光屋面角度定为合理采光屋面角。如辽宁省大连市瓦房店(大约北纬 40°)一斜一立式日光温室,地窗为 $80^{\circ}\sim 90^{\circ}$,天窗为 23.5° ;鞍山市(大约北纬 41°)半圆拱式日光温室采光屋面角下段为 $60^{\circ}\sim 40^{\circ}$,中段为 $40^{\circ}\sim 20^{\circ}$,上段为 $20^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 。据此推算,在北纬 34° 的地区,一斜一立式日光温室的天窗采光角度达到 17.5° 即可。实践中凡按此采光设计建造的日光温室,温室效应都很差,根本无法

进行喜温蔬菜的反季节栽培。因为这种日光温室的采光角度在冬至前后的低温弱光季节里,每天达到 50° 投射角只有真子午时前后很短的时间,采光和保温的交汇点没有达到最佳值,不能最大限度地获取太阳辐射能。其实,太阳高度在一天中是不断变化的,根据公式,可以计算出任意地点、任意时刻的太阳高度角(表 1、表 2、表 3)。

表 1 冬至东经 120° 不同纬度太阳高度角日变化

北京时间 北纬	8:00'	10:00'	12:00'	14:00'	16:00'
34°	9.04°	25.81°	32.50°	25.81°	9.04°
35°	8.45°	24.95°	31.50°	24.93°	8.45°
36°	8.12°	24.38°	30.50°	24.38°	8.12°
37°	7.25°	23.32°	29.50°	23.22°	7.25°
38°	6.65°	22.35°	28.50°	22.35°	6.65°
39°	6.05°	21.49°	27.50°	21.49°	6.05°
40°	5.45°	20.61°	26.50°	20.61°	5.45°
41°	4.84°	19.74°	25.50°	19.74°	4.84°

表 2 不同纬度的采光屋面角

北 纬	合理采光 屋面角度	最佳采光 屋面角度	太阳高度角	
			冬 至	春(秋)分
34°	17.50°	24.09°	32.50°	56.00°
35°	18.50°	25.05°	31.50°	55.00°
36°	19.50°	25.62°	30.50°	54.00°
37°	20.50°	26.78°	29.50°	53.00°
38°	21.50°	27.65°	28.50°	52.00°
39°	22.50°	28.51°	27.50°	51.00°
40°	23.50°	29.39°	26.50°	50.00°
41°	24.50°	30.26°	25.50°	49.00°

表 3 冬至北纬 35°不同经度太阳高度角日变化

太阳高度角 东经	8.45°	24.95°	31.50°	24.95°	8.45°
110°	8:40	10:40	12:40	14:40	16:40
120°	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00

由表 1 可以看出,每天北京时间 10 时至 14 时,东经 120° 线上各纬度冬至前后太阳高度角比较大,是一天中光照条件最好的时期;在北纬 34°~41°之间,10 时和 14 时的太阳高度角,比 12 时(真子午)低 5°~7°。可见,北纬 34°~41°地区日光温室的最佳采光屋面角,至少可以比合理采光屋面角增加 5°~7°,以使冬至前后太阳对温室采光屋面的投射角达到或接近 50°的时间,由正午前后延长到 4 个小时以上。当然,在跨度一定的情况下,加大采光屋面角度必然增加日光温室的高度,扩大散热面积,降低保温性能。但是,这一方面可以通过加强保温措施来弥补,另一方面也可由增加透光量得到补偿。不过在高寒地区,如果保温措施没有大的突破,采光屋面角则不可盲目增加,一般增大 3°~5°即可。

3. 采光屋面形状与采光 目前各地日光温室采光屋面的水平投影长度占温室跨度的比例为 2/3~6/7,很不一致。短后坡、采光屋面所占比例大的温室采光较好。而长后坡、采光屋面所占比例小的,虽然在中、高纬度地区冬至前后采光比较充分,但随着太阳高度角的不断升高,温室北部的弱光区日益扩大,该处因缺少直射阳光,难以种植作物,大大降低了室内的土地利用率。

采光屋面的形状,也是影响采光的一个重要因素。近年

来,日光温室多为半圆拱形、椭圆拱形、两折式(一斜一立式)和三折式四种形式。在采光屋面水平投影长度均为5米、脊高均为3米的情况下,半圆拱式屋面倾角分布合理,而且从屋脊到前底脚两点间的弧长要比二折式、三折式的长,在一天内所得到的太阳辐射能量也最多。椭圆拱式的弧式虽大于半圆拱式,但在其采光面倾角分布不合理,因此采光效果大大低于其他几种形式的温室。生产实践也表明,半圆拱形日光温室具有较好的采光性能。

4. 骨架材料与采光 骨架材料断面越大,采光面光透过率越小。现有建筑材料中,钢管做骨架的,断面最小,遮光最少;木框次之;水泥预制件最差。前檐(马杠)和前柱对光照有明显影响,因此要尽量减小其断面面积,或不设前檐和前柱。竹木结构的日光温室,由于骨架材料强度低,因此材料的截面积往往较大,造成较多的遮荫。特别是由于必须设置支柱、横梁等建材,因而更加大了遮荫面积,减少了透光。因此,在日光温室设计中,应尽量使用强度大,截面积小的建材,特别是应尽量避免使用像腰檐等较粗大的东西向建材。

5. 塑料薄膜与采光 我国北方地区的日光温室,基本上都是采用塑料薄膜作为采光屋面的透明覆盖材料。选择和使用好的塑料薄膜对日光温室的采光有直接的影响。

塑料薄膜的透光率因其所用树脂原料、助剂种类、质量、数量、厚薄及其均匀程度、是否具有无滴性等情况而有很大差别。目前,我国北方地区日光温室使用的塑料薄膜厚度为0.08~0.12毫米,多数为0.1~0.12毫米。聚乙烯膜多为无色透明,聚氯乙烯膜则常在制作时加入少量颜料而略呈蓝色。聚氯乙烯薄膜的优点是远红外线透过率低,保温性能好,一般

比聚乙烯薄膜提高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。缺点是吸尘性强,透光率下降快(覆盖 $2\sim 3$ 个月后透光率就会由 90% 下降到 55%)。另外,密度大,同等重量、同等厚度覆盖的面积要比聚乙烯薄膜少 24% 。聚乙烯薄膜的优点是吸尘性弱,透光率下降慢,成本低。缺点是远红外线透过率高,不如聚氯乙烯保温效果好。

为了提高塑料薄膜的功能,近年来国内许多厂家通过向两种薄膜树脂中加入各种助剂,研制生产出了多功能塑料薄膜,提高了增温、保温、无滴及耐老化等性能,在日光温室蔬菜生产中得到广泛的应用。比较好的有聚氯乙烯无滴膜、聚乙烯多功能膜及三层复合多功能膜,这几种膜正在迅速取代普通聚氯乙烯和聚乙烯薄膜。高效节能日光温室上应采用聚氯乙烯耐老化无滴膜和聚乙烯三层复合多功能膜;大棚上宜采用聚乙烯耐老化有滴或无滴膜。

塑料薄膜的透光率还与薄膜老化程度和是否附着水滴、灰尘有关。塑料薄膜老化后,透光率下降 $20\%\sim 40\%$,如果再附着水滴或灰尘,透光率又会下降 $10\%\sim 20\%$ 。为此,在日光温室蔬菜生产中宜尽量选用无滴膜和耐老化膜。最近,吉林省浑江塑料一厂生产出聚氯乙烯无滴防尘膜,效果很好,可以在生产中大量推广。

6. 张挂反光幕与采光 日光温室张挂镀铝薄膜反光幕是辽宁省熊岳农专吴国兴等人研究推广的一项增温补光新技术,实践证明,是我国北方冬季日光温室蔬菜生产上一项投入少、见效快、方法简便、节能、无污染、能显著增加蔬菜产量、提高效益的有效措施。

悬挂在温室中柱处东西向的铁丝上,太阳直射光照到反光幕上以后,可以被反射到蔬菜植株或地面上。靠反光幕南侧

越近,增光越多;距反光幕南侧越远,增光越弱。反光幕的增光范围一般为距反光幕南侧3米以内,地面增光率为9.2%~40.0%,0.6米高处增光率为7.8%~43.0%。反光幕在不同季节的增光效果也不同,冬季太阳高度角小,室内光照弱,增光效果高于春季。由于反光幕改善了光照条件,使地面吸收更多的太阳辐射,因而地温也随之提高,一般提高0.5~3.0℃。

7. 温室间距与采光 前后两栋温室之间的距离太近,在太阳高度角低的冬至前后,前面一栋会对后面一栋造成遮光,且后边一栋的散射光入射量也会下降。因此,在建造成群连片温室生产基地时,应十分重视前后栋温室的间距问题。

(二)日光温室的保温设计

1. 温度条件与日光温室蔬菜生产 密闭日光温室,即使在冬季晴朗的白天,内部也会出现40℃以上的高温,夜间又会因对流放热而使室温下降到作物生育适温以下。因此,搞好保温设计,才能满足作物正常生育对温度条件的需求。

(1)温度和光合作用 番茄、辣椒、茄子等喜温蔬菜,在10℃左右的低温条件下不能进行光合作用,但温度高到一定程度时,由于呼吸作用增强,光合强度下降,光合产物积累减少。日光室内的高温,尤其是持续长时间的高温,对光合产物的形成有负作用,温度越高,时间越长,光合作用下降越严重,而且再回到适温条件下,恢复正常光合强度所需的时间也越长。夜间的低温对第二天白天的光合作用也有不良影响。同样也是温度越低,持续时间越长,对以后的光合作用影响越大。如黄瓜夜间叶片最低温度为10℃时,次日白天光合作用