

现代蔬菜科学丛书

李曙轩 曹寿椿 主编



现代化蔬菜温室

师惠芬 张志勇 编著

上海科学技术出版社

现代蔬菜科学丛书

李曙轩 曹寿椿 主编



现代化蔬菜温室

师惠芬 张志勇 编著

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书主要介绍现代蔬菜温室设施及其蔬菜栽培技术。前一部分简要叙述了温室结构类型及其使用效益。对温室的采暖、通风、采光、照明(人工补光)设计以及有关配电和自动控制等作了系统的介绍。后一部分详细地论述了温室主要果菜如黄瓜、番茄、甜椒、茄子等栽培的基本理论与环境因子的关系,提供了温室管理、稳产增产的切实可行的技术措施。

本书是《现代蔬菜科学丛书》之一,可供从事农业、园艺的科研人员、技术人员,有关大专院校师生以及农业建筑设计人员参考。

· 现代蔬菜科学丛书 ·

李曙轩 曹寿椿 主编

现代化蔬菜温室

师惠芬 张志勇 编著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路156号)

上海发行所发行 上海市印刷四厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 8.12 字数 178,000

1986年4月第1版 1986年6月第1次印刷

印数: 1—5,600

统一书号: 16119·863 定价 1.50元

《现代蔬菜科学丛书》

序 言

蔬菜是人民生活中重要食品之一，含有丰富的维生素、矿物质、碳水化合物、蛋白质、脂肪、有机酸、纤维以及芳香物质等，是农业生产中的一个主要组成部分。

我国是世界上最古老的蔬菜起源中心之一。目前栽培的蔬菜有一百多种，普遍栽培的也有五六十种，每一种又有许多变种，以及成千上万的栽培品种。原产于我国的有白菜、萝卜、冬瓜、越瓜、大豆、豇豆、葱、韭、芋、山药、草石蚕、百合、金针菜、竹笋，以及许多水生蔬菜和绿叶蔬菜。无论从那一个角度来衡量，这些种类在世界蔬菜资源宝库中，都占有重要的地位。

此外，在我国与国外交往的漫长历史过程中，也引进了不少世界各地的蔬菜种类。如目前普遍栽培的甘蓝、洋葱、番茄、马铃薯、花椰菜、四季豆等等，栽培历史虽然远不及我国原产的悠久，但更加充实了我国的蔬菜资源，并具有很大的经济意义。

我国不仅有丰富的蔬菜品种资源，而且有宝贵的生产经验。从播种、育苗、施肥、灌溉到间作、套种、植株整理以及保护地栽培、贮藏保鲜技术，都有许多独特之处。

但是,从现代农业科学的标准来看,我国蔬菜的生产力较低,抵抗自然灾害的能力较弱,品种混杂,商品率低,重数量而轻质量。这些问题,都需要我们通过大量的研究加以解决。

利用现代的自然科学理论,尤其是生理学、遗传学、生物化学,来选育优良品种,改进栽培技术,提高工效,增加产量及改进品质,是我国农业现代化中急待解决的问题。

本着这个目的,我们请国内从事教学及科学研究工作多年的有关专家,编写了这套《现代蔬菜科学丛书》。在编写过程中,既收集了近年来国内外的新颖资料,同时也编入了作者自己多年的研究心得及成果。这套丛书不是生产经验的总结,也不是单纯理论的叙述,而是以现代农业科学的理论及技术为基础,深入浅出,结合我国实际情况,论述我国蔬菜科学中的主要问题,包括遗传育种、栽培技术、贮藏生理、施肥、灌溉新技术、保护地栽培及植物激素应用等。

我们希望这套丛书的出版,能对我国蔬菜生产的发展及蔬菜科学的现代化,起到积极的促进作用,并为高等农业院校蔬菜专业的教师和高年级学生,以及从事蔬菜科学研究和技术工作者提供参考书籍。

在编辑过程中,我们对丛书的组织及协调工作做得不够,希望读者对丛书的各个方面,多多提出宝贵意见,以利再版时作出改进。

李曙轩 曹寿椿

1981年5月

前 言

随着人们生活水平的不断提高, 饮食条件的改善, 蔬菜的需求量大为增加, 同时也要求蔬菜品种多样化。温室栽培蔬菜可以不受季节的限制, 基本上做到周年生产和均衡供应多品种的蔬菜, 这对广大寒冷地区冬季蔬菜生产具有更重要的意义。

工农业科学技术的发展, 促进了温室园艺的发展。据不完全统计, 欧、亚、美地区, 温室建筑的总面积已超过了6万公顷。温室园艺的现代化程度逐步提高, 出现了不少先进的现代化温室。这些温室的特点是建筑和结构设计合理, 用料省, 采光条件好, 构件规格化, 配套设备全。在栽培和管理方面, 采取自动化控制、进行科学栽培。这些经验都是值得我们在设计温室和温室蔬菜栽培时借鉴的。

本书共分两个部分, 第一部分(从第一章至第十章)叙述了温室园艺的发展概况以及各种现代化温室(包括人工气候室、植物工厂)的类型和性能。为使读者能初步掌握现代化温室设计要领, 在这一部分里, 重点对温室的采光、照明、通风、采暖、灌溉、配电及自动控制系统等设计作了比较详细的叙述。第二部分(第十一章)主要介绍现代化温室的蔬菜栽培技术。重点对蔬菜栽培综合技术(光、热、水、肥、病虫害等)进行论述。在内容安排上尽量结合我国特点, 吸取了国内外近年来有关温室园艺的科学研究成果和资料, 力求理论结合实

际、适合广大农业科技人员、有关大专院校师生及建筑设计人员的需要。

本书第一、四、六至十一章由师惠芬同志编著，第二、三、五章由张志勇同志编著。

本书承北京市农业科学研究所副院长蔬菜研究所所长陈杭同志、中国建筑科学研究院物理研究所副所长肖辉乾同志审阅，在此深表谢意。

由于我们水平有限，书中难免存在不少缺点和错误，恳请广大读者批评指正。

师惠芬 张志勇

1984 年 2 月

目 录

序 言

前 言

第一章 现代化蔬菜温室发展概况	1
一、国外温室发展概况	1
二、国内温室发展概况	2
第二章 现代化蔬菜温室的类型	5
一、玻璃温室	5
二、塑料温室	19
三、人工气候室	28
四、植物工厂	35
第三章 各种类型温室的性能	40
一、单坡玻璃温室的性能	40
二、不等屋面温室的性能	43
三、等屋面温室(单栋)的性能	46
四、多跨连栋温室的性能	51
五、玻璃钢温室的性能	55
六、各种类型温室的使用效果	58
第四章 温室安全基准	60
一、温室耐用年限和安全度	60
二、结构计算允许压力	61
三、荷载和外力	62
四、温室结构选择	64
五、温室场地布局	67
六、温室防雷保护	69

第五章 温室光照	74
一、天然采光	75
二、人工补光	93
三、遮光	115
第六章 温室通风	122
一、自然通风	122
二、强制通风	125
第七章 温室供暖	129
一、耗热量计算	129
二、热源选择	139
三、加温方式	143
四、温室锅炉房建筑要求	144
五、锅炉安全运行	146
六、节约能源	151
第八章 温室锅炉水处理	159
一、锅炉水的一般知识	159
二、锅炉水品质标准	160
三、锅炉水的处理方法	162
四、给水的除氧	169
第九章 温室灌溉	173
一、灌水温度及灌水量	173
二、灌水量计算	174
三、灌溉设备	176
四、灌水方法及灌水装置的特点	178
五、各种灌水法管材的装配	182
第十章 温室配电设备和自动控制	185
一、配电设备	185
二、自动控制	186
第十一章 温室蔬菜栽培综合管理措施	194

一、温室蔬菜茬口安排·····	194
二、温室消毒·····	198
三、温室蔬菜快速育苗技术·····	199
四、主要果菜光照、温度、湿度指标·····	214
五、主要果菜的合理用肥·····	223
六、主要果菜病虫害的防治·····	228
七、主要果菜高产栽培要点·····	240

参考文献

第一章 现代化蔬菜温室发展概况

一、国外温室发展概况

世界各国从六十年代中期开始，温室发展很快。例如日本的温室面积从1965年的60,375亩，发展到1977年的318,195亩，增加了4.1倍，占日本菜地面积11.95%，其中大部分为塑料温室，主要生产瓜果、草莓等。荷兰从1955年的51,200亩，发展到1977年的120,000亩，增长了1.3倍，全部为玻璃温室。意大利从1965年73,000亩，发展到1977年的184,000亩，增长了1.5倍。苏联从1970年的32,490亩，发展到1977年的80,370亩，增加了1.4倍，其中大部为塑料温室。这些国家温室快速发展的主要原因在于工业发展速度快，因此，温室建筑需用的钢材能够基本解决。近年由于机械化水平的提高，温室栽培管理技术已日趋科学化，能按作物本身要求条件进行管理，从而解除了烦琐的体力劳动，节省了人力，提高了蔬菜的品质和产量。以日本为例，近十年温室蔬菜的产量提高了3~5倍，主要果菜做到了周年供应，不受季节限制。温室生产的黄瓜、番茄，一茬高产可达2.5~4.0万斤，采收期能维持5~7个月之久。因此供应期长，收入也高，菜农受益大，愿意在温室生产上投资，这将又促使有关单位考虑温室设备的改进问题。目前温室发展先进的国家，争相研究适于现代化温室简而易行的结构和先进设备，荷兰Venlo型温室，就是在现代化生产条件下发展的标准类型。该温室

具有结构简单, 采光良好, 装卸容易, 节省钢材等优点。

近十年来, 由于科研的发展需要, 日本和欧美一些国家, 提出蔬菜栽培工厂化的研究项目。1974 年日本岛根大学在农场建成一座 600 平方米电子计算机控制的花卉、蔬菜工厂。奥地利维也纳技术大学鲁特纳 (Ruthner) 教授, 在维也纳建成一座几十米高的自然光照钢架温室。除此之外, 鲁特纳教授还与美国、罗马尼亚、瑞典等国合作进行“植物工厂化连续生产的研究”。这个工厂具有完成各种工序所需要的车间, 其操作过程, 按作物要求条件进行流水作业, 车间内的温度、湿度、光照、二氧化碳和营养液等, 可以自动监测和控制。工厂可以每日按要求播种、育苗、收获等进行管理。由于作物处于最优环境条件下, 所以生长发育快, 采收期长, 产量比露地高数十倍。美国加利福尼亚州生菜的主要产区——巴林拉斯, 建立了一个专业育苗工厂, 周年培育生菜苗, 一批可生产 1,500 万株, 只有 20~25 人管理。1967 年美国威斯康辛大学建成了世界上规模最大的综合人工气候室。

当前国外温室栽培先进国家已发展到机械化、科学化、标准化、自动化连续作业生产的水平, 这对蔬菜周年生产将起到重要作用。

二、国内温室发展概况

我国温室从两千年前的汉朝开始, 劳动人民就利用暖房栽培葱韭蔬菜供皇宫官宦人食用。如《汉书·循吏》记载“自汉世大官园, 冬种葱韭菜茹, 复以屋廡, 昼夜燂温火, 得温气诸菜皆生, 召信臣为少府, 谓此皆不时之物, 有伤于人, 不宜以供, 奏请罢之”。由此不难理解, 我国在汉朝就能在屋内生火

种菜,不过当时由于科学不发达,人们不敢食用而已。多少年来,劳动人民深受封建统治的压迫,温室栽培技术很少有人过问,更谈不上科学管理。技术掌握在少数人手中,得不到发展。建国以来,蔬菜工作受到党和国家的重视,在1954年农业部特地组织全国各地蔬菜技术干部在北京进行了温室栽培技术调查工作,开始对我国温室栽培管理技术,作了详细的总结,并提出科学管理措施,在全国各地推广应用,收到良好效果。

近十年来由于工业的发展,人民生活水平的提高,温室的发展较快。以北京地区为例,1970年仅有玻璃温室230亩左右,到1981年已有温室2,700亩,增长了10倍。全国温室面积,1970年2万亩,到1980年已达8万亩左右,增加了3倍,其中塑料温室占三分之二。温室分布地区多在华北、西北、东北等大城市,现在已逐渐向长江以南发展。例如浙江、江苏、云南等省市,用塑料温室栽培黄瓜、番茄,可以提前供应期1个月,延长采收期2~3个月之久,云南可以周年生产。近年北京和上海等地还利用塑料温室透光弱的特点,进行通风降温栽培,供应8~9月淡季需要的果菜,收到一些效果。在温室结构类型上,也由单斜面北京改良温室,发展到多跨连栋大型温室。从1976年到1980年间,北京、哈尔滨、牡丹江、沈阳、无锡等地区,先后建成大型连跨温室,每幢面积1,000~20,000平方米,建筑结构各有优缺点。透光屋面材料有玻璃、玻璃钢、塑料薄膜等。我国大型蔬菜温室除北京四季青公社和哈尔滨市蔬菜研究所是进口日本温室和荷兰温室外,其他均是国内自行设计、自行施工建筑起来的。这些温室在使用中均收到较好的效果,大型温室的黄瓜一茬高产能达0.9~1万公斤、番茄0.75~1万公斤,一般年种两茬。塑料温室黄

瓜一茬高产 1.5~2 万公斤、番茄 1~1.5 万公斤，可以春秋两季生产。在温室栽培技术上，近几年蔬菜工厂化育苗技术的研究工作已在全国开展，北京、上海、常州、无锡等地建立了育苗温室，室内温度、湿度可以自控，这是育苗工厂的初型。当前尽管这些温室设备条件比国外相差很大，但在使用中均收到预期效果，这对今后温室发展将起到一定的推进作用。

总的说来，我国温室的设备现况，还是比较落后的，但是两千多年传统的栽培管理技术，则为其他国家所不及。如果我们能很好利用现有条件，学习国外先进设备和管理技术，并结合我国经济状况，因地制宜地进行研究和改进，相信在不久的将来，现代化温室必然会有更快的发展。

第二章 现代化蔬菜温室的类型

现代化蔬菜温室一般可分为玻璃温室和塑料温室两大类。凡是用金属或木构件为骨架的，用玻璃覆盖而成的温室称为玻璃温室；凡是用塑料薄膜或硬质塑料板（包括增强塑料板例如玻璃钢等）覆盖而成的温室称为塑料温室。除上述两类温室外，还有两种比较特殊的温室，即小型人工气候室和植物工厂（表 2-1）。人工气候室和植物工厂中分别都有天然光温室和人工光温室，在天然光温室中，一部分采光结构型式与一般温室相似，可以归入上述两类温室。但是人工光温室无采光覆盖结构，同时，由于栽培方式和工艺流程各异，建筑型式与一般温室也有所不同。为此，下面将按玻璃温室、塑料温室、小型人工气候室、植物工厂四个部分叙述。

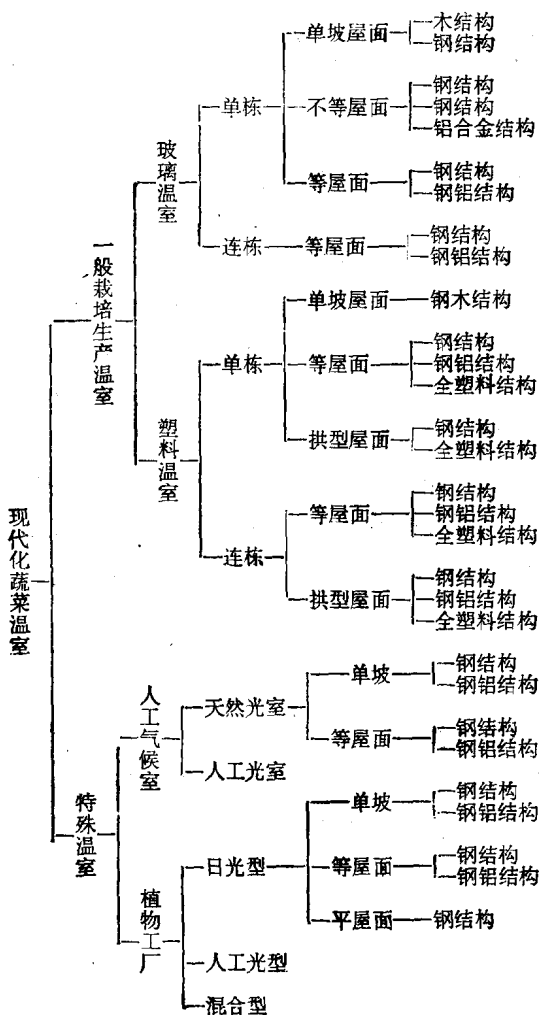
一、玻璃温室

（一）覆盖材料

玻璃温室常用的采光覆盖材料有普通透明平板玻璃（以下简称普通玻璃）、钢化玻璃和吸热玻璃等。

普通玻璃具有透光率高，光稳定性好，保温性能较好等优点，而且价格便宜。因此，目前大多数玻璃温室用普通玻璃作采光覆盖材料。但是这种玻璃的比重较大，抗冲击强度低，在运输、保管、安装过程中以及受冰雹和强风侵袭时容易破损。一般温室使用厚度为 3~6 毫米。普通玻璃的主要物理性能

表 2-1 现代化蔬菜温室类型



和分光透过率见表 2-2 和图 2-1。图 2-2 表示普通玻璃透光率的年变化规律, 实测结果表明, 使用普通玻璃的透光率可长期维持在 80% 以上。

钢化玻璃除了具有透光率高、光稳定性好等优点外, 主要是热稳定性和抗冲击强度提高。钢化玻璃在 327.5°C 以内急剧变化不会炸裂, 在一般冰雹冲击下不至于破碎。但是采用一般钢化玻璃(热处理钢化玻璃)存在自爆现象, 破损时碎成蜂窝状小碎粒, 无尖锐棱角。同时加工后的钢化玻璃不能再切割(经化学处理的钢化玻璃可以切割, 但价格高)。其光学性能与普通玻璃相似。

吸热玻璃是在普通玻璃原料中加入三氧化二铁等氧化物, 可吸收红外辐射, 降低透热量。其透光率低于普通玻璃。吸热玻璃分光透过率见图 2-1 所示。由于吸热性能较好, 因此特别适宜以夏季生产为主的温室作覆盖材料。

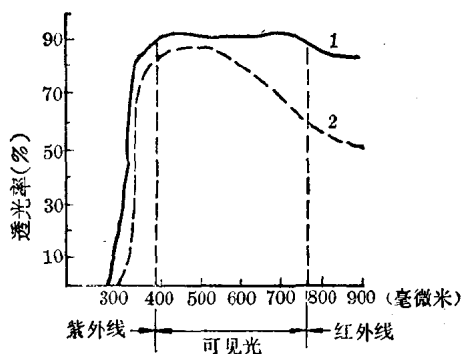


图 2-1 玻璃分光透光率

1. 普通玻璃 2. 吸热玻璃