

现代蔬菜科学丛书

李曙轩 曹寿椿 主编



蔬菜塑料大棚的结构与性能

刘步洲 聂和民 张福幔 编



上海科学技术出版社

现代蔬菜科学丛书

李曙轩 曹荃桢 主编



蔬菜塑料大棚的结构与性能

刘步洲 聂和民 张福墁 编

• 现代蔬菜科学丛书 •

李曙轩 曹寿椿 主编

蔬菜塑料大棚的结构与性能

刘步洲 聂和民 张福墀 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 松江科技印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 4.125 字数 87,600

1982年9月第1版 1982年9月第1次印刷

印数 1—11,100

统一书号: 16119·749 定价: (科四) 0.41元

内 容 提 要

本书着重从塑料大棚的类型结构及其性能等方面进行综述；此外，也涉及到大棚的设计施工、附属设备以及栽培制度等问题。

本书主要根据我国北方一些大城市的蔬菜塑料大棚生产实践及现状加以总结归纳，同时兼顾南方塑料大棚生产的特点。也介绍了我国从事塑料大棚科学试验的成果，还参考了国内外有关书籍资料。内容力求全面、准确、科学，并对未来的发展有所展望。

本书是《现代蔬菜科学丛书》之一，可供从事蔬菜塑料大棚生产、科研工作者，蔬菜专业教学人员，基层干部参考。

《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。原产于我国的如白菜、萝卜、冬瓜、丝瓜、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。无论从哪一个角度来衡量，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、植株调整以及保护地栽培、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有益的参考。

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

目 录

序言	1
第一章 塑料大棚概述	1
一、塑料大棚的发展过程	1
二、塑料大棚与蔬菜生产	3
三、国外塑料大棚简介	9
四、塑料大棚发展中存在的问题及其解决途径	11
第二章 塑料薄膜的种类及其性能	16
一、透明薄膜	16
二、有色薄膜	21
三、地面覆盖薄膜	24
四、玻璃钢板	26
第三章 塑料大棚的类型	29
一、拱圆型、屋脊型大棚	29
二、拱架式、横梁式、桁架式大棚	31
三、特殊型大棚	33
第四章 塑料大棚的性能	36
一、塑料大棚的温度条件及其调节	36
二、塑料大棚的光照条件及其调节	47
三、塑料大棚的湿度条件及其调节	53
四、塑料大棚的气体条件及其调节	58
五、塑料大棚的土壤营养条件及其调节	62
六、塑料大棚环境条件的综合分析	65
第五章 塑料大棚的设计施工	70
一、塑料大棚的场地与布局	70

二、塑料大棚总体规格的确 定	74
三、塑料大棚构造施工	76
第六章 塑料大棚的附属设备	89
一、加温与保温设备	89
二、灌水与施肥设备	98
三、通风设备	103
四、洗棚设备	110
第七章 塑料大棚的栽培制度	113
一、塑料大棚蔬菜栽培方式	113
二、塑料大棚蔬菜的多茬栽培	117
三、塑料大棚蔬菜的间作、套作与轮作	119
主要参考文献	124

第一章 塑料大棚概述

一、塑料大棚的发展过程

五十年代中期,我国有些单位即由国外引进塑料薄膜,开始研究试验。北京农业大学蔬菜教研组曾利用小拱形棚,种植了黄瓜、番茄、绿叶菜等,收到早熟丰产的效果。1958年,山西农学院(现名山西农业大学)也曾利用塑料薄膜覆盖黄瓜、菜豆、西葫芦等蔬菜,同样收到良好的效果。六十年代初,北京、上海、天津等大城市,都先后应用塑料小拱形棚种植蔬菜。随着我国塑料工业的发展,尤其是在能够自行生产农用塑料薄膜以后,塑料薄膜覆盖蔬菜的栽培方式,有了突飞猛进的发展。覆盖面积不断扩大,覆盖类型多种多样。在应用塑料小拱形棚的基础上,1965年前后,在东北地区出现了简易的塑料大棚,棚高2米上下,跨度10~15米,长度40~60米,覆盖面积可达1亩。这是一种保护地的新类型,它为果菜类蔬菜能够在北方寒冷的早春提早定植,创造了比露地栽培优越的小气候条件,因而使果菜类的成熟期大为提早。在晚秋和初冬,果菜类在露地不能继续生长时,在塑料大棚内则可进行延后栽培,为市场提供时鲜蔬菜。塑料大棚在增加淡季上市的蔬菜种类,提高蔬菜产量等方面,发挥了显著的作用。塑料大棚具有较好的透光性和保温性,取材方便,设备简单,容易建造,与其他保护地类型相比较,特点是投资较少而收效较大。塑料大棚不仅能够延长蔬菜的生长期,而且能使产量大

幅度提高，深受蔬菜生产单位欢迎，在短短十几年内，就在全
国范围内迅速推广。

1966 年，吉林省长春市英俊公社福利大队，建立了一座
500 平方米的大棚，骨架是用秸秆扎成的，结构十分简陋，这
是我国塑料大棚的雏型。到了 1969 年，改进成竹木结构的大
棚；1973 年，建立了竹木与钢材混合结构的连栋大型拱棚；到
了 1975 年，建立了全钢结构大棚。

从全国的发展情况看，也是很快的。1970 年前后，北京、
天津、吉林、哈尔滨等大城市，学习福利大队的经验，开始发展
大棚，但数量不多。1974 年由农业部主持，在长春市召开了
“全国塑料大棚第一次科研协作会”，与会者交流了各地大棚
的生产经验，对大棚的推广发展，起了积极作用。1976 年在
山西太原召开了“全国塑料大棚第二次科研协作会”，代表们
一致肯定了塑料大棚在蔬菜生产中的重要作用。1975 年，太
原市仅有 50 多亩大棚，而到会议召开的 1976 年，就发展到
1,000 亩，使太原市的蔬菜供应局面大为改观，基本上做到
了淡季不淡。于此可见塑料大棚发展之一斑。

据 1978 年在兰州召开的“全国塑料大棚第三次科研协作
会”的统计，全国大棚面积已达 80,000 亩。大棚不仅在北方
地区大量发展，而且迅速向南方推进。以上海市为例，1977 年
秋天开始发展塑料大棚，全市共计 26 亩。而 1978 年，仅仅一
年就发展到了 300 亩。1979 年发展到 605 亩，1980 年发展到
688 亩。

目前，从西北的新疆、西藏，到东北的黑龙江流域；从位于
西南边陲的云南省，到东海、黄海之滨；塑料大棚已遍及黄河
两岸，大江南北。全国的塑料大棚面积不断扩大，产量不断
提高。

二、塑料大棚与蔬菜生产

新鲜蔬菜是人民生活中每天不可缺少的，新鲜蔬菜中含有的维生素和无机盐类，有许多是其他食物中所没有的，因而也是不可代替的。人体如果缺乏这些营养元素，新陈代谢就不能正常进行，严重时会发生各种疾病，影响身体健康。人民生活对蔬菜的要求，不仅要有足够的数量，而且要求品种多，品质好，营养价值高，一年四季均衡供应。但是，新鲜的蔬菜，脆嫩多汁，既不利于贮存，又不适于长途运输，因此，应尽可能做到就地生产，就地供应，天天有收获，天天能上市。我国幅员辽阔，气候各异，蔬菜生产受到了自然条件的严格限制。北方的冬天，露地生产是不可能的，即使在南方的广州，一些喜温果菜，在寒冬腊月也难以在露地正常生长。北京全年的无霜期只有 180 天左右；东北地区无霜期一般只有 100~120 天左右；西北高原地区，问题更大。这些地区的人民，在长达半年以上的寒冷季节，只能依靠贮存蔬菜生活，品种单调，质量也差。如果只靠露地种植蔬菜，或者小面积的温室栽培，显然不能满足广大群众日益增长的需要。此外，在我国北部漫长的边防线上，内陆干燥少雨的沙漠地带，以及牧区、林区的工农兵群众，更难吃到新鲜蔬菜。

实现蔬菜周年均衡供应，这是蔬菜生产者和科研人员多年来为之奋斗的目标。塑料大棚的出现，为达到这一目标找到了一条新途径。

塑料大棚是一种大型的日光温室，它以塑料薄膜为覆盖材料，创造一个既保温又透光的小气候环境。它可以人为地调节温度、湿度、光照、气流等等，比露地种菜更为细致复杂，

技术要求更加严格：与传统的玻璃温室相比，也有其独特之处。只要掌握了它的特性，就能在外界自然条件不适于蔬菜生长的季节，人为创造利于蔬菜生育的场所，生产蔬菜满足人民生活需要。十多年来的生产实践有力地证明了塑料大棚种植蔬菜的优越性，以及广阔的发展前景。简述如下。

（一）延长蔬菜的生长期，达到“春提前”、“秋延后”

我国北方地区，露地生长的耐寒绿叶菜类如菠菜、小白菜等，最早也要到3月中下旬至4月中下旬，才能收获上市；而喜温的果菜类，如黄瓜、番茄、茄子、辣椒等，则要到谷雨节后才能定植，6~7月份才能收获。广大人民只有在夏秋两季，才能吃到营养丰富、品质优良的果菜类蔬菜。若在我国东北及西北的高寒地区，一年中只有短暂的夏天，能够吃到这些果菜，要吃果菜，只能从外地运来。在漫长的冬春季或炎夏季节，都是蔬菜淡季，不仅数量少，而且品种也很单调。

据北京朝阳区双桥公社的调查，1973年以前，全公社共有菜田4,200亩，每年4月初至5月上旬的50多天内，上市蔬菜近400万斤，其中一小部分是冬贮大白菜和萝卜，大部分是菠菜、小白菜和小葱，而果菜类的上市量只占1%~2%。从6月中旬到7月底，同样在50天左右的时间，上市蔬菜可达800~900万斤，甚至1,000万斤，其中90%是黄瓜、番茄、菜豆、茄子、辣椒等果菜类蔬菜。两个季节相比，相差十分悬殊。之所以如此，就是因为自然条件的限制，如不解决“种菜靠天”的生产方式，就难以改变这种被动局面，也不可能解决蔬菜供求的矛盾。

塑料大棚的出现，在一定程度上突破了自然条件对蔬菜生产的限制，部分地改变了“种菜靠天”的状况。使果菜类的上市时间普遍提早30~60天，延后30~40天。过去，北京

要到5月下旬至6月初,黄瓜才能上市;哈尔滨市的黄瓜则要到6月底上市。现在有了大棚后,北京在4月上旬;哈尔滨在“五·一”节,即可吃到黄瓜。位于青海高原的西宁市,过去吃黄瓜全靠外地运来,1977年发展大棚后,市民第一次吃到了当地生产的黄瓜。北京每年4月份到5月上旬,菜市场上几乎全是菠菜,近几年来情况大为改观。“五·一”节后的市场上,大棚生产的黄瓜、番茄、茄子、甜椒等琳琅满目,到处可见。如果在塑料大棚内增加一些保温设备或加温设备,瓜果豆类的收获期,则可进一步提前。例如:北京朝阳区双桥公社科技站,1979年采用加温的双层大棚栽培黄瓜,始收期提前到2月20日左右,比露地黄瓜提早三个月,比单层大棚提早56天。伊春地区,是我国东北重要的林业基地,过去冬春供应的蔬菜只有土豆、萝卜,发展大棚后,林业工人吃上了新鲜的黄瓜、番茄。大庆油田1973年建立了18亩大棚,使战斗在冰天雪地的石油大军吃到了新鲜蔬菜,改善了职工生活,深受群众欢迎。到1978年,大棚面积已发展到1,746亩,几乎增加了100倍。在我国内蒙古北部漫长的边防线上,由于推广了塑料大棚,边防战士也能吃到新鲜蔬菜,保证了战士们的身体健康。

塑料大棚不仅可以提早蔬菜的成熟期,还可以进行秋季延后栽培。我国华北大部地区、中原广大地区,一年可进行二季作,到了深秋或初冬,由于气温下降,喜温果菜类难以在露地继续生长,所以冬季的蔬菜市场,果菜类也是罕见的,只有极少量的温室黄瓜、番茄出售,但价格昂贵,不能满足广大群众的需要。利用塑料大棚保温、保湿特性,可以使果菜类的生长期延长到晚秋甚至初冬,收获后,结合贮存保鲜,可以延迟到元旦上市,丰富了节日的蔬菜供应。对于耐寒的芹菜、青菜、韭菜、菠菜等,大棚栽培更是可以提早收获,提高产量,

甚至可在棚内越冬。北京地区露地栽培果菜类时，生长季节为4月中下旬至10月中旬，约170~180天左右；在大棚内春季可提早到2月，秋季可延后到11月上旬，长达9个多月，近300天。这充分说明塑料大棚对延长蔬菜生长期的作用。随着科学技术水平的提高，生产设备的不断改进与完善，在塑料大棚内，实现蔬菜的周年生产，是完全可能的。

(二)提高蔬菜的产量和品质

我国北方大部分地区的无霜期约200天左右，在高寒地区仅有100多天，这就使土地的有效利用率降低。露地栽培蔬菜受到自然条件的限制，很难大幅度增产，遇到灾害性天气或重灾年份，病虫害猖獗，更无法保证产量和品质，致使早春及炎夏高温期，往往出现淡季。近年来露地栽培的果菜类，由于种种原因，产量极不稳定，春黄瓜亩产量仅3,000~4,000斤；番茄遇到多雨年份，亩产量则由7,000~8,000斤下降到3,000~4,000斤；辣椒的问题最严重，露地栽培不发秧，大量落花落果，亩产仅有2,000斤左右。但是在塑料大棚内栽培时，就能在一定程度上克服这些不利因素。通过人为地调节温度、水分、养分、气体等条件，为蔬菜生长发育创造适宜的环境。同时，如能及时防治病虫害，做到以防为主，就能有效地控制或减轻病虫害，延长生育期，增产增收。露地春黄瓜每年到了夏至节，由于高温多雨，霜霉病迅速蔓延，造成大片死亡，结瓜期只有一个多月。大棚的春黄瓜，只要科学地通风换气，及时用药，可以控制霜霉病的发生，即使发生了，也比较容易控制或消灭，结瓜期可长达4~5个月。山西太原市小店公社小店大队，内蒙古集宁市武家村大队，山西长治市紫坊大队，陕西陇县朱家寨大队等等，由于采取种种措施，有效地控制了病害，使大棚黄瓜结瓜期长达7~8个月，亩产达到3~4

万斤以上。1978年，北京郊区塑料大棚的面积近5,000亩，平均亩产达18,500斤，比露地提高1倍多。一些生产水平较高的单位，全年亩产量近5万斤，比露地提高4~5倍。从全国来看，大棚黄瓜最高亩产量为42,415斤（陕西陇县朱家寨大队），比露地黄瓜亩产量提高8~9倍。大棚番茄最高亩产达2.5万斤以上（北京丰台区芦沟桥公社），大棚甜椒亩产达2.2万斤以上，大棚茄子达1.7万斤以上，大棚菜豆亩产达7,000斤以上。这样高的产量，在露地栽培的条件下是不可能获得的。

由于塑料薄膜对日光中紫外线的透过率很高，因而比玻璃温室更加优越。据测定，塑料大棚的番茄，其维生素C的含量，比玻璃温室生产的番茄维生素C的含量高20%，风味浓，颜色鲜艳。可见，塑料大棚不仅能提高蔬菜的单位面积产量，还能提高产品的品质。

（三）有利于蔬菜品种多样化

塑料大棚不仅能够使蔬菜早熟丰产，而且适于栽培各种蔬菜，从而增加花色品种。榨菜在北方不能露地栽培，但在大棚内可以获得产品。哈尔滨市利用塑料大棚生产早熟西瓜，上市早，品质好，受到市场欢迎。大棚发展初期，由于人们对它的特性了解不够，种植的品种比较单一，几乎都是黄瓜，占到大棚总面积的80~90%。因为黄瓜比较耐弱光、喜湿，其对环境条件的要求与大棚的小气候条件接近，较易获得高产；而种植茄果类、豆类，温、湿度掌握不好，往往失败。随着生产的发展，科学研究的深入，人们对塑料大棚的性能逐渐有了比较清楚的了解，因而栽培的种类越来越多。目前，全国已有30多种蔬菜在大棚内栽培。除了主茬生产的番茄、黄瓜、甜椒、菜豆、茄子、冬瓜、西葫芦、西瓜等等，还可间作套种芹

菜、油菜、小白菜、茴香、茼蒿、小萝卜、韭菜、甘蓝、花椰菜、莴笋、青蒜等等绿叶菜。利用大棚的立柱，可以种丝瓜、苦瓜、蛇瓜、节瓜、瓠瓜等，充分利用土地，一棚多用。近年来，有些单位还在大棚内试种香瓜、白兰瓜、生姜、水生蔬菜、草莓、药材，培育树苗等，为大棚的扩大应用摸索了一些经验。例如草莓，它的生长期短，在大棚里可以间作套种，不单独占地，也不用特殊管理，经济价值又高。大棚栽培草莓可以提早上市，增加水果淡季的供应，加工后出售，深受国内外市场的欢迎。

(四)塑料大棚适合于大面积覆盖生产

我国的蔬菜保护地栽培，有着悠久的历史。纸窗温室在公元前 105 年就已经用于生产，一直沿用了近二十个世纪。玻璃温室是在十八世纪以后出现的，它有很多优点，在生产上也起了很好的作用，至今仍在发展。目前世界上有一些国家，如荷兰、英国、法国、保加利亚、日本、美国等，都发展了大型玻璃温室。我国也从日本、荷兰引进了这种温室。北京玉渊潭公社自行设计建造的大型玻璃温室已在 1978 年投产。但是，玻璃温室成本高，每亩成本约 4,000~5,000 元，建造时要有较好的物质基础和设备条件，用材多，费工。而且设计、施工都较复杂，技术要求高，建造起来有一定困难。加之玻璃易碎，损耗大，紫外线透过率比塑料薄膜低很多，产品的品质较差，风味淡，色泽不够鲜艳。

塑料大棚取材方便，造型多样，可以因地制宜，因陋就简，造价较低，一亩竹木结构的大棚，连薄膜在内，成本约 1,000 元，一般的生产队都可以建造，适于大面积发展。在大棚内采用保温幕、地膜覆盖，棚外四周加盖草苫等简单措施，可使喜温果菜类，完全渡过早春及深秋至初冬季节，不必加温，节约能源，降低成本。因此这种大面积覆盖的保护地新类型，易于

为生产者所接受,并迅速加以推广和发展。但是,目前使用的塑料薄膜,其保温性能还是有一定限度的,外界气温在 -10°C 以上时,棚内可比外界高 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$;当外界温度进一步下降时,它的保温能力就很差了。聚乙烯薄膜当外界气温达 -15°C 时,就不起什么保温作用了,棚内外温差为零。因此,塑料大棚在没有加温设备的条件下,在长江流域的冬季仍然不能生产喜温果菜,所以还不能代替加温的玻璃温室。

三、国外塑料大棚简介

日本的温室面积居世界首位,其中塑料温室发展最快,占温室总面积的95%。据1977年统计,日本各种形式的塑料薄膜覆盖面积达100万亩,也居世界第一位。其他,如意大利、英国、法国、罗马尼亚、苏联、保加利亚等国,塑料温室也比较发达。法国小拱棚面积约15万多亩;美国地面覆盖和小拱棚的面积共3万多亩;比利时、西班牙分别在1.5万亩以上。荷兰园艺事业十分发达,温室面积最大的是玻璃温室,有12万亩,是世界上玻璃温室面积最大的国家,但它的塑料温室面积比较少,仅1.5万亩。我国塑料大棚的面积在1978年已达8万亩左右。

国外塑料大棚内种植蔬菜的品种很多,有几十种至上百种,不仅栽培蔬菜,还进行花卉、水果的生产。日本的塑料温室中,蔬菜作物占82%,花卉占7%,果树11%(主要是葡萄和柑橘)。日本在大棚中种植草莓,占的比重很大。多数国家在塑料大棚内主要种植黄瓜、番茄、茄子、甜椒等,以番茄居多。如保加利亚大棚番茄约占70%,黄瓜25%,甜椒5%。国外在大棚中栽培西瓜,甜瓜也比较多;绿叶菜类则以莴苣、芹