

吴志行 编著

蔬菜早熟高产优质栽培技术

——蔬菜保护地栽培

安徽科学技术出版社



前 言

蔬菜保护地栽培又称蔬菜设施栽培，是指必须在一定设施条件下进行蔬菜栽培，达到早熟高产优质的目的。要发展蔬菜保护地栽培，首先应了解蔬菜作物生长发育所需的温、光、水、肥、气各项指标的要求，并给予满足这些要求的调节方法。这些要求是蔬菜保护地栽培的基本理论，这些调节方法是蔬菜保护地栽培的应用技术。研究蔬菜保护地栽培所特有的规律，不仅能促进当前保护地蔬菜生产的发展，同时也有利于推动大面积露地蔬菜生产的发展。

随着人民生活水平的提高，消费习惯的改变，要求提高蔬菜品质、增加蔬菜花式品种，要求有更多的新鲜蔬菜均衡上市，要求提高蔬菜的产量和产值，这是蔬菜产、供、销三方面共同的愿望。发展保护地蔬菜生产就能实现这些愿望。

蔬菜保护地栽培虽受设施条件和基建投资的限制，当前还不可以代替露地生产。但因地制宜地利用各种简易保护地设施能减少病虫、高低温、台风暴雨等灾害对蔬菜的影响，也能在不同程度上起到提早、延迟、抗灾、提高产品品质和提高产值的目的。其中蔬菜保护地育苗一项在短期内使用少量简单设施，其增产、增值的效果极为显著，已为各地菜农所接受。今后随着工业产品的日新月异，如玻璃、塑料、钢铁、冶金、化工、建筑和能源的发展，农业投资的增长，设施成本的下降，蔬菜保护地栽培必将获得更大的发展。

过去我国蔬菜保护地栽培以北方发展较多，而南方却被认为没有发展的必要。但近年国内外无数事实证明，在南方，尤其是在淮河、长江流域发展保护地蔬菜栽培耗能少、收益大。南方发展以提高日光能的利用，采用保温为主加温为辅的保护地蔬菜栽培，比北方更有前途。为此，作者在撰写本书时除阐述蔬菜保护地栽培基本理论和应用技术外，在各种蔬菜作物的栽培中，特别注意联系江淮流域

的蔬菜生产，力求内容新颖、文字简练，希望将当代科研成果引入本书，做到理论联系实际，切实为蔬菜生产、教学和科研服务。由于作者水平有限，时间匆促，错误难免，还望读者批评指正。

吴志行

1989年南京农业大学园艺系

目 录

一、蔬菜保护地栽培概述

- (一)蔬菜保护地栽培的历史及现状..... 1
- (二)蔬菜保护地栽培的作用..... 3
- (三)蔬菜保护地栽培的特点..... 4

二、蔬菜保护地设施的各种类型、结构及性能

- (一)低沟栽植..... 8
- (二)向阳斜畦..... 8
- (三)风障..... 8
- (四)覆盖畦..... 10
- (五)冷床..... 10
- (六)温床..... 12
- (七)加温畦..... 13
- (八)地膜覆盖..... 14
- (九)塑料薄膜近地面覆盖..... 23
- (十)塑料小棚..... 24
- (十一)塑料薄膜中棚..... 25
- (十二)塑料薄膜大棚..... 25
- (十三)温室..... 37
- (十四)人工气候室..... 50
- (十五)蔬菜工厂..... 52
- (十六)荫棚及遮光设施..... 53
- (十七)蔬菜的软化栽培设施..... 56

三、蔬菜保护地设施内环境条件的调节

- (一)光照..... 59

(二)温度·····	72
(三)水分·····	101
(四)营养·····	108
(五)气体·····	116
四、保护地设施在蔬菜生产上的应用	
(一)育苗·····	126
(二)早熟栽培·····	127
(三)延迟栽培·····	127
(四)冬吃夏菜栽培·····	128
(五)夏季抗高温暴雨栽培·····	128
(六)提高产量、增进品质·····	128
(七)软化栽培·····	129
(八)假植贮存保鲜·····	129
(九)引种驯化·····	129
(十)加速繁殖·····	130
五、蔬菜保护地栽培综合管理措施	
(一)塑料大棚的周年综合利用·····	131
(二)保护地内消毒·····	132
(三)消除蔬菜保护地栽培设施中的肥害·····	134
六、保护地设施内蔬菜的育苗技术	
(一)国外先进的育苗技术·····	136
(二)国内蔬菜现代化育苗技术·····	144
七、保护地蔬菜的无土栽培技术	
(一)蔬菜无土栽培的特点·····	157
(二)栽培方法·····	160
八、各种保护地蔬菜栽培技术	
(一)茄果类蔬菜·····	173
(二)瓜类蔬菜·····	188

(三)葱蒜类蔬菜.....	214
(四)芹菜及其他蔬菜.....	228
参考文献	

一、蔬菜保护地栽培概述

蔬菜保护地栽培近年也有人称它为设施园艺，它是在人为的设施条件下进行的生产，包括如何利用自然条件，因地制宜地建造保护地设施和人工控制条件下进行科学管理。保护地栽培的发展水平，是农业现代化的标志之一。

蔬菜保护地栽培逐步摆脱了自然的影响，在人为条件下进行蔬菜生产，蔬菜保护地栽培，有利于克服露地栽培上不良的条件因素。这不仅对当前蔬菜的产、供、销有直接的利益，能够提早和延迟蔬菜的供应期，而且对进一步推动露地生产也有指导作用。如保护地栽培中所用的温、光、水、肥、气等种种技术指标，都可供露地栽培借鉴。蔬菜保护地栽培不仅对无霜期较短的北方有实用价值，而且对无霜期较长的南方同样也有重要的经济价值。据日本等国的经验认为，在纬度 30° 多度地区，即相当于我国长江、淮河流域，其保护地栽培蔬菜，比高纬度的东北、华北、西北地区更为有利，可以节约更多的能源。

(一)蔬菜保护地栽培的历史及现状

利用保护地栽培蔬菜对解决冬春蔬菜生产和增加花式品种，有着重要的作用。我国应用保护地设施栽培蔬菜已有悠久的历史，早在2000多年以前的《古文奇字》记载：“秦始皇密令人种瓜于骊山(今陕西省境内)沟谷中温处，瓜实成。

使人上书曰“瓜冬有实”。用温泉进行冬季生产，至今该地还有用此法种植韭菜的。唐朝诗人王建著有“酒幔高楼一百家，宫前杨柳寺前花，内园分得温汤水，二月中旬已进瓜”。在这首唐诗中具体地记载了唐朝时利用温泉，在温室内进行黄瓜早熟栽培的技术。元朝王桢《农书》中记载韭菜用马粪发热、遮光软化的栽培技术。清朝时有北京式土温室的创造。蔬菜保护地栽培的发展各地都经历着因地制宜、因陋就简、就地取材，由简易到逐步完善的发展过程。

从我国蔬菜保护地栽培的发展来看，40年代前多数只是应用砂土、瓦片、瓦盆、油纸、风障、阳畦等简易覆盖，在北京等少数大城市近郊也有土温室等设施。到了50年代初期已大量应用近地面覆盖、风障覆盖畦、阳畦、土温室，并对阳畦温室进行总结推广。以后推广了改良阳畦、北京式改良温室、鞍山式日光温室等，这些设施不仅在东北、华北大量采用而且在长江流域也有很大的发展。东北地区还利用大工厂的废热建造了利用废热的温室。1958年期间开始建造大型温室，推广塑料薄膜覆盖技术。60年代初期在东北地区建成占地15亩的大型温室，长春市郊建成了占地1亩以上的塑料薄膜大棚。70年代塑料薄膜大棚的发展已遍及全国。80年代除了迅速发展塑料大棚以外，地膜覆盖的发展也极为迅速。1985年以后各地还从荷兰、美国、罗马尼亚等国引进具有自控装置铝合金的现代化大型玻璃温室。少数科研单位还引进或试制了不少人工气候室、人工气候箱及蔬菜生产工厂，把蔬菜保护地设施推向了一个新阶段。

据美国哈南等1982年统计，不包括中国及澳大利亚在内，世界各国温室生产的总面积不到44 000公顷，其中以荷兰为

最多，达7 530公顷，意大利其次，占5 700公顷，苏联第三，占4 200公顷。我国1986年粗略统计，全国温室及大棚面积仅15万亩，中小棚35万亩，它与全国蔬菜播种面积相比较，蔬菜保护地栽培面积只占1%左右，按全国10亿人口计算，人均占有面积0.33平方米，只是先进国家的1/20，单位面积的产量也只是先进国家的1/3，还远远不能满足广大人民生活的需要。为此，1986年11月由农牧渔业部及地膜研究会主持，邀请全国有关专家，在北京召开设施园艺学术讨论会。会上对发展塑料温室和大、中、小棚蔬菜生产，加速实现我国蔬菜周年供应提出了建议。从当前看，由于蔬菜保护地栽培的设施及能源消耗费用较高，所产蔬菜价格也高，它在蔬菜栽培及供销中的地位只是调剂余缺、增加花式品种和进行科学研究而已。由于价值规律的制约，特别是南方各省在今后相当长时期内还不可能用保护地栽培满足蔬菜数量上的要求。但蔬菜保护地栽培对增加当地蔬菜花式品种、满足蔬菜特需供应，为露地蔬菜培育幼苗、促进露地蔬菜生产的发展，在运输条件不足的情况下用保护地栽培弥补其不足及从事蔬菜科学研究，也还有它不可代替的作用。

（二）蔬菜保护地栽培的作用

蔬菜是人们每天生活中不可缺少的食物。蔬菜以鲜菜供应为主，露地蔬菜生产的季节性不能满足人们周年食用。尤其在北方冬春季节缺乏蔬菜，而长江流域、江淮地区蔬菜品种也很单调，保护地蔬菜栽培是解决缺菜、提供多品种的重要途径。蔬菜保护地栽培因设施、生产季节及栽培目的不同，有育苗囤苗、早春早熟栽培、晚秋延迟栽培、夏季抗高温暴

雨栽培、高产优质栽培、软化栽培、假植贮存保鲜、引种驯化、加速繁殖、增加繁殖代数和保护地留种等作用。

(三)蔬菜保护地栽培的特点

蔬菜保护地栽培是在人为创造的环境条件下，在露地不能生产或者在产量很低的季节里能进行正常的栽培。它可以延长蔬菜供应时间，增加花式品种，获得比露地更高的产量。蔬菜保护地栽培与露地栽培相比，它的特点是：

1. 必须有特殊的保护设施 蔬菜保护地栽培的一个先决条件，必须要有足以改善自然气候条件，使之适合于蔬菜作物生长发育的保护地设施。如地膜、冷床、温床、小棚、中棚、大棚、网室或温室等。

2. 保护地有不同于露地的特殊环境条件 当前我国使用节能的蔬菜保护地设施与露地栽培相比较，有下列不同：

(1)照度低：进行蔬菜保护地栽培时光线透过玻璃、塑料薄膜或硬质塑料等采光材料，阳光经过单层、双层或多层覆盖，和由于采光材料的老化、尘土污染、水滴折射以及建筑物方位与太阳角度的变化，其入射率和入射量均比露地低。其中紫外线和红外线的入射量受玻璃的影响透入很少，或基本不透入。紫外线对菌核病、灰霉病等多种病原菌有很强的杀伤能力，对果实着色有很好的促进作用，缺少紫外线对防御蔬菜各种病害和果实着色不利。缺少红外线影响室内温度的升高，蔬菜作物得不到足够的地温和气温，则根系的吸收能力和地上部分物质的合成、运转、积累都会受到抑制，也不能进行正常生育。

(2)温差大：在蔬菜保护地设施的密闭条件下，空气中

热容量小，建筑物内温度的上升及下降均快。在比较暖和的晴天，中午前后在密闭条件下温度可高达40~50℃，天亮以前温度降至最低点，昼夜温差一般能达到20~30℃。昼夜之间适当的温差对增加光合作用，减少呼吸作用以及干物质的积累是有利的。但温差过大，超过蔬菜作物对高低温所能够忍受的范围，也不利于蔬菜的生长与发育。

(3)湿差大：保护地设施里温度忽高忽低，空气的相对湿度随温度的变动而变化。中午前后气温高，空气相对湿度低，夜晚温度低，空气相对湿度高。在密闭的薄膜覆盖设施里，晴天中午空气干燥的程度与沙漠相仿。夜晚，即使是晴天，其相对湿度常达90%以上，而且持续8~9小时以上，空气绝对湿度比外界空气高出5倍以上。空气湿度过高对大多数蔬菜是不利的，它为多种蔬菜病害的发展提供了有利条件。

(4)气流缓慢：在密闭的蔬菜保护地设施里，气流横向运动几乎等于零，纵向运动也不如露地活跃。气流静止或缓慢运动叶片长期处于同一个位置，接受的光量相对减少。气流静止或缓慢运动，还影响二氧化碳的活动，叶片密集区域严重缺乏二氧化碳，影响光合作用的进行。这种气流静止的现象不通过人为的开窗通风和强制通风，就不可能获得良好的栽培效果。

(5)二氧化碳不足：蔬菜作物与其他作物一样，白天营光合作用，需要二氧化碳，放出氧气，晚上营呼吸作用需要氧气，放出二氧化碳。植物营光合作用需要的二氧化碳远远超过呼吸作用放出的二氧化碳。因此在相对密闭的保护地里缺乏二氧化碳是经常的。二氧化碳日变化的幅度也很大，从日出开始到开始通风之前即10时左右含量最低，从日落开始

到天明蔬菜营光合作用之前二氧化碳含量最高。据研究上午光合成量在一天中占70%左右，上午消耗二氧化碳最多。因此，蔬菜保护地栽培中补充二氧化碳都应在上午进行。

(6)表土盐分的积聚：蔬菜保护地不受雨水的冲刷，气温、土温均比露地高，土壤的蒸发量大，盐分随土壤水分上升，造成土表盐分积聚，土壤溶液的浓度显著高于露地，栽培时间越长，土壤盐分积累越多。保护地土壤盐分是集聚上升型，露地栽培温度低，土壤盐分上升慢，同时受雨水冲刷，是溶解下降型。

3.要有耐低温、耐潮湿、弱光、株型紧凑和早熟丰产的品种 绝大多数蔬菜的品种是在露地栽培的条件下，通过自然淘汰和人工选择一代代繁殖下来的。将这些品种栽到保护地里以后，有的品种尚能适应，有的则生育不良。难以达到提早或延迟栽培的目的。保护地栽培品种最好应专门进行选育，对延迟栽培和越冬栽培的品种，一定要有耐低温、弱光、潮湿、株型紧凑和早熟丰产的特点。

二、蔬菜保护地设施的各种类型、结构及性能

蔬菜保护地栽培要求的环境条件有温、光、水、肥、气等各种因素。其中以温度因素最为突出，同时也比较容易控制，所以国内外蔬菜保护地栽培历来都围绕着保温、增温措施，其设施可以分为单株、单穴保护和群体保护两种。

单株、单穴保护：使用单株、单穴保护设施的有用培土、盖砂、盖草、盖芦苇毛、盖草帽、盖纸被、盖蜡纸罩、盖玻璃、盖玻璃罩、盖瓦盆、盖瓦盆再在瓦盆上覆土等方法，如图1。单株、单穴保护设备简单，早揭晚盖费工费力，成本低、效果差，目前除家庭菜园、软化栽培等使用外，一般大面积生产已很少使用。

群体保护：有低沟栽植、向阳斜畦、风障、冷床、温床、



图1 蜡纸罩单株覆盖

加温畦、地膜、小棚、中棚、大棚、温室、人工气候室和蔬菜工厂等。群体保护设施因其结构不同，其效果很不一致。如低沟栽植、向阳斜畦主要利用地形地势或在作畦的方法上略有改进，其保温效果极微。但温室和人工气候室设施复杂，基本建设投资高，消耗能源多，除保温效果较好外，还能控制光线、温度、二氧化碳等其他环境因素，其效果较好。

现将低沟栽植、向阳斜畦、风障、冷床、温床、加温畦、地膜、小棚、中棚、大棚、温室、人工气候室、蔬菜工厂、软化栽培设施、荫棚与网室等设施分述于后。

(一)低沟栽植

低沟栽植是在越冬蔬菜露地定植时，依东西向开沟，深10~14厘米，将耐寒性的蔬菜栽于避风向阳的沟壁，畦面并无覆盖，它仅利用沟壁挡风，有利于耐寒性蔬菜保温防寒，但效果极微。

(二)向阳斜畦

向阳斜畦是利用丘陵山区的向阳坡、防风林、城墙、建筑物的南面，作东西长、南北宽的畦，畦面南低北高，气流稳定，能吸收较多的太阳辐射热，在向阳斜畦上所栽的蔬菜由于能提高温度、增快生长速度、提早收获，其效果比低沟栽植好。南京利用城南城墙边栽的杨花萝卜，城东利用紫金山南坡栽的茄果类，均比城北或城西早熟。

(三)风障

风障即是在空旷的平原地区用芦苇、高粱秆、竹子、稻

草、红草、废旧塑料布等材料，在冬春季栽在畦北的一种保护措施。以阻挡北风侵袭，减缓风速，提高风障南面小气候温度，减小空气湿度，降低土壤蒸发量，充分利用日光。风障在多风地区、多风季节效果明显。如江苏淮阴的韭菜，在早春比一般露地栽培生长快、收获早。

风障分大风障及小风障两种。大风障高330厘米左右，用芦苇、高粱、竹子斜立于畦的北面，其倾斜角为 80° 左右。一般冬季保护范围在2~3倍，春季保护范围可达5倍左右。若风障中夹有稻草，则效果更好。小风障高2米左右，常用短竹竿、芦苇、玉米秆等材料，架成向南倾斜 $65^{\circ}\sim 75^{\circ}$ 左右。一般保护范围冬季是2倍左右，春季是3倍左右。为了加强保温防寒效果，常在风障北侧的中下部分加一层稻草、茅草或麦草编成披风，在披风下半部分增温、保温的效果更好。

风障保温效果与风障材料的高矮、材料与地面的倾斜角有关。一般风障向南倾斜、风障与地面夹角小，保温性能好，

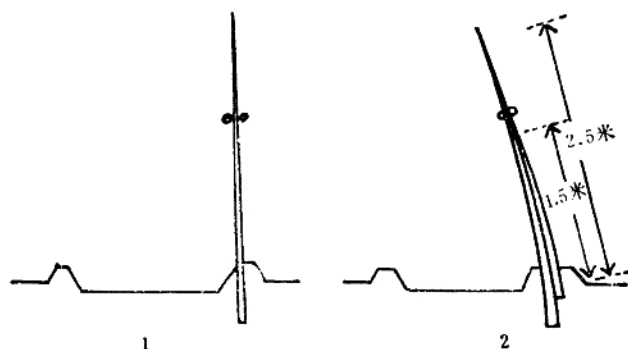


图2 风障
1. 迎风障畦 2. 普通风障畦

反之则差。操作时先开深沟20~30厘米，宽16~25厘米，然后将15~20根竹子扎成小捆送至沟中，使其向南倾斜，以后放开小捆竹竿，基部排列成行后培土踩实，与地面约成80°角，再在披风高度横腰外侧挂披风，如架材质量不坚固，可在内侧立支柱，支撑风障防倒，如图2。近年也有用废旧塑料布代替稻草挡风的。

(四)覆盖畦

覆盖畦即是在风障畦的四周用土作边框，冬春季在畦内种耐寒性较强的韭菜、芹菜、苔菜、菠菜、大蒜等蔬菜，晚上用苇毛编成的帘子或草棚等覆盖物保温，白天揭去覆盖物见光，可以提高风障畦内保温效果。

(五)冷床

冷床也有称它为阳畦、土塘子、草床、冷窖等，如图3。冷床具有削弱风速、稳定气流、充分吸收热量、持久地保持

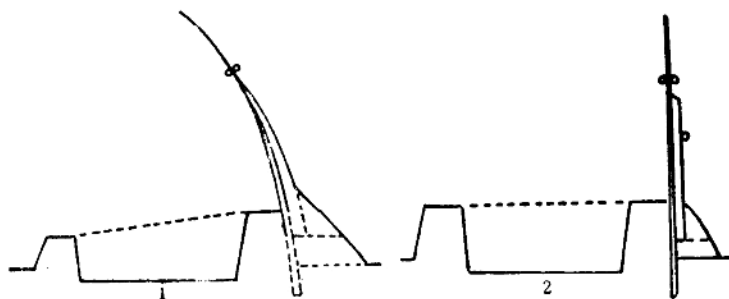


图3 冷床(阳畦型式)

1. 抢阳畦 2. 槽子畦

床内温度的作用。在江淮流域主要用于冬春茄果类、瓜类、豆类育苗，可以提早播种、提早上市、提高产量，也可利用已有的冷床在秋冬作喜温性蔬菜延迟栽培，加速冬季耐寒性蔬菜生长或在冷床中保护种株安全越冬等用途。

冷床的建造可分下列几方面加以叙述：

1. 床址的选择 床址应择背风向阳、地势高燥、排水良好、接近水源、交通方便、靠近菜地、靠近宿舍管理方便的地方挖床，冷床应座北朝南，如因地形限制，可偏东南 15° ，以利增加光照，提高床温。

2. 材料

(1)床框材料：床框材料有砖框、泥框、木框、草框、水泥框等。究竟使用何种材料为好？各地可根据当地有哪些材料，作何种用途自行决定。砖框与水泥框较牢固，能使用多年属于固定建筑物，能防鼠、防地下害虫，但砖与水泥导热性大，保温性较差。木质床框由于木材保温性好，若使用装卸式的杉木床框可以使用数十年，但木材昂贵、取材困难，已很少使用。泥框床取材方便、保温性好，但每年需要重做，所化劳动力较多。浙江、四川等地常用草栅做床框，供瓜豆等早春育苗或茄果类幼苗围苗之用，稻草等导热性虽小，但用草栅围成床框编得较疏松，密闭性差，保温效果也不好。如用木材作床框，在木框四周宜用柏油涂黑防腐、床框内部不论是木框、砖框或水泥框每年应该用石灰水涂白，以改善床内光照条件及杀死各种病菌。

(2)覆盖物：用于冷床的覆盖物有草栅、苇毛栅、蒲席、塑料布、油纸、玻璃等。两窗连接处设栈木防止热量散失及漏雨。栈木与床框同长或与床窗连成一体。