



跨世纪青年农民科技培训工程全国统编教材

蔬菜保护地设施

管理技术

农业部科教司 财务司
财 政 部 农 业 司 审 定
团 中 央 青 农 部

农业部农民科技教育培训中心 组编



中国农业出版社



跨世纪青年农民科技培训工程

全国统编教材

蔬菜保护地设施管理技术

农业部科教司 财务司

财 政 部 农 业 司 审 定

团 中 央 青 农 部

农业部农民科技教育培训中心 组编

中 国 农 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

蔬菜保护地设施管理技术/农业部农民科技教育培训
中心组编. —北京: 中国农业出版社, 2001.9
跨世纪青年农民科技培训工程全国统编教材
ISBN 7-109-07181-2

I. 蔬... II. 农... III. 蔬菜-保护地栽培-设
备-管理-技术培训-教材 IV. S626

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 062873 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: 沈镇昭

责任编辑 蔡 彬

北京东光印刷厂印刷

2001 年 10 月第 1 版 2001 年 10 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 4

字数: 95 千字 印数: 1-8 000 册

定价: 6.80 元

凡本版教材出现印刷、装订错误, 请向农业部农民科技教育培训中心教材部调换
联系地址: 北京市朝阳区麦子店街 20 号楼; 电话(传真): 65001194; 邮政编码: 100026

序言

1999年，农业部、财政部和团中央决定共同组织实施跨世纪青年农民科技培训工程（以下简称“青年农民培训工程”）。温家宝副总理对这一工作非常重视，他指出，“实现农业现代化，需要千千万万高素质的农业劳动者。从现在起，就应着手培养造就一大批觉悟高、懂科技、善经营的新型农民，使他们成为下世纪建设社会主义新农村的中坚力量。农业部、财政部和团中央提出实施跨世纪青年农民科技培训工程，是贯彻落实十五届三中全会精神和科教兴国战略的具体行动，是一件很有意义的事情。”

两年多来，在各级党委、政府的关心支持下，三部门在全国198个县开展的试点工作已取得明显成效，先后培训青年农民52万人。各试点县在培训工作中，坚持“办一班、兴一业、富一方”的办班原则，发挥“户带组、组带村、村带乡”的示范联动作用，促进了当地“一村一品、一乡一业”产业格局的形成，有力地推动了当地农业产业结构调整 and 农民增收。很多学员经过培训后，依靠科技进行生产，依靠信息从事经营，依靠法律保护自己，很快成为当地的种植、养殖、加工专业大户和科技致富典型；一些优秀学员走上了专业化生产和产业化经营的路子，对提高当地农

XUYANXUYAN

序言

业产业化经营水平和加快农业现代化步伐发挥着积极作用。试点地区广大干部群众认为，青年农民培训工程是政府实施的一项投入少、见效快、作用大的科教兴农工程，也是政府为群众办实事的一项“民心工程。”

从2001年开始，青年农民培训工程将在总结试点经验的基础上转入全面实施阶段，“十五”期间，计划完成500万青年农民的培训，任务是十分艰巨的。

教材是开展培训的重要基础。为配合青年农民培训工程的全面实施，结合农业部重点推广和引进技术，农业部、财政部和团中央委托农业部农民科技教育培训中心，按照培训目标要求，组织专家编写了《跨世纪青年农民科技培训工程全国统编教材》，供各地开展培训使用。希望各地在用好这套培训教材的基础上，能结合本地实际，加强省统编培训教材和乡土培训教材的编写，扎实做好青年农民培训工作，努力培养一大批适应新世纪农业和农村经济发展需要的新型农民。

农业部部长

陈耀邦

2001年6月

XUYANXUYAN

目 录

序言

第1章 概 述 1

一、温度条件的特点	2
二、光照条件的特点	2
三、湿度条件的特点	3
四、气体条件的特点	3
五、土壤条件的特点	3

第2章 蔬菜保护地设施内光照条件的调控 5

一、光照的作用	5
(一) 光照强度	5
(二) 光照时间	6
(三) 光质	7
二、保护设施内光照的特点	9
(一) 光照强度	9
(二) 光照时间	13
(三) 光质	14
三、光照的利用和调节	14
(一) 作物的合理布局	14
(二) 设施的方位、结构和材料	15



(三) 操作管理	17
(四) 光质的调节	18
(五) 补光和遮光	18

第3章 蔬菜保护地设施内温度条件的调控 24

一、温度条件的作用	24
(一) 温度和光合作用	24
(二) 温度和光合产物的转运	25
(三) 温度和呼吸作用	25
(四) 不同种类蔬菜对温度的要求	25
(五) 不同生育期对温度的要求	26
(六) 昼夜温差与蔬菜生长发育	27
(七) 地温与蔬菜生长发育	27
(八) 高温障碍	28
(九) 低温障碍	30
二、保护地设施内温度条件的特点	32
(一) 保护设施内的热量交换	32
(二) 地温	33
(三) 气温	37
三、温度的调控	48
(一) 温度调控的原则	48
(二) 气温调控	52
(三) 地温调控	60

第4章 蔬菜保护地设施内水分条件与调整 62

一、水分的作用	62
二、保护设施内水分条件的特点	62
(一) 土壤水分的特点	62
(二) 空气湿度的特点	63

三、水分的调控	64
(一) 土壤水分的调控	64
(二) 空气湿度的调控	68

第5章 蔬菜保护地设施内空气条件与调节 70

一、空气的作用	70
二、保护设施内空气条件的特点	70
(一) 气流	70
(二) 二氧化碳条件的特点	71
(三) 其他气体	72
三、空气的调控	75
(一) 二氧化碳的调控	75
(二) 有害气体的防止	80

第6章 蔬菜保护地设施内土壤环境的调控 81

一、土壤肥力与温室生产	81
(一) 土壤高度熟化	81
(二) 稳温性好	81
(三) 含有较高的营养成分	81
(四) 质地疏松、耕性良好、具有较强的 蓄水保水和供氧能力	82
(五) 土壤中不含或很少含有有害物质	82
二、保护设施内土壤环境的特点	82
(一) 土壤盐类积累及危害	83
(二) 不利于土壤有益微生物的活动	85
(三) 连作障害	85
(四) 土壤酸化	85
(五) 作物的吸收能力弱	86
(六) 其他	86



三、土壤环境的调控	86
(一) 土壤中气体环境的调控	86
(二) 深耕	87
(三) 土壤培肥	87
(四) 盐害的防治	88
(五) 土壤消毒	89
(六) 施肥	90

第7章 保护地环境条件的综合评价与管理 99

一、加温温室	99
二、日光温室	99
三、塑料大棚	99
四、塑料中小棚、风障阳畦	100
五、保护地综合环境管理	100

第8章 保护地蔬菜立体多茬栽培技术 102

一、立体多茬栽培的意义	102
(一) 立体栽培的意义	103
(二) 多茬栽培的意义	104
二、立体多茬栽培的原则	104
(一) 立体栽培的原则	104
(二) 多茬栽培的原则	106
三、立体栽培模式与技术	106
(一) 地面立体栽培	106
(二) 空间立体栽培	111
四、周年立体多茬栽培模式与技术	114
(一) 大棚蔬菜立体多茬栽培模式	114
(二) 温室蔬菜立体多茬栽培模式	116

第 1 章

概 述

蔬菜保护地栽培是在人工建造的设施条件下进行蔬菜栽培的生产方式。因此，有人又称之为设施园艺、设施栽培。蔬菜保护地栽培中的设施，部分地改变了环境条件，使之更适于蔬菜的生长发育，或是增加了产量，或是改变了收获期，或是改善了品质。由于增加了设施，生产成本比一般露地要高；由于要人为地通过设施来改变环境条件进行生产，栽培技术要复杂得多。当然，由于蔬菜产量的提高，和在不利于蔬菜生产的季节收获产品，增加了适于人们不同口味的花色种类，也极大地改善了蔬菜的市场供应状况，缓解了蔬菜供应和生产上的淡季问题。所以说，蔬菜保护地栽培的发展是国民经济发展的标志，是农业技术现代化的标志，是人民生活水平提高的标志。

大多数蔬菜生产是在平整的耕地上进行的，土地的上层空间不加其他设施，环境条件完全依赖自然条件，称为露地生产。蔬菜保护地栽培中，土地的上层空间一般都有人工建造的设施，使蔬菜的地上或地下部分所处的环境条件与露地有所不同，因之，蔬菜保护地设施内的环境条件需要加以人工调控。只有正确、科学的环境调控，才能使蔬菜在适宜的条件下生长发育，才能获得优质高产。

总之，蔬菜保护地设施内的环境条件有如下特点：



一、温度条件的特点

绝大多数保护地设施，如风障、阳畦、塑料棚、温室等，其作用是改善蔬菜生育的温度环境条件，且以在秋、冬、春三季提高温度为主。故而在低温季节，保护地内的温度条件显著高于外界自然环境。这一特点保证了在不宜蔬菜生育的季节里能正常生长发育，对生产是极为有利的。

近年来，用于降低温度的蔬菜保护栽培设施亦开始发展。如遮阳网栽培在炎夏应用，可降低蔬菜周围的温度条件，减轻大白菜、番茄等作物苗期病害。

一般看来，用于增温的保护设施内的温度条件，在低温季节要高于外界。在密闭的条件下，设施内空气热容量小，白天升温快而高，夜间降温亦迅速，其昼夜温差显著高于露地。昼夜温差适当增大，有利于增强光合作用，减少夜间呼吸作用的消耗，对物质积累是有利的。但温差过大，超过蔬菜作物对高低温所能忍受的界限，也不利于蔬菜的生长发育。

二、光照条件的特点

绝大多数蔬菜保护地栽培是在秋、冬、春低温季节进行，此期日射角度小，光照强度弱，日照时间亦大大短于夏季。在保护地内，日光要透过玻璃、塑料薄膜或硬质塑料等透光覆盖物，方被叶片吸收利用。这些透明覆盖物对日光的反射、吸收，使本来就较弱的光照强度更低。因此，保护地栽培中光照强度低、光照时间短的特点，对蔬菜生长发育是非常不利的。

在炎夏，日照强度过大时，利用遮阳网等保护设施遮挡部分日光，降低日照强度，反而有降低番茄、大白菜等叶面温度，防止和减轻日灼的作用。

在进行韭黄、蒜黄等蔬菜软化栽培时，设施的强度遮光，有利于产品的黄化和减少纤维含量，反而可提高产品质量。

三、湿度条件的特点

在保护地内，由于设施的阻挡，与外界空气的流通较少。其空气湿度随着温度的变化而剧烈地变化。在中午前后，因气温过高，空气相对湿度很低。而夜间，由于土壤含水量高，空气湿度则很大。总的看来，蔬菜保护设施内的空气相对湿度大大高于露地。空气湿度过大有利于病害的发生和蔓延，而且抑制作物的蒸腾作用，是不利于蔬菜生产的。

四、气体条件的特点

蔬菜保护地内空气的流动十分缓慢。外界气流对保护地内的空气运动影响较小，内部虽有微弱的气流流动动力，但叶片的阻挡，使气流的运动速度大大降低。气流的迟滞对作物是不利的。

保护地内与外界隔绝的条件也导致了气体成分的剧烈变化。如二氧化碳在夜间含量高，而在上午被植物大量吸收利用，外界不易进入补充，含量则大大降低。在保护地内，二氧化碳缺乏现象是经常发生的。

此外，由于保护地内的密闭环境，使土壤、塑料薄膜及管理中的有害气体，如氨气、二氧化硫、一氧化碳等积累较多。这些气体均会影响蔬菜的生长发育。

五、土壤条件的特点

蔬菜保护地内的施肥量一般都高于露地，特别是化学肥料的大量施用，使土壤中有害的盐分大量积累。蔬菜保护地内较少受



雨水的冲刷，地表盐分随水下渗的机率较少。而土壤的蒸发量较大，盐分随水上升至地表的机率较大。由此，保护地内，土壤的含盐量较大，积聚较多，不利于蔬菜生长发育。

总而言之，蔬菜保护地栽培是改变当时周围的环境条件，使之适于蔬菜的生长发育，在主要的方面是有利的。如冬季大棚中，把外界寒冷的温度条件改造成较高的温度环境，能使蔬菜正常生长发育。而在气体、光照等方面，也带来一些不良影响，但这是次要的、是可以克服的。

在蔬菜保护地栽培中，充分利用有利的环境条件，通过人工调控技术，克服不利的因素，是栽培管理的重点技术。

第 2 章 蔬菜保护地设施内 光照条件的调控

一、光照的作用

蔬菜保护地内的光照条件是非常关键的环境条件。它是热量的源泉，是温度条件的基础，也是生物能量的源泉。因此，如何合理地利用自然光能，是保护地建设上一个极其重要的问题。

光照对保护地蔬菜栽培的影响有三方面，即光照强度、光照时间和光质。

（一）光照强度

光照强度反映了在单位时间、单位面积上光照能量的大小。光照强度对蔬菜保护地栽培的影响很大。首先关系到保护地设施内的温度条件，光照强度越大，大棚、温室内接收的辐射能量越高，温度则越高，反之温度越低。这在冬季保护地栽培中非常重要。再者各种蔬菜均有其适应的光照强度范围，光照强度超过其光饱和点会引起叶绿素分解，对蔬菜有害；光照强度低于其光补偿点时，有机物的消耗多于积累，植株的干重下降，甚至枯死。即使在弱光的条件下，植株的生长也表现衰弱、徒长，影响开花结果。

自然界光照强度依地理位置、地势高低及雨量等而不同。在一年中，夏季的光照强度最强，冬季最弱；我国南方的光照强度一般比同时期的北方弱。

不同蔬菜作物由于原产地不同，系统发育的条件不同，对光照强度的要求也不一样。一般可分为三类：一是对光照强度要求



较高的蔬菜，如茄果类蔬菜、瓜类蔬菜等。这类蔬菜的光饱和点在4万~5万勒克斯以上，如光照不足就会降低产量和品质；二是对光照强度要求中等的蔬菜，如豌豆、菜豆、芹菜、萝卜、葱等。这类蔬菜的光饱和点约3万~4万勒克斯，在1万~4万勒克斯的中等光照强度下才能生长发育良好；三是对光照强度要求较弱的蔬菜，如莴苣、菠菜、茼蒿、姜等，这类蔬菜要求的光照强度较低，约1万~2万勒克斯，光饱和点约2万勒克斯。

（二）光照时间

光照时间对蔬菜作物的影响分三方面：一是影响光合作用的时间；二是影响保护地内热量的积累；三是光周期效应。

一般条件下，光照时间越长，蔬菜的光合作用时间也越长，有机物的积累也越多。但光照时间不能无限地连续延长，而应在一定的范围内。在生产上经常出现的问题是光照时间不足，特别是在保护地栽培中更应注意这个问题。

光照时间影响保护地内热量的积累，进而制约温度条件是显而易见的。光照时间越长，保护设施内接收的辐射能越多，热量的积累也越大。反之，则会因热量减少而温度下降。

光照时间对植物光周期的影响，实质上是昼夜光照与黑暗的交替及其时间长短对植物发育，特别是对开花有显著影响的现象，也称为光周期现象。光周期对地下贮藏器官的形成、叶片形态、落叶和休眠等也有很大影响。蔬菜按光周期反应可分为三类：

一是长日照蔬菜，只有在光照时间大于某个时数后才能开花。如缩短光照时数则不开花或延迟开花。但是，在光照期的光中如果不含有蓝色光，则即使在长光照条件下也不开花。而在短光照条件下，如果在暗期的中间用微弱的红光照射几分钟也可以开花（称为暗期打断效应）。属于这类的蔬菜有白菜、甘蓝、油菜、萝卜、胡萝卜、芹菜、菠菜、莴苣、大葱、蒜等。

二是短日照蔬菜，只有在光照时间小于某一时数才能开花，

如延长光照时数，则不开花或延迟开花。但是，即使在短日照条件下，若在暗期内用微弱的红光打断则不开花。属于这类的蔬菜有大豆、豇豆、茼蒿、苋菜、蕹菜等。

三是中光性蔬菜，由于长期人工栽培的结果，对光照长短的反应已不敏感，在较长或较短的日照条件下都能开花结果。属于这类的蔬菜有茄果类蔬菜、黄瓜、菜豆等，只要温度适宜，可以在春、秋季开花结实，甚至在冬季温室里也可开花结实。

把植物分成短日照和长日照的光照时数的界限，不易截然划分，一般定为 12~14 小时。

植物对光周期影响的反应有天数的区别。一般都要十几次以上的光周期处理才能引起开花，只有 2~3 次光周期处理是不会引起现蕾开花的。这个天数随着植物的种类、品种、年龄、光照长度、光照强度及温度条件而变化。

（三）光质

太阳光是各种波长放射能的混合体，能够到达地面的光波的波长是 0.3~3.0 微米。植物所吸收的光仅是其中一部分。太阳光在不同的季节、不同的地理位置、不同的天气状况和保护设施不同的透光覆盖物下，其波长的混合量都有很大的改变，这就是日光的光质在变化。根据日光的波长可分为紫外线、可见光和红外线三部分。

波长为 0.39~0.005 微米的为紫外光谱区。紫外光可以杀死病菌孢子，抑制作物徒长，促进种子发芽，促进果实成熟，提高蛋白质和维生素的合成。茄子等喜光性蔬菜，紫外光有提高果实着色的作用。常受紫外线照射的蔬菜，叶面积小，根系发达，叶绿素增加。

波长为 0.39~0.76 微米的为可见光谱区。可见光是植物光合作用吸收利用的主要能源。可见光照射蔬菜叶片时，一部分被反射，一部分透入叶片组织中，在细胞壁和细胞质间反复反射和折射后透出叶外。最初被吸收的是红光和蓝光，逐渐连绿光也被



吸收。植物绿叶对红光和蓝光有 2 个光合作用高峰，而以红光的光合能量效率最高，绿光的光合效率较低。绿叶对蓝光的吸收较多，但在光合作用利用中要经过传递，传递中有能量损失，所以光合能量效率还是低于红光。

日光中波大于 0.76 微米的为红外光谱区。植物的绿叶对大部分红外线都不吸收利用，因为叶片组织中不存在吸收这些波长能量的受光体，大部分都从叶片中透过或反射了。这是植物的一种自卫手段。如果植物吸收这个波长范围的能量，体温势必上升，很易超过 50℃ 而使蛋白质分解。绿色叶片虽然吸收少量近红外线，但是由于是细胞水分吸收的，而且日光中这部分波长的能量不多。因此，植物体温不至太高。红外线对植物的作用不大，但它是灼热的光线，它能使土壤和空气温度升高，是冬季保护设施内热量的主要来源，其作用亦不可忽视。

太阳光直接射到保护设施内或地面上的光线称为直射光，这些光线间是互相平行的。直射光的能量大，是保护设施的基本能源。太阳光射到其他物体，如云、建筑物、树木等后，从不同的方向反射过来的光称为散射光。在太阳的散射光中红光和黄光占 50%~60%。红光是蔬菜进行光合作用不可缺少的，从延长光照时间、增加有机物的合成来看，散射光在保护地内的作用不容忽视。

太阳高度越低，散射光越多，早晨、傍晚散射光几乎是 100%。太阳离地面越高，散射光量越小，而直射光量越多。因此，充分利用早晨、傍晚的散射光，对保护地生产是十分重要的。

在早晨、傍晚或阴天、多云的时候，其日照强度也多在 3 000 勒克斯以上，基本在一般蔬菜的光补偿点之上。充分利用这些散射光不仅可以增加光合作用时间，提高产量，而且也有利于保护设施内温度的提高。反之，如果不积极利用这些散射光，甚至错误地认为早、晚、阴、雨等天气主要是保温，而不及时揭