



夏春森 何星石 编著

蔬菜遮阳网 防虫网 防雨棚覆盖栽培

27



中国农业出版社

蔬菜遮阳网 防虫网 防雨棚 覆 盖 栽 培

徐春晓 何国柱 编著

图书在版编目 (CIP) 数据

蔬菜遮阳网防虫网防雨棚覆盖栽培/夏春森, 何星石
编著. -北京: 中国农业出版社, 2000.4

ISBN 7-109-06235-X

I. 蔬… II. ①夏…②何… III. 蔬菜园艺
IV. S63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 62350 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 徐建华

北京忠信诚胶印厂印刷 新华书店北京发行所发行

2000 年 7 月第 1 版 2000 年 7 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/32 印张: 12

字数: 263 千字 印数: 1~10 000 册

定价: 15.80 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前 言

随着社会主义市场经济的发展，我国进入了知识经济的时代，人民生活水平不断提高，消费结构发生了巨大变化，对蔬菜的要求越来越高，新鲜、优质、保健、营养成为追求的目标。蔬菜不但是副食品，而且是保健品（见附表1）。随着对外开放及旅游业的崛起，对名、特、优、珍、稀、野菜的需求不断增加。因此，遮阳网、无纺布、防虫网、防雨棚覆盖栽培成为蔬菜上的一枝奇秀，更加为人们所重视，成为高产优质高效农业及农村奔小康的一条捷径。

随着日光温室、大中棚的发展，蔬菜的冬缺问题已基本解决，但是伏缺问题，特别是长江流域及其以南地区，要解决高温、暴雨对蔬菜的影响是不容易的，随着耐热、耐湿、抗病虫品种的选育，遮阳网、无纺布、防虫网、防雨棚覆盖的推广应用，为解决伏缺提供了新的有效的途径。草帘是我国传统的保温覆盖材料，它重量重、体积大、搬运难度大，管理操作不方便，用无纺布、遮阳网及农膜组成的多层网膜，保温性能与草帘相似，但体积小，重量轻，管理非常方便，又成为一种新型的覆盖材料。

到1997年，全国蔬菜面积1126.7万公顷，总产3.2亿吨，产值2500亿元，人均占有蔬菜260千克。全国蔬菜总量已经较多了，当前追求的是蔬菜的质量与花色品种。因此，要发展设施栽培。1998年全国设施栽培面积86万公

顷，其中遮阳网 1 亿米²，覆盖面积 6 万公顷，草苫 10 亿令，无纺布 4000 公顷，防虫网 7 万公顷。随着产业结构调整的不断深入展开，遮阳网、无纺布、防虫网、防雨棚的蔬菜覆盖栽培，每年以 20% 速度增长，长江以南地区发展更快。因此，为了蔬菜产业的持续高效发展，开发夏季网膜双层覆盖及冬春多层覆盖技术是蔬菜设施栽培的新的生长点。为此，我们系统总结国内外网膜及其双层、多层覆盖的研究成果与生产经验，撰写了《蔬菜遮阳网、防虫网、防雨棚覆盖栽培》一书，为提高覆盖蔬菜的栽培水平和经济效益尽微薄之力。

本书共分七章，分述遮阳网、无纺布、防虫网、防雨棚的覆盖原理、结构、类型与性能，育苗及白菜类、绿叶菜类、果菜类及其它蔬菜的优良品种与覆盖栽培新技术。在编写时，突出新、用、易，注意可操作性，力求入理求实，深入浅出，看得懂，学得会，用得上，适用于科技人员与广大菜农的需要。

由于我们的水平有限，书中不当之处，望批评指正。

编著者

2000 年 1 月

目 录

前言

第一章 蔬菜遮阳网、防虫网覆盖栽培的基本原理	1
第一节 光辐射及其变化	1
第二节 温度及其变化	4
第三节 蔬菜的发育与产品形成	6
第四节 蔬菜对环境条件的要求	15
第五节 农药污染、抗虫基因与绿色食品	21
第六节 遮阳网等覆盖栽培的栽培制度	28
第二章 覆盖栽培的类型、作用及应用	32
第一节 遮阳网	33
第二节 无纺布	66
第三节 防虫网	73
第四节 防雨棚	82
第五节 网膜栽培的新型配套资材	84
第三章 育苗新技术	89
第一节 培育壮苗的要求	89
第二节 育苗的常用设施	92
第三节 培育壮苗的常用技术	97
第四节 遮阳网育苗的技术要点	105
第五节 无土育苗	109
第六节 微滴灌技术在育苗上的应用	115

第四章 白菜甘蓝类	118
第一节 白菜	118
第二节 夏大白菜	123
第三节 夏甘蓝	129
第四节 红球甘蓝	134
第五节 夏花椰菜	137
第六节 青花菜	142
第七节 芥蓝	151
第八节 羽衣甘蓝	156
第九节 夏广菜心	158
第十节 十字花科蔬菜病虫害综合治理	160

第五章 绿叶菜类	167
第一节 芹菜	167
第二节 西洋芹菜	176
• 第三节 叶用莴苣	182
第四节 莴笋	189
第五节 千宝菜	195
第六节 蒲公英	197
第七节 菠菜	198
第八节 伏芫荽	202
第九节 马齿苋	204
第十节 芥菜	205
第十一节 菜苣荬	207
第十二节 茭蒿	210
第十三节 菊苣	213
第十四节 结球茴香及茴香	215
第十五节 伏茼蒿	218

第十六节 荷兰芹	220
第十七节 苋菜	223
第十八节 蕹菜	225
第十九节 穗紫苏	229
第二十节 鱼腥草	230
第二十一节 落葵	232
第二十二节 滑菜	235
第六章 果菜类	238
第一节 番茄	238
第二节 辣椒秋延后栽培	249
第三节 茄子的夏秋栽培	255
第四节 长豇豆的夏秋栽培	262
第五节 夏秋菜豆栽培	267
第六节 荚用豌豆秋季覆盖栽培	272
第七节 伏秋黄瓜	277
第八节 夏播架冬瓜	287
第九节 洋香瓜的防雨棚栽培	290
第十节 矮生(或异形)南瓜的夏季栽培	297
第十一节 秋西瓜的防雨棚栽培	299
第七章 其他蔬菜	302
第一节 牛蒡的夏种技术	302
第二节 姜	306
第三节 伏萝卜的遮阳网栽培	316
第四节 豆瓣菜	320
第五节 秋豌豆苗(头)	325
第六节 大蒜	327
第七节 食用菌的遮阳网栽培	330

第八节 芽菜的网膜栽培	349
第九节 芦荟的棚网栽培	366
附表1 蔬菜的营养与保健	370
附表2 杀虫、杀菌剂同物异名表	373
主要参考文献	375

第一章 蔬菜遮阳网、防虫网覆盖栽培的基本原理

第一节 光辐射及其变化

地球上所有生命活动的能量都来自太阳辐射，蔬菜将通过光合作用，将太阳辐射能转变为化学能，贮藏于合成的有机物质中，为蔬菜的生长、运动、繁殖提供能源。因此，太阳辐射是构成热量、有机物质的能量源泉。太阳辐射由于光强、光质和光周期随着时间和空间的不同，而深刻地影响着植物的生长、发育、生物量和地理分布。因此，光是蔬菜生长、发育中一个重要因素，蔬菜的覆盖栽培就是调节光量与光的强度，达到提高或降低温度，为蔬菜的生长与发育提供合适的环境，创造较高产量、优良品质的目的。

一、太阳辐射

太阳辐射是蔬菜光、热的来源，又是光合作用能量的来源，太阳辐射的光强、光质、光时与遮阳网、无纺布覆盖的效果关系很大。

太阳辐射是日光能传导的唯一方式，其主要波长为0.15~3.0微米，称为短波辐射，占总能量的99%，地表及其上的物体以及大气层吸收太阳辐射后，进行反辐射的波长在3~120微米之间，称长波辐射。

太阳辐射的波长可分紫外线区 (<0.38 微米), 可见光区 ($0.38\sim0.76$ 微米) 和红外线区 (>0.76 微米)。紫外线所含能量在太阳辐射总能量中占比重小, 但对蔬菜及遮阳网具有重要的生理生化 and 物理化学作用。红外线和可见光的能量各占太阳辐射总能量的 50% 左右。

太阳辐射波长的区分及各波长范围如图 1-1 所示, 太阳波长中波长 >1.0 微米的辐射, 被蔬菜吸收转变为热能, 波长 $1.0\sim0.72$ 微米对蔬菜加长生长起作用; 波长 $0.76\sim0.70$ 微米, 为远红外, 对光周期及种子形成有作用, 并控制开花和果实的颜色; 波长 $0.72\sim0.61$ 微米主要为红橙光, 被叶绿体吸收, 光合作用强; 波长 $0.61\sim0.51$ 微米主要是绿光, 表现为低光合作用和弱的形成态建成作用; 波长 $0.51\sim0.40$ 微米主要是蓝紫光, 被叶绿素、类胡萝卜素吸收, 起强的光合作用和形态建成作用; 波长 $0.40\sim0.32$ 微米为近紫外线, 参与某些维生素和花色素的合成, 使植株变矮, 叶片变厚, 同时导致网膜老化; $0.32\sim0.28$ 微米为紫外线, 对大多数蔬菜有害; <0.28 微米的紫外线, 到地面很少, 可使植物致死, 农用资材老化。

不同季节、地理纬度、时刻及太阳高度角等影响太阳辐射光谱中各部分的相对强度, 随着太阳高度角的加大, 紫外线及蓝、绿、黄光的含量相对增多, 而红光、红外线的含量则相对减少, 但这种变化在太阳高度角 20° 以下时才有一定的实践意义, 紫外线还与海拔高度有关。

不同地区, 阴雨日、云雾雪对光线的吸收和散射影响很大。

二、光的变化

1. 大气中光的变化 光照强度一般用能量单位来表示,

即 1 分钟内落在 1 厘米² 表面上的焦耳能量，写为焦耳/厘米²·分，在夏季晴天，落到地平面上的太阳光强度可达到 21~23 焦耳/厘米²·分，在测量光照强度时，也可用米烛光作单位，称勒克斯。

在地球大气层上界，太阳光的强度是恒定的，为 33.6 焦耳/厘米²·分，这一数值称为太阳常数，太阳通过大气层后，由于被反射、散射和被气体、水蒸气、尘埃微粒吸收，其强度和光谱组成都发生了显著减弱和变化。

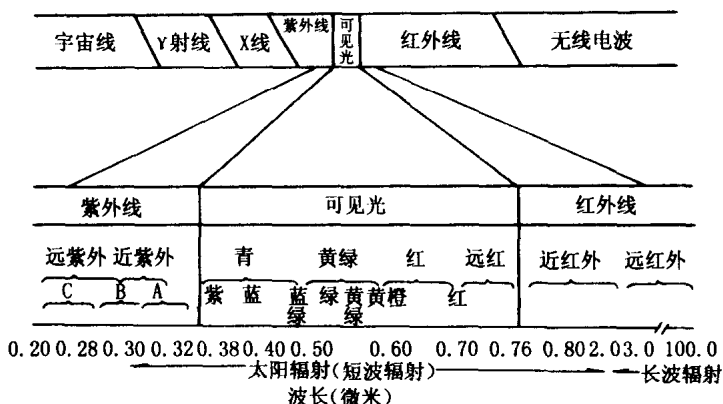


图 1-1 辐射的波长划分及各波长范围的名称

2. 地表的光照情况 光照强度随纬度增加而减弱，这是因为纬度越低，太阳高度角越大，太阳通过大气层的距离越短，光照强度就越大。光照强度随纬度的增加，太阳高度角变小而相应减弱。例如春分时，太阳辐射量在 40° 处比赤道附近约低 10%。

光照强度随海拔高度的升高而增强，这是因为随着海拔升高，大气厚度相对减小，空气密度亦减少之故。如在海拔

1000 米的山地可获得全部太阳辐射能的 70%，而在海平面上只能获得 50%。

坡向也影响光照强度，在坡地上，太阳光线的入射角随坡向和坡度而变化。在北半球纬度 30° 以北的地区，太阳的位置偏南。因此，南坡所接受到的光照比平地多，北坡则较平地少，这种差别是由于南坡上太阳的入射角较大，照射时间较长，这种差异随坡度的增加而增加。

3. 蔬菜中的光照情况 照射到蔬菜叶片上的太阳光约 70% 左右为叶片所吸收，20% 左右由叶面反射出去，通过叶片透射下的光较少，一般为 10% 左右。

光辐射波段不同，叶片对其反射、吸收和透射的程度亦不同，在红外光区，叶片反射掉垂直入射光的 70%；在可见光区，叶片对红橙光和蓝紫光的吸收率最高，为 80% ~ 95%，而反射较少，约为 3% ~ 10%；绿色叶子对绿光吸收较少，反射较多，约为 10% ~ 20%；在紫外光区，只有少量的光被反射，一般不超过 3%，大部分紫外光被叶子表皮所截留。在遮阳网色泽的选择上，要充分考虑光不同波段的反射和吸收作用。

第二节 温度及其变化

一、温度及其变化规律

1. 热量平衡 太阳辐射是地球表面的热源，地面因吸收太阳辐射而增温，同时又不断放出辐射，即地面辐射。地面辐射是近地面层大气的主要热源。大气主要通过接受地面辐射增温，同时又向外辐射，其中射向地面那部分辐射称为大气逆辐射，它也是地面热量的来源。地面辐射与大气逆辐

射中被地面所吸收部分之差，称为地面有效辐射（ r ）。

地平热平衡（ R ）公式为

$$R = (s + s' + E_a) - [(s + s') a + E_e]$$

$$R = (s + s') - (s + s') a + E_a - E_e$$

$$R = (s + s') (1 - a) - r$$

s ——太阳直接辐射； s' ——散射辐射； E_a ——大气逆辐射； E_e ——地面辐射； a ——地面反射率。

早晨，太阳升起地表开始接受辐射能，当地表接受的辐射能大于地表有效辐射时，即 R 为正值时，温度开始上升，直到中午，温度达到最高值。午后，太阳开始变弱，地面有效辐射超过所获得的太阳辐射能，即 R 为负值，地面温度开始下降。日落后，由于地面继续进行有效辐射，温度继续下降，直至日出前后，温度达到最低值。覆盖遮阳网后，由于太阳辐射减少，因而畦面温度降低。

2. 温度变化规律 地球表面上各地的温度随所处的纬度，海拔高度和地形的不同而有很大的变化，随着纬度的增高，太阳辐射量的减少，温度逐渐降低，一般纬度每增高 1 度（约 111 千米），年平均温度大约下降 $0.5 \sim 0.9^{\circ}\text{C}$ （1 月份为 0.7°C ，6 月份为 0.3°C ），不同的纬度由于年平均温度，最热月平均温度、温度年较差不同，要根据蔬菜对温度要求选择不同颜色的遮阳网。

温度还随海拔高度与坡向的影响，随着海拔升高，虽然太阳辐射增强，但由于大气层变薄，大气密度下降，导致大气逆辐射下降，一般海拔每升高 1000 米，气温下降 5.5°C 。南坡接受太阳辐射最大，空气与土壤温度都比北坡高，但土壤温度一般西南坡更高。

二、节律性变温

温度随昼夜与季节而发生有规律的变化，称为节律性变温。植物对温度昼夜变化节律的反应称温周期现象。植物适应一年气候条件（主要是温度条件）的季节性变化，形成相适应的植物发育节律，称为物候。植物器官（如芽、叶、花、果）受当地气候的影响，从形态上所显示的各种变化现象称为物候期或物候相。

第三节 蔬菜的发育与产品形成

一、蔬菜的发育

蔬菜的发育是指蔬菜在一定条件下从营养生长进入生殖生长的过程。花芽分化是这个过程形态转变的标志。在生产中凡以收获营养器官为产品的蔬菜（如白菜类、根菜类蔬菜等）需控制或延缓其发育，而以生殖器官为产品的蔬菜（如豆类、瓜类、茄果类等蔬菜）需适当促进其发育。

1. 阶段发育理论 对一二年生蔬菜，原苏联的李森科提出春化和光照两个阶段的阶段学说，每一阶段又对环境有不同要求，而且阶段是顺序前进的，前一阶段没有完成，下一阶段不会开始。目前明确有两个阶段，一为春化阶段，即低温感应阶段；二是光照阶段，依靠光周期的长短来完成。春化阶段一般在种子萌动状态才能通过，例如白菜种子放在20~25℃温度下24~36小时，有1/3种子萌动时，放入一定的低温、维持一定的湿度和氧的供给，就可以通过春化阶段。但有些蔬菜属于绿体春化，即要求一定大小的植株（茎的直径、叶数、叶面积、鳞茎大小等）才能通过，例如甘

蓝、洋葱，在一定的茎直径或鳞茎直径才能通过春化阶段，刚萌动的种子不能通过春化过程。

2. 激素理论 1937年苏联人柴拉希杨等提出激素假说。20世纪60年代赤霉素被发现后，他进而提出：植物的开花由两种激素所控制，即由形成茎所必需的“赤霉素”和形成花所必需的“成花素”两组具有活性的物质组成的假说。中光性植物具有赤霉素与成花素，所以，无论日照长、短都能开花。长日照植物在长日照条件下，短日照植物在短日照条件下均具有赤霉素和成花素，可以开花。但长日照植物在短日照条件下缺乏赤霉素，短日照植物在长日照条件下缺少成花素，都不能开花。因此，长日照植物在短日照条件下用赤霉素处理可开花，而短日照植物用赤霉素处理则无效。冬性长日照植物在长日照条件下具成花素，但若无低温条件，即无赤霉素的形成，仍不能开花。成花素至今还是个假定物质，尚未分离出来。

据一些短日照植物在非诱导光周期中的去叶试验，证明在这一时期会产生开花抑制物质，这种物质能抵消开花诱导物质的作用或阻止它的运输。最近，大量的研究表明，开花过程的调节决不是单一激素的作用，是开花促进物质与开花抑制物质在生长点上的平衡。

3. 光周期 蔬菜的生长和发育对昼夜相对长度的反应称为光周期。蔬菜按生长发育和开花对日照长度的要求可分长日照、短日照和中日照蔬菜。长日照蔬菜要求较长（12~14小时以上）日照，促进开花如白菜、甘蓝、萝卜、芹菜等；短日照蔬菜在短日照下促进开花如豇豆、苋菜、蕹菜等。中日照蔬菜对日照长短反应不敏感，在较短或较长日照下都能开花如黄瓜、番茄及菜豆等。蔬菜的光周期与原产地

地理纬度与海拔高度有关，原产热带、亚热带的为短日照蔬菜，原产高纬度温带地区为长日照蔬菜。

长日照与短日照蔬菜的光照界限往往是交错的，长日照蔬菜的临界光期可以短于 14 小时，而有些短日照蔬菜的临界光期可以长于 12 小时。长日照的白菜，在长日照下很快开花，在 8~10 小时下亦能开花但时间较迟，长日照蔬菜重要的是光照，暗期则不重要，短日照蔬菜要的是暗期的长短。光周期可以用人工选育的品种来改变，黄瓜是短日照植物，但北方育出的品种在长日照下仍能开花结果。黑色的遮阳网，往往改变光照的强度与长短，会影响蔬菜的开花。

二、蔬菜的花芽分化

花芽分化是指蔬菜苗端分生组织分化为花序原基或小花原基的现象，它与以生殖器官为食用部分的蔬菜的产量与品质关系很大。对于食用营养器官的叶菜类，亦关系叶片数、重量和叶面积的大小；食用贮藏器官的根菜、茎用菜的花芽分化，关系到养分积累时期长短和速度，以采种为目的种株，花芽分化关系种子的产量和质量。

蔬菜的花芽分化的部位可分三类：

1. 顶芽分化为花芽的如番茄、茄子、大葱等；
2. 腋芽分化为花芽的如瓜类、蔓豆类、蕹菜、落葵、草石蚕等；
3. 顶芽与腋芽均可分化为花芽的又分 2 类，腋芽先分化顶芽后分化的如白菜、甘蓝、菠菜等；顶芽先分化腋芽后分化的如芹菜、茺荬、苦苣等。

花芽分化受温度、日照、营养元素及内源激素等因子的影响，温度感应的部位是生长点幼细胞及发芽的种子；日照