



农业气象基础知识

江苏科学技术出版社

农业干部培训教材
农村青年自学丛书

农业气象基础知识

南京气象学院 张镜滨

江苏科学技术出版社

农业气象基础知识

南京气象学院 张德洪

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：盐城地区印刷厂

开本787×1092毫米 1/32 印张8.25 插页8 字数179,000

1982年9月第1版 1982年9月第1次印刷

印数1—11,500册

书号 16198·097 定价 0.78 元

责任编辑 陆宝珠

出版说明

为了提高广大农业干部和农技人员的农业科学技术基础知识水平，使他们更好地学习和掌握现代农业科学技术，以适应加快发展农业生产、实现农业现代化的新形势，我们根据今后各地分期分批培训农业干部和农技员的迫切需要，以及广大农村青年自学的要求，组织有关单位编写了这套《农业干部培训教材、农村青年自学丛书》。其中包括：《植物及植物生理》、《水稻栽培基本原理》、《三麦栽培基本原理》、《棉花栽培基本原理》、《油菜栽培基本原理》、《植物保护基础知识》、《农业气象基础知识》、《植树造林基础知识》、《养猪基础知识》、《养牛养羊基础知识》、《栽桑养蚕基础知识》、《养鱼基础知识》、《农业机械基础知识》等二十余种。

这套丛书以具有初中以上文化程度，未经农业专门学校学习的农业干部、农业技术人员以及农村青年为对象，既可作为培训班教材，又可作为以上对象的自学读物。

这套丛书吸取了近年来我省培训农业干部和农技人员所用教材的长处，以讲授农业科学技术基础理论知识为主要内容，密切联系实际，结合介绍国内外的先进农业科学技术和农业科研的新进展。在编写上力求由浅入深、循序渐进，文字通俗易懂，具有针对性、科学性、系统性和实用性的特色。为了兼顾培训、自学的需要，丛书的各分册既独立成书，可供读者自由选购，又考虑到各册之间的内在联系，互

相衔接，体现丛书的整体性。

这套丛书是在江苏省农业委员会的主持下，由我社与省农林厅、省农学会组织编写的。参加编写的单位有：江苏农学院、南京农学院、江苏省农业科学院、省农业机械局、省林业科学研究所、省淡水水产研究所、南京气象学院以及苏州蚕桑专科学校。在编审过程中，我省有关部门和农业院校给予很大的支持和帮助，特此深致谢意。

由于我们水平有限，编辑出版时间匆促，错误缺点在所难免，请读者批评指正。

江苏科学技术出版社

一九八〇年三月

目 录

概 述.....	(1)
第一章 气象因子与农业生产.....	(3)
第一节 光照因子.....	(3)
一、太阳辐射——生命活动的能量源泉.....	(3)
二、光照强度与植物的生长发育.....	(8)
三、光照长度与植物.....	(11)
四、太阳光谱(光质)对植物的作用.....	(14)
五、日照与引种.....	(17)
六、光能利用率.....	(19)
第二节 温度因子.....	(22)
一、空气温度及其变化.....	(22)
二、气温与农作物的生长发育.....	(26)
三、土壤温度与植物体温度.....	(30)
四、积温及其应用.....	(34)
五、高温与低温对作物的危害.....	(46)
六、温度与引种.....	(54)
第三节 水分因子.....	(54)
一、水是植物生活的命脉.....	(54)
二、大气降水.....	(56)
三、空气湿度.....	(61)
四、土壤湿度.....	(64)
五、水分不足对农业生产的危害.....	(68)
六、水分过多对农业生产的危害.....	(75)
第四节 大气与风.....	(80)

一、风与作物的生长发育·····	(81)
二、二氧化碳与农业生产的关系及其调节·····	(83)
三、大气污染与植物·····	(88)
第二章 农业气候资源的分析和利用 ·····	(92)
第一节 江苏省的自然状况和气候特点 ·····	(93)
一、自然状况·····	(93)
二、农业生产概况·····	(93)
三、气候特点·····	(95)
第二节 农业气候分析 ·····	(96)
一、农业气候分析的概念·····	(96)
二、农业气候分析的种类·····	(96)
三、农业气候指标·····	(97)
四、江苏省农业气候资源的分析·····	(103)
第三节 农业气候生产潜力及存在的问题 ·····	(121)
一、充分合理地利用农业气候资源·····	(121)
二、因地制宜发展多种经营的气候依据·····	(125)
三、种植制度与气候条件·····	(128)
第四节 农业气候区划 ·····	(131)
一、什么叫农业气候区划·····	(131)
二、为什么要进行农业气候区划·····	(131)
三、农业气候区划的种类·····	(132)
四、农业气候区划的原则和方法·····	(132)
五、江苏省的农业气候区划·····	(134)
第三章 农业气象预报、情报服务 ·····	(140)
第一节 农业气象预报 ·····	(141)
一、农业气象预报的编制·····	(141)
二、农业气象预报的方法·····	(144)
三、农业气象预报的种类·····	(146)
第二节 农业气象情报 ·····	(172)

一、什么叫农业气象情报.....	(172)
二、农业气象情报的种类.....	(173)
三、编制农业气象情报的原则.....	(174)
四、农业气象情报的基本内容	(175)
五、农业气象情报举例	(176)
第四章 农业气象条件的研究和利用.....	(189)
第一节 农田小气候.....	(189)
一、什么叫农田小气候.....	(189)
二、农田小气候的一般特征.....	(190)
三、农田小气候的观测.....	(200)
四、农田小气候的利用和调节.....	(208)
第二节 农业气象观测与调查	(214)
一、农业气象观测.....	(214)
二、农业气象调查.....	(225)
第三节 农业气象试验.....	(229)
一、农业气象试验的意义.....	(229)
二、农业气象试验方法.....	(230)
三、农业气象资料的整理和分析.....	(235)
第四节 农业气象研究的趋势简介.....	(248)
一、农业气象的研究概况及发展趋势	(248)
二、农业气象模式简介.....	(252)

概 述

农业生产受外界环境条件，如气候、土壤、地形和动植物等的影响很大。环境条件中的光、热、水、气是气象要素，它们是农作物生活的必要条件。所以，农业生产的每个环节、每项措施都必须考虑气象条件的变化。气象条件不但影响农作物的生长、发育，而且影响农业技术措施的进行和效果。它对农业机械的使用和效率，病虫害的发生、发展和传播，以及农、林、牧、副、渔业的发展等，都起着重要的作用。

气象条件还决定着农业生产的季节性和地域性。古代农书中有：“先时而种，往往太早而不生；后时而艺，则失之太晚而不成”，“智者不能冬种而春收”。说明不违农时的道理。

同时，农业生产本身，特别是栽培作物的农业技术措施，也会引起气象条件的变化，并产生不同的气象效应，形成各种农田小气候，又进一步影响农业生产。可见，农业生产和气象条件是相互联系又相互作用的统一整体。

农业气象学，就是研究农业生产与气象条件相互关系及其变化规律的科学。在目前的科学技术水平下，人们还不能大范围地控制天气、改造气候，使其向着人们所需要的方向发展。然而，研究和掌握气象条件的发生发展规律，及其对农业生产的影响，做到趋利避害，使气象条件更充分合理地为农业生产所利用，也是十分必要的。

我国位于亚洲的东部，西北毗连世界最大的欧亚大陆，

东部濒临世界最大的海洋——太平洋。由于受大气环流的影响，气候具有明显的季风性和大陆性的特点，各地存在着不同的农业气象问题。

江苏省地处我国东南沿海，受冬、夏季风的影响，夏季温暖湿润，冬季干燥寒冷。这对农业生产是有利的，气候潜力是很大的。但各种灾害发生频繁，使生产不稳定。苏北地区，干燥、寒冷、日照充足，以旱作物为主。那里的霜冻、干旱、干热风等灾害发生较多。苏南地区，温暖湿润，作物生长季节多雨，日照偏少，作物以水稻为主。那里经常遭受台风、秋季低温冷害、三麦湿害和赤霉病的威胁，成为农业生产中的主要问题。太湖流域一带，夏季炎热多雨，冬季温暖，对亚热带作物的生长最为适宜。研究不同地区、不同作物各发育期气象条件的变化，各气象要素的时、空分布规律，分析各地区气象条件对农业生产的利弊影响，就可以因地制宜，合理布局，充分而有效地利用一切有利的气候资源，促进农业生产的发展。

第一章 气象因子与农业生产

第一节 光照因子

一、太阳辐射——生命活动的能量源泉

太阳辐射能是一切生命活动的能量来源。如果没有太阳的光和热，地球上就不可能有生命。农业生产的根本任务，就是通过植物把太阳能转化成为化学潜能，供人类和动物利用。所以，太阳的光能是一切生物能量的源泉。

（一）地球的自转与公转 地球是一个近于椭圆形的球体。它不停地绕着地轴自西向东旋转着，这叫做地球的自转。地球自转时，向着太阳的一面受到太阳的照射，就是白天，背着太阳的一面没有太阳照射，就是黑夜。地球自转一周需时一天。地球除了自转以外，还沿着一定的轨道围绕太阳转动，这种转动称为公转。公转一周需时一年。地球公转的轨道叫地球轨道，呈椭圆形，它所在的平面称为地球轨道面。由于地轴和地球轨道面不是垂直的，始终保持 $66^{\circ}33'$ 的倾斜角，而且地轴本身保持一定的方向。因此，地球处在轨道上不同位置时，南北半球一年中每天受到太阳照射的情况就不同。这样，地球公转一周就产生了春、夏、秋、冬四季的变化（图1）。

（二）光照时间 夏至日（6月21日或22日），太阳直射北纬 $23^{\circ}27'$ （北回归线），北半球绝大部分地区离太阳最

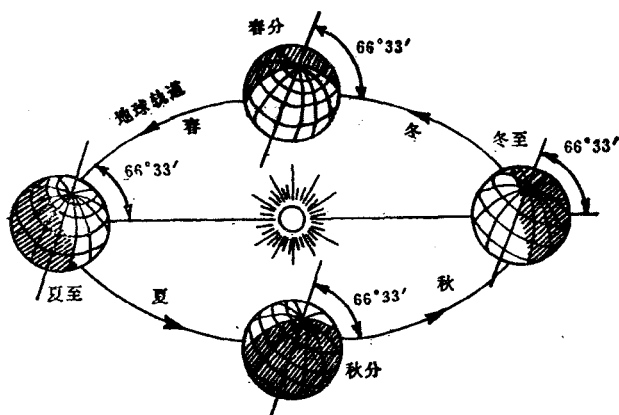


图1 地球公转与四季的变化

近, 太阳光照最强, 向太阳光的部分 (图2中未划阴影的部分) 大于背光部分 (图2中划阴影部分), 这时白昼最长, 夜晚最短。而且纬度越高, 白天越长。南半球则相反。夏至以后, 太阳直射点南移, 白天接受的阳光逐渐减少, 白昼变短。到冬至日 (12月22日或23日) 南纬 $23^{\circ}27'$ (南回归线) 处受太阳直射, 北半球离太阳较远, 太阳光照较弱, 白昼最短, 夜晚最长。纬度越高, 白天越短, 夜晚越长。冬至以后, 太阳直射的位置又向北移动, 地面获得的太阳辐射逐渐增多。春分 (3月20日或21日) 和秋分 (9月22日或23日) 时, 太阳直射赤道, 南北半球不同纬度上白天和夜晚是平分的。

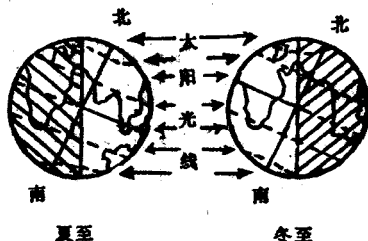


图2 夏至与冬至的日照情况

（三）光照强度 光照强度指地球表面上受到太阳光照射的照度，用勒克斯或米烛光（一支点燃的蜡烛，投射到相距 1 米远处的物体上的照度）表示。在有阳光照射的时间内，光照强度并不完全一样，因为光照强度和太阳的高度角有关。太阳高度角又叫太阳光线入射角，最小为 0° ，最大为 90° 。当太阳位于天顶的时候，太阳的入射角最大（ 90° ），光线垂直照射地面，单位面积上受到的光照最强。随太阳光线入射角的减小，照到地面上的同样阳光分布面积越来越大，强度逐渐变小。图 3 中看出，垂直投射于 AC 面上的光线，如果分布在 AB 面上，则 AB 面上单位面积所受到的太阳辐射，明显地比 AC 面上弱。

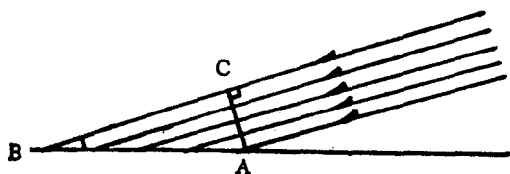


图 3 光照强度与太阳高度角的关系

光照强度在不同时间也有差异。一天中，早、晚辐射强度小，中午最大；一年中冬季辐射强度小，夏季最大。原因有两点：

（1）早、晚太阳光线通过的空气层较厚（图 4 中 CO）。在空气中由于水汽、二氧化碳、灰尘以及臭氧等的吸收和散射作用，到达地面时就被减弱了。中午太阳正当头，通过的空气层较薄（图 4 中 AO），减弱得少。冬季阳光强度比夏季弱，也同样是由于太阳斜射与直射差异引起的。

（2）早、晚阳光斜射，与地面所成的交角小，中午阳

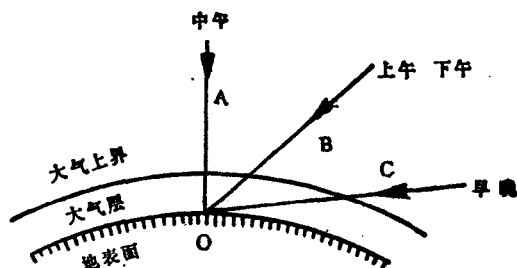


图4 不同太阳高度太阳辐射经过的大气厚度

光和地面的交角大。如图4所示，中午和夏季垂直照射的光线，照射的面积小，单位面积上得到的光照较强，而早、晚及冬季斜射时，照射面积比较大，单位面积上的光照就弱。一年中太阳光与地面交角最大的时候，也是太阳最高的时候，即为夏至这一天（表1）。

表1 不同太阳高度阳光通过大气层的相对距离

太阳高度（度）	90	60	30	10
阳光经过大气的距离	1	1.2	2.0	5.6

（以太阳在天顶时的距离为1）

（四）太阳光谱 太阳辐射能按波长不同而顺序排列，称为太阳光谱。太阳的光谱组成在不同的情况下也不一样。早、晚阳光通过较厚的大气层，蓝紫光被大气中的水汽、尘埃等粒子散射掉许多，到达地面时红橙光就多一些。所以，高山上的阳光中蓝紫光比平原多。

可见，光照持续时间、光强度和光谱组成，都随地理位置和时间的不同而有规律的变化着。同时对植物的生长发育产生不同的影响。

(五) 太阳辐射在地球表面上的分配 太阳辐射照到地球表面之前，遇到大气层中的各种成分（如水滴、臭氧、二氧化碳、尘埃等），使阳光一部分被反射，一部分被吸收，另一部分被散射。所以到达地面的太阳能，不论在数量和质量上都发生了减弱和变化。图5是北半球太阳辐射通过大气层的变化示意图。

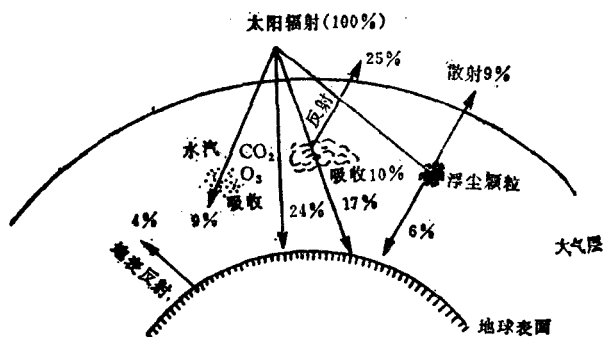
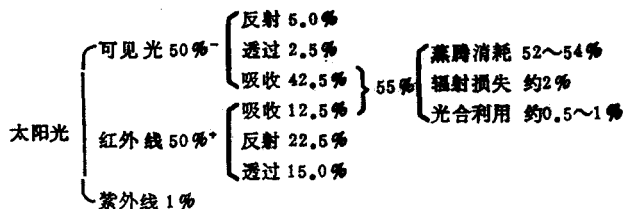


图5 太阳辐射在地球表面上的分配

从此图可以看出，常年平均到达地面的太阳能为照射在大气顶层总量的43%，占全部太阳辐射的20亿分之一。照射到地球表面的太阳辐射能，又由于纬度、大气环流以及地形、地势、地表状况如森林、草原、山峦、河海等不同而有差异，因此地球各部分接收到的太阳辐射情况是不相同的。

到达地面的这一小部分太阳辐射，也没有全部被植物利用。一般认为，绿色植物叶子只能吸收落到叶子上的太阳能的50%左右，其余部分被反射到空间及透过叶子到底层。植物吸收的太阳能中，大部分转变为热能被植物的蒸腾所消

表2 植物对光能的利用



耗，真正用于光合作用的能量平均约为 0.5~3%，低产田只有 0.1~0.2%。由此可见，植物的光能利用率是很低的。表 2 是植物对光能利用的平均数字，随植物及其他条件的不同，表内数字可能有变化。有些作物如玉米，生长盛期用于光合作用的太阳辐射能可达 5%。据理论计算，植物的光能利用率可以提高到 12~20%，如能达到这个标准，单位面积作物的产量则可几十倍几百倍的增加。因此，提高光能利用率是农业气象研究方面的极重要的课题之一。

二、光照强度与植物的生长发育

(一) 光饱和点和补偿点 植物的生长发育、光合作用强度及农作物产量的高低，都和光照强度有关。植物的叶绿体只有在光照条件下才能形成，并进行光合作用。在一定的光照强度范围内，光合作用强度随光照强度的增加而相应地加强，制造的有机物质就多，但光合作用强度对光照强度的要求有一定的限度，当光照强度超过一定限度时作物的光合作用强度不再随之增加。使作物的光合强度达到最高点时的光照强度，称为光饱和点（图 6）。换句话说，光照强度达到光饱和点时，即使再增加光照强度，光合作用强度也不会再增

加，光照强度过大时，甚至会引起叶绿素的分解、破坏，以及植物组织的灼伤，使光合作用强度下降。不同作物对光照强度的要求不同，光的饱和点也不一样。喜光植物要求在较强的光照条件下生长发育，光饱和点也高，生长盛期

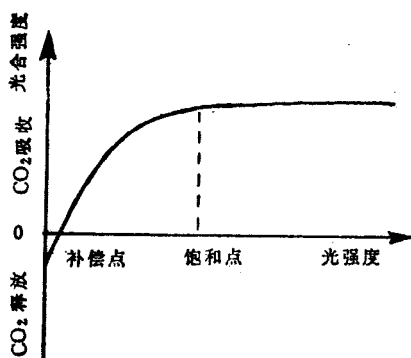


图6 光合强度与光强度曲线

需光更多。如水稻、小麦、大豆等在光照强度为3~5万米烛光时可呈现饱和值；玉米、甘蔗等的光饱和点高于8~10万米烛光。而耐阴植物却相反，只有在较弱的光照条件下才能正常生长发育，光饱和点约0.5~1万米烛光。

反之，随着光照强度的减弱，作物的光合强度也逐渐降低，当光照强度减弱到一定程度时，作物光合作用合成的有机物质正好与呼吸作用所消耗的有机物质相等，作物体内没有干物质积累，这时的光照强度称为光补偿点。一般作物的光补偿点都比较低，只有几百米烛光。如果光照强度长期低于光补偿点，有机物质的积累小于消耗，植物就会由于饥饿而生长不良或死亡。现将几种主要作物的需光量列于表3。

表3 不同作物单株叶片的需光量 单位：米烛光

项 目	小 麦	水 稻	玉 米	棉 花	烟 草
光饱和点	24000~30000	40000~50000	25000	50000~80000	28000~40000
光补偿点	200~400	600~700		750左右	500~1000