

农业气象

吉林人民出版社

• NONGYE KEXUE JISHU ZHISHI JI JIANG

农业科学技术知识丛书

农业气象

中国科学院南京地质古生物研究所

1

农业科学技术知识丛书

农 业 气 象

胡 本 贵 编

吉 林 人 民 出 版 社

2R05/04

农业科学技术知识丛书

农 业 气 象

胡本贵 编

*

吉林人民出版社出版 吉林省新华书店发行

长春新华印刷厂印刷

*

787×1092毫米32开本 5 $\frac{1}{4}$ 印张 117,000字

1983年3月第1版 1983年3月第1次印刷

印数：1—3,910册

书号：16091·331 定价：0.50元

出 版 说 明

为适应农业生产发展的新形势，进一步提高农业领导干部、农业技术人员以及广大知识青年的农业科学技术水平，满足他们学习农业科学基础理论知识和先进技术的需要，我们邀请吉林农业大学有丰富教学经验和生产实践经验，并参加吉林省举办的农业干部培训班教学工作的副教授、讲师编写了一套农业科学技术知识丛书，共分七册：《植物生理》、《土壤》、《肥料》、《作物遗传育种》、《作物栽培理论与技术》、《植物保护》、《农业气象》。

这套丛书在编写上，力求针对农业领导干部和基层技术人员接触实际多，生产实践经验比较丰富的特点，主要以介绍农业科学基础理论知识为主，紧密联系实际，深入浅出，通俗易懂地阐述农业科学的基本原理和先进生产技术，内容比较全面、系统。可作为各地农业培训班的教材，也可供各地农业干部、技术人员及知识青年自学之用。

《农业气象》一书，着重介绍了农作物与外界环境的关系，如作物与光照、热量、水分的关系。比较详细地阐述了农业的灾害性天气和防御、农业气候及农田小气候。对天气和天气预报、气候资料的整理、农业气象服务等也作了介绍。书中还附有气温、降水、日照、积温、风级风向、常见有天气预兆的云和地形与霜冻关系等附表，便于读者查阅。

本书作者在编写过程中，承陈秋元、刘仕达、陈铁如同志给予很大帮助，在此表示感谢。

一九八二年三月

目 录

第一章 辐射与作物	(1)
一、辐射光谱与作物	(1)
二、辐射强度与作物	(4)
三、光照时间与作物	(8)
四、地面辐射差额与热量平衡	(13)
第二章 温度与作物	(18)
一、土壤的热状况	(18)
二、土壤温度与作物	(21)
三、空气温度的变化	(26)
四、气温与作物	(31)
第三章 水分与作物	(37)
一、空气湿度	(37)
二、蒸发与凝结	(40)
三、降水	(49)
四、作物的水分供应与需水量	(52)
第四章 天气和天气预报	(56)
一、气压与风	(56)
二、天气系统及天气特征	(64)
三、天气预报	(73)

第五章 农业天气.....	(83)
一、寒潮	(83)
二、霜冻	(85)
三、春播期间的不利天气	(87)
四、台风天气	(89)
五、旱涝天气	(90)
六、冰雹天气	(93)
七、不利农业天气的防御	(94)
第六章 农业气候	(98)
一、气候与农业生产	(98)
二、中国气候与吉林省气候	(101)
三、季节与物候	(108)
四、农业气候区划	(112)
第七章 农田小气候.....	(115)
一、小气候形成的物理基础	(115)
二、农田小气候的特征	(117)
三、地形小气候	(123)
四、保护地小气候	(126)
五、护田林小气候	(130)
六、农田小气候观测	(133)
第八章 气候资料的整理	(146)
一、气候资料整理的注意事项	(146)
二、气候资料的统计方法	(147)
三、气温、降水和风的资料整理	(151)
第九章 农业气象服务	(161)
一、农业气象预报	(161)

二、农业气象情报	(167)
附表 1 吉林省各地气温、降水、日照统计简表...	(170)
附表 2 吉林省各地积温统计表.....	(171)
附表 3 风力等级表与风向符号.....	(172)
附表 4 常见有天气预兆的云.....	(173)
附表 5 地形与霜冻的关系.....	(178)

第一章 辐射与作物

辐射是能量传递的一种形式。它就象光波那样，以电磁波的方式传递能量，不需要经过任何物质作媒介。太阳——这个巨大的炽热球体，就是以辐射的方式向地球表面持续不断地输送热能，成为地球上一切生命活动的主要能源，也是农作物生长发育及其产量形成的一个最主要的外界因素。

一、辐射光谱与作物

辐射的波长范围很广，从波长 10^{-14} 微米*的宇宙线到波长长达几公里的无线电波都是辐射的波长范围（图1—1）。太阳辐射的主要波长范围是 $0.15\sim 4$ 微米。地面和大气辐射的主要波长范围是 $3\sim 120$ 微米，所以常把太阳辐射称为短波辐射；地面和大气辐射称为长波辐射。

分析一下太阳的连续光谱，可以看到，波长在很长和很短的部分内，能量都很小，绝大部分能量集中在 $0.15\sim 4$ 微米之间，占太阳辐射总能量的99%（图1—2）。其中可见光区

* 微米是长度单位， $1\text{微米}=10^{-6}\text{米}$ ，用 μ 表示。

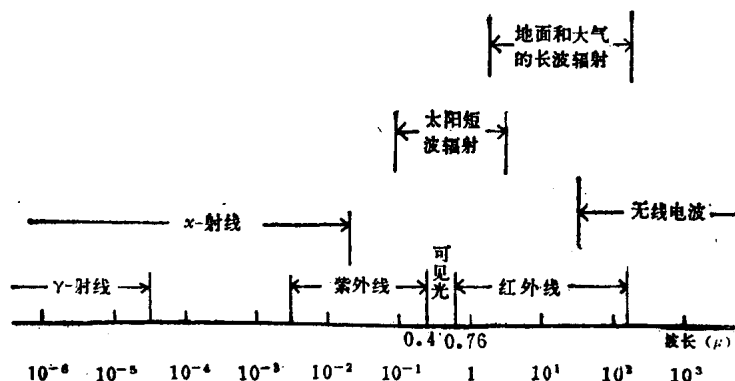


图1-1 各种辐射的波长范围

（波长 = $0.4 \sim 0.7 \mu$ ）占50%；红外线区（波长 $> 0.76 \mu$ ）占43%；紫外线区（波长 $< 0.4 \mu$ ）占7%。具有最大能量的

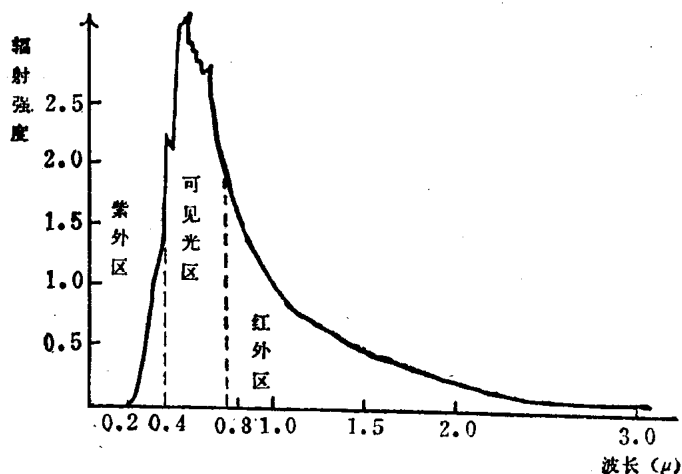


图1-2 大气上界太阳辐射光谱

波长为0.475微米（即在可见光区青、蓝色区内）。太阳辐射中，可见光部分不仅辐射能量大，而且是辐射最强的部分，所以太阳光是可见的。

植物叶子吸收了太阳辐射能，大部分转换成热能，供于蒸发和蒸腾，用在制造有机物质上的太阳能占很少部分。作物对光谱成分的利用是有选择性的。作物叶绿素所吸收的辐射能，主要是可见光中的红、黄光和蓝紫光。这部分的辐射强度增加，作物光合作用的速度也在一定程度上随之增加，但这部分辐射过强，又会引起叶绿素的分解，致使作物失掉叶绿素。有人提出过长日照植物和短日照植物的作用光谱，并认为作用最强的是红光（ $0.62\sim 0.68\mu$ ）。有试验表明，在长的黑暗期，用一次强的红色闪光把黑暗打断，便可以诱导长光照植物开花；而短光照植物如在长黑暗中被一次强的红色闪光打断，则可抑制其开花。

光谱成分中的 $0.30\sim 0.50$ 微米处，对植物的向光性作用很大。植物的向光部分吸收了这部分光谱，生长受到抑制；背光部分则生长较快，导致了向光性弯曲。由于 $0.30\sim 0.50$ 微米的光谱成分对生长有抑制作用，可以防止茎叶徒长；而当这部分光强不足时，茎秆徒长。

太阳光谱中的紫外线部分，对植物有各种影响。高山植物在较强的紫外线照射下，具有特殊的形态——矮小。按波长来看，紫外线中波长较长的部分（ $0.30\sim 0.40\mu$ ），有提高植物组织中蛋白质及维生素含量，抑制作物徒长的作用。波长在 0.30 微米以下的紫外线，对植物有机体具有破坏作用，但由于高空臭氧的吸收，它一般到不了地面。紫外线不能透

过一般的玻璃，因此在温室内培养的秧苗等易形成徒长状况，在好天气时应使之直接受到日光照射为佳。

红外线部分在太阳辐射的总能量中，是转换热能的主要部分，地表面也最能吸收这部分辐射，绝大部分转变为热能而使地面增温。但植物的叶绿素并不吸收它，它对植物的影响，只能间接地表现在热效应上。

太阳光谱中的不同成分，对植物发育阶段的通过是有影响的。据研究，起源于高纬度的长日照植物在光照阶段要求长波的红光；而对于起源于低纬度的短日照植物，长波的红光却起了延迟或阻止光照阶段通过的作用。这是植物对环境条件适应性的表现。在高纬度，夏季不但日照时间长，而且早晚有一段相当长的时间太阳高度是不高的，起源于这些纬度的植物在其系统发育过程中，长期受到富于长波光线的阳光影响，形成了在它的光照阶段中对长波的红光的要求。相反的，在低纬度，不但日照时间较短，且早晚太阳高度很快升高或降低，富于长波光线的时间短，因而起源于热带和亚热带的植物就要求富于蓝、紫色的光线了。据库别尔曼的进一步研究指出，光质对小麦的发育起主导作用的阶段是在小麦的小穗原基开始形成至孢原组织开始形成前这一阶段里。

二、辐射强度与作物

太阳辐射通过大气层时，发生了一系列的变化。其中一部分为大气吸收；一部分为大气中的气体分子和悬浮微粒散射；还有一部分为空中的云反射而返回宇宙空间。由于吸

收、散射和反射等三种减弱作用，仅有大约48%的太阳辐射能到达地面。

太阳辐射在大气中的射程愈长，即通过大气的量愈多，太阳辐射被减弱的愈厉害。反之，射程愈短，即通过大气的量愈少，太阳辐射被减弱的愈少。太阳辐射在大气中的射程与太阳高度角有关。所谓太阳高度角是指太阳光线和地表水平面之间的交角，以 h 表示。从图1—3看出，太阳高度角愈小，射程愈长；太阳高度角 90° 时，射程最短（图1—3BC），辐射强度最大。太阳辐射强度是指单位时间垂直投射在单位面积上的太阳辐射能，以 I 表示，单位是卡/厘米²·分。

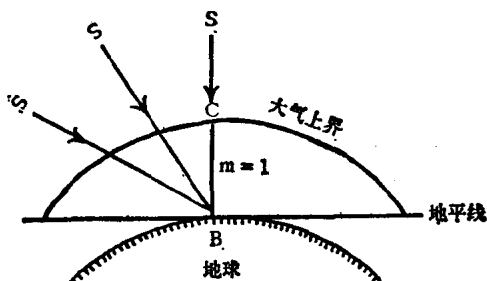


图1—3 大气中太阳光线的路线

夏季或午间，太阳在天空中的位置比冬季及早晚高，即 h 大，穿过地球大气的路径短，受到大气的吸收、反射、散射减弱作用小，因而到达地面的辐射强度较大。据计算，当太阳位于地平线时，穿过地球大气的路程约为垂直照射时的35倍。加之冬天或早晚，阳光斜射地面，使一定的辐射能分布于较大的地表面上，所以其辐射强度远不如夏季或中午的

大。

在太阳辐射的测量中，太阳高度角有着十分重要的作用。农业生产中为充分利用太阳能，增大采光量，也要考虑太阳高度角。由图1—4可见，垂直于太阳光线的辐射与水平面辐射之间的关系是太阳高度角正弦函数，即

$$I' = I \cdot \sin h$$

I' 为水平面上的太阳直接辐射； I 为垂直于太阳光线的太阳直接辐射； h 为太阳高度角。

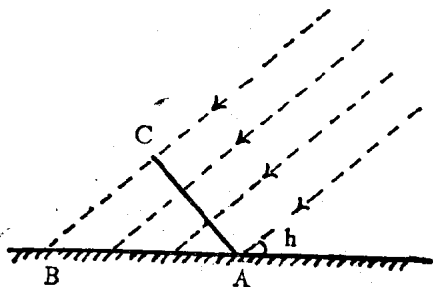


图1—4 水平面上的太阳辐射

由此，我们在太阳辐射测量中，只要测量垂直面上的太阳直接辐射就可以了，水平面上的太阳直接辐射，可以用太阳高度角间接计算出来。

计算每日正午时的太阳高度角，可以采用公式：

$$h = 90^\circ - \phi \pm \delta$$

式中 ϕ 为当地的地理纬度； δ 为赤纬，即太阳直射光线与赤道面所成的角度。在北半球为正值，南半球为负值， δ 的值逐日不同（可查天文年历），变化于 ± 23.5 之间，春秋分其

值为零。

太阳辐射强度随时间、纬度有规律性的变化，这种变化显然对植物的光合作用有很大影响。植物体所吸收的辐射主要在可见光范围内，所以常以光照强度的米烛光数（勒克司）来衡量光照对作物的适宜程度，植物营光合作用时，对光照强度的要求，随植物的耐阴或喜阳种类而不同。就单个叶片而言，日出以后，光照增强，光合作用强度也随着直线的增强，但在中午前后一段时间内，光照虽然继续增强，光合作用强度反而会下降，因为此时自然光照已超过了作物叶片光合作用的饱和点，同时由于此时温度高，蒸发盛，水分不足，加上叶子中同化物积累已多，光合作用强度便会降低了。根据实验，大多数作物叶片的光合作用的光饱和点不超过5万勒克司（约相当于 $0.6 \text{卡/厘米}^2 \cdot \text{分}$ ），如水稻为4~5万，小麦为2~3万，玉米为2万5千左右，而我省夏季正午前后测得的照度可达10万勒克司。但就田间作物的群体来说，其叶子互相遮蔽，叶子的角度也不相同，当上部叶子所受的光照已超过饱和点时，中、下部叶子所受光照尚未达到饱和点，光合作用在继续加强，因而全部叶子的总光合强度和生产率在午间仍然会有所增加。

作物在不同的发育期对光照强度的要求是不同的。据山田的研究，水稻插秧后至出穗期，由于茎叶逐渐茂密，全株光合作用的光饱和点亦迅速上升，光照越强，总光合强度越大。因此选育良种时，宜注意枝叶分布角度，枝叶挺拔、叶片较狭的品种往往有利于提高光能利用率和产量。在生产实践中为改善整体光照条件，需要打掉部分枝叶，控制郁闭，

提高生产率。

云量、地形、地势及栽培技术等对光照强度都有很大影响，在这些因素影响下，照度的变化实际是很复杂的。

三、光照时间与作物

光照时间是指白昼长短与日照时数的多少，它对作物的生长发育和地区分布有直接影响。

光照时间的长短要从昼夜更替现象谈起。昼夜更替与长短，依地理纬度和季节而变化，这是由于地球的自转与公转运动所决定的。

从图1—5可见，地球永远按着一定的方向旋转，并绕着太阳公转，地轴与黄道面（地球绕太阳旋转的轨道平面）成 66.5° 的倾角，地球与太阳的相对位置是逐日在变化着的。

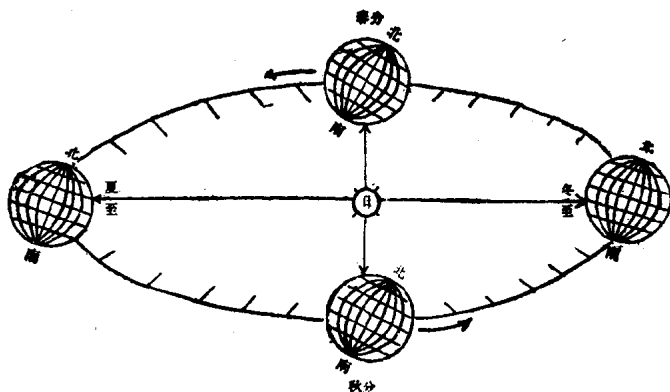


图1—5 地球公转图