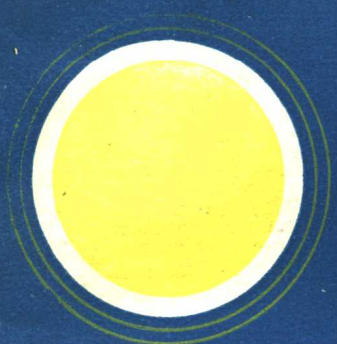


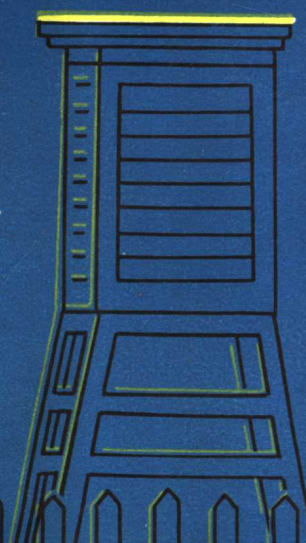
16.15/30



农业气象知识

邓善来 等 编著
吴全衍

科学出版社



日期前将书还

农业气象知识

邓善来 吴全衍 等 编著

科学出版社

1980

内 容 简 介

本书是以农业气象学原理为基础,联系我国(以南方为重点)的农业生产实际,充分利用农业气候资源,避免和克服农业气象灾害,实现高产稳产为目标来编写的。书中分别介绍了气象与农业、作物与气象、农业气候资源利用、农业气象试验、农业气象服务等方面的问题。内容比较丰富,方法和措施较为实用,可供知识青年、基层农业技术干部和气象站、哨工作人员阅读参考。

农 业 气 象 知 识

邓善来 吴全衍 等 编著

*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1980年3月第一版 开本:787×1092 1/32

1980年3月第一次印刷 印张:10 1/2

印数:0001—13,160 字数:239,000

统一书号:13031·1211

本社书号:1687·13—15

定 价: 0.85 元

编 者 的 话

农业生产是人与自然界作斗争的过程。“人们为着要在自然界里得到自由,就要用自然科学来了解自然,克服自然和改造自然,从自然里得到自由。”在这方面,几千年来,我国人民曾进行许多努力,积累了不少经验。例如,春秋战国时代已知道用圭表(也叫土圭)测日影的方法来定“二分”(春分、秋分)“二至”(夏至、冬至),秦朝开始有二十四节气和每月大致的气候和物候记载,五世纪四十年代懂得了不违农时和因地制宜的重要性:“顺天时,量地利,则用力少而成功多。任情返逆,劳而无获。”解放后,在共产党、毛主席领导下,我国各省、市、自治区先后建立了农业气象机构,有组织、有计划地开展了农业气象观测、农业气象试验、农业气候调查、农业气候分析、农业气象情报和预报服务等,使农业气象学成为认识、利用和改造自然,有利于夺取农业丰收的一门应用科学。

当前,以华国锋同志为首的党中央,正在领导全国人民进行新的长征,加速祖国的社会主义现代化建设。为了尽快地把我国的农业搞上去,必须坚决地、完整地执行农林牧副渔并举和因地制宜等方针,逐步实现农业现代化。在实现这些任务的过程中,为农村知识青年、基层干部和气象员编写农业气象方面的科普书籍,对各地因地制宜开展引种改制、合理布局农业生产、农业气候资源利用、防御气象灾害和科学种田等是有一定帮助的。基于这一点,我们根据农业气象学基本原理和近年来的农业气象试验研究成果,并参考了一些有关资料,

编写了这本《农业气象知识》。

全书分为五章。第一章着重叙述光、温、水与农业生产的关系；第二章着重叙述水稻、小麦、玉米、棉花、花生、油菜、甘蔗、橡胶等八个作物对气象条件的要求，以及当前生产上存在的主要农业气象问题和解决办法；第三章着重叙述我国农业气候资源的优越性，以及耕作制度改革、引种、开发山区和改造气候的一些问题；第四章着重叙述农业气象试验与观测的原理和方法；第五章对农业气象情报、预报、农业气候区划作了简单介绍。

本书的编写，力求做到理论联系实际，以解决实际问题，尤其是南方的主要农业气象问题为主，使其具有更多的实用意义。但是由于水平所限，加之对各地的先进经验又学习得不够，书中难免有许多缺点错误，请读者批评指正。

本书的编写，自始至终得到广西壮族自治区气象局、气象台领导的热情关怀和支持；在编写过程中，又得到南方各省、市、自治区气象局、农业科学研究院与一些大专院校的热情支持和帮助，广西壮族自治区农业部门和部分地、县的农业技术人员、气象员和知识青年参加了在南宁市和桂平县召开的审稿会，并提出了许多宝贵意见，在此一并致以衷心的感谢。

执笔人：第一章：郭可展(广西农学院)、岑楼、滕坚、梁迺桥、邓善来(广西壮族自治区气象局)、李仕谟(广西壮族自治区南宁市气象台)；第二章：吴全衍(广西壮族自治区南宁市气象台)、梁迺桥、邓善来；第三章：邓善来；第四章：吴全衍；第五章：李仕谟、邓善来。全书编纂：邓善来。

目 录

第一章 气象与农业	1
第一节 太阳辐射	1
一、光照强度(照度)	3
二、光照长度	6
三、太阳光谱	9
第二节 温度	12
一、气温	12
二、土温	24
三、水温	28
第三节 水分	31
一、作物的需水规律	32
二、降水、湿度与作物	36
三、土壤水分与作物	40
第四节 风	47
一、风的变化规律	48
二、风与农业生产的关系	50
三、预防风害	52
第二章 作物与气象	53
第一节 水稻	53
一、水稻主要生育期对气象条件的要求	53
二、水稻发育速度与气象条件的关系	64
三、利用有效积温计算水稻三系(杂交水稻)的开花期	76
四、早稻烂秧天气	81
五、晚稻寒露风	92
第二节 小麦	101

一、小麦不同类型品种对气象条件的要求	102
二、小麦生长发育与气象条件的关系	105
三、小麦湿害	109
四、干热风	113
第三节 玉米	120
一、玉米生长发育与气象条件的关系	120
二、冷害及其防御方法	125
三、干旱及其防御措施	128
四、玉米耐寒耐旱特性的利用	132
第四节 棉花	134
一、棉花生长发育与气象条件的关系	134
二、增蕾保铃与气象	145
第五节 花生	158
一、花生主要生育期对气象条件的要求	159
二、目前花生生产上存在的主要农业气象问题	161
三、克服不利气象条件的几项措施	164
第六节 油菜	169
一、不同类型品种的特性及其对温度的要求	169
二、各生育期对气象条件的要求	170
三、落花落果及其防御	175
四、旱涝及其防御措施	176
五、早花及其防御	179
第七节 甘蔗	180
一、气象条件与甘蔗生长发育的关系	180
二、主要气象灾害及其防御措施	186
第八节 橡胶	196
一、气象条件与橡胶生长发育的关系	196
二、橡胶寒害及其防御措施	202
第三章 农业气候资源的利用	220
第一节 我国优越的农业气候资源	220

一、热量丰富	220
二、雨量充沛	223
三、光照充足	224
第二节 充分利用气候资源,改革耕作制度	226
一、气候条件与改革耕作制度的关系	227
二、挖掘农业气候资源,改革耕作制度	234
第三节 充分利用气候资源,引进新的作物(品种) 或牲畜	246
一、气候条件与引种的关系	247
二、引种实例	252
第四节 山地农业气候资源的利用	259
一、山地气候特点及其与农业生产的关系	259
二、利用山地农业气候资源的实例	264
第五节 人定胜天,改造气候	272
一、植树造林,战胜天灾	272
二、兴修水利,制服旱涝	276
第四章 农业气象观测和试验	279
第一节 农业气象观测	279
一、作物的物候观测	279
二、自然物候观测	286
三、农田土壤湿度的测定	287
第二节 农业气象试验	289
一、农业气象田间试验方法	290
二、防御早稻烂秧的某些技术措施试验	294
三、防御晚稻寒露风的某些技术措施试验	296
四、杂交水稻制种中的农业气象试验	297
第五章 农业气象服务简介	299
第一节 农业气象情报	299
一、农业气象情报的种类和内容	299
二、农业气象情报的编制步骤	300

第二节 农业气象预报	301
第三节 农业气候区划	303
一、调查研究	303
二、搞好农业气候分析	304
三、确定农业气候指标	305
四、搞好编写	307
附录 I 不同纬度的日照时数表	311
附录 II 早稻有效积温的求算方法	318
附录 III 晚稻发育速度与光、温关系经验公式的配制	322

第一章 气象与农业

农业的最大特点之一，就是它的生产过程完全是或基本上是在自然条件下进行的，如同一个非常巨大的“露天工厂”一样。在露天情况下进行农业生产，必然受到气象、土壤、地形、植被等自然条件的影响，尤以气象条件的影响更为突出。因为天气和气候条件在时间上的变化可使农业生产具有明显的季节性；在空间上的变化则使农业生产具有明显的地域性，从而影响各地的农业组成、布局、熟制和产量等。同时，各地的土壤类型、植被种类的差异主要与气候条件有关，不同地形对农业的影响也主要是气候上的差异问题。所以，任何地方的农业生产，都应考虑气象因素，注意利用有利的气象条件，避免和克服不利气象因子的影响，做到因地制宜和因时制宜，才能夺取高产稳产。

本章着重叙述太阳辐射、温度、降水和风等气象要素的变化规律及其与农业生产的关系。

第一节 太阳辐射

太阳是一个极为炽热的气体球，国外的最新探测资料认为它的表面温度约为一万℃，中心的温度估计有二千万℃。它时刻以电磁波¹⁾的形式（无需借助任何媒介）向宇宙空间传递

1) 电磁波的范围很广，从波长 10^{-14} 厘米的宇宙射线到波长几公里的无线电波，都属于电磁辐射波。在宇宙射线与无线电波之间，有 γ 射线、伦琴射线、紫外线、可见光线、红外线等等。和农业气象有关的是紫外线、可见光线（光能）和红外线（热能），因此，可以简明地说，太阳上放射出来的光和热，就是太阳辐射。

能量,其能量的放射形式和放射出的能量本身,就称为太阳辐射。太阳辐射所放出的能量,称为太阳辐射能,简称太阳能。

太阳以辐射的方式每秒钟向宇宙空间放射出相当于燃烧 116000 亿吨煤所产生的能量,地球仅能截获其 20 亿分之一,但是,这已足够维持地球上的一切自然过程。如果没有太阳能作为基本动力,大气中的一切物理现象和过程就难以发生;如果没有太阳送来的光和热,一切生物就不能生长发育和繁衍后代。正因为如此,人们常以“万物生长靠太阳”这句话来形容太阳的巨大作用和威力。

在大气上界,太阳辐射强度等于 1.94 卡/平方厘米·分,这个数值称为太阳常数。但是,到达地球表面的太阳辐射强度并非如此。因为,太阳辐射在通过大气层时,一部分被大气吸收和散射,一部分为云和地面所反射。一般来说,因反射和散射而折回宇宙空间的太阳辐射约占 43%,为地球表面和大气所利用的仅占 57%。在 57% 的太阳能中,有 14% 为大气直接吸收,其余的 43% 以直接阳光(27%)和散射光(16%)的形式到达地面。

从太阳直接射到地球表面的光线,称为直接辐射;被空气分子和大气中浮游灰尘所散射而到达地面的辐射,称为散射辐射。这两部分辐射之和,称为太阳总辐射。由于地球自转和绕太阳公转引起太阳高度角随季节的变化,加上地球上的海陆分布不同和天气变化等因素的影响,使各个季节、各个地区所接受的太阳辐射发生了很大的差异。我国各地的太阳总辐射在 85—190 千卡/平方厘米·年之间,大部分地区在 110—120 千卡/平方厘米·年以上,这是发展我国农业生产的一个极为有利的条件(详见第三章)。

农业生产,就是直接(植物)或间接(动物)利用太阳辐射能,转化成潜能(粮食、蔬菜、纤维、木材、肉类等等),供人类之

需。因此,研究太阳辐射与农业生产的关系,探讨提高光能利用率的途径和方法,对农业生产的发展具有积极的意义。由于投射到地球表面的太阳辐射有光效应(照度)和热效应(温度),所以下面先谈照度等与农业生产的关系,温度部分拟在下一节叙述。

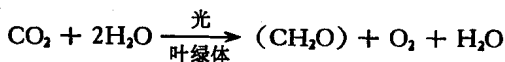
一、光照强度(照度)

光照强度是指地球表面接受到的太阳光照强度(照度),其度量单位为勒克斯(即米烛光)¹⁾。

地球表面的光照强度随着天气、时间与季节而变化,即晴天光照强,阴天光照弱;一天之内,日出前光照最弱,正午光照最强;一年之中,夏季光照较强,冬季则较弱。此外,不同地形、不同坡向的光照强度也不一样,如南坡的光照比北坡强等等。这些就是光照强度在时间和空间上的一般分布规律。

光照强度与农作物的生长发育和产量有密切关系。这种关系主要表现在光合作用强度(简称光合强度)直接受光照强度影响这一点上。

在光合作用过程中,叶绿体利用光能,将空气里的二氧化碳和根部吸收来的水合成碳水化合物。这个过程可用如下的化学方程式来表示。



从上式可以看出,只有在有光照的条件下,叶绿体才能进行光合作用;光合作用的强弱,在很大程度上取决于光照的强

1) 1 勒克斯是垂直置放于与 1 个国际烛光相距 1 米远处的物体表面所受到的照度。

度。当具备二氧化碳和水分这两个条件时,在一定的温度和一定的光强范围内,光合强度是随光强的增加而增强,制造的有机物质也随之增多。反之,光照减弱,光合强度也随着减弱。

在白天,当光强长期低于作物的光补偿点¹⁾时,由于有机物质的消耗多于积累,使作物长势极弱,甚至引起死亡。例如,在华南地区,有些年份由于春季出现长期阴雨或低温阴雨天气,光照强度极弱,早稻秧苗长期处于光补偿点以下,秧苗的叶子逐渐由绿变白,失去制造有机物质的能力,长势很差,抗寒力大大降低,加上低温的影响,往往造成烂秧死苗现象。又如,水稻插植过密,株间光照强度往往低于光补偿点,加上通风不良,二氧化碳浓度降低,光合作用受到明显的影响,使无效分蘖增多,植株细弱,倒伏严重,导致减产。相反,当太阳光照强度超过作物的光饱和点²⁾时,超过的那部分光照,已不能为光合作用所利用,只能以热的形式释放出去。光照太强时,还会引起叶绿素的分解,导致失绿,使光合作用的速度和效率降低,反而不利于作物的生长发育。

各种植物对光照强度的要求是不相同的。根据植物的需光特点,可分为喜光和喜阴两大类。在较强的光照条件下才能正常生长发育的植物,称为喜光植物,绝大部分农作物均属这一类。它们的光补偿点约为 500—1000 勒克斯,光饱和点为 25000—60000 勒克斯或更高些。相反,在较弱的光照条件下才能正常生长发育的植物,例如云杉、蕨类、茶叶、生姜和韭菜等,称为喜阴植物,它们的光补偿点均小于 500 勒克

-
- 1) 当光照减弱到一定的程度时,作物的光合强度与呼吸强度相等,光合作用所制造的干物质被呼吸作用全部消耗,这时的光强称为光补偿点。
 - 2) 当光强增加到一定程度时,作物的光合强度不再随光强的增加而继续增强,这时的光强称为光饱和点。

斯,光饱和点约为 5000—10000 勒克斯。

各种农作物的需光量也不一样。据测定,水稻叶片的光补偿点为 600—700 勒克斯,光饱和点为 40000—50000 勒克斯;小麦叶片的光补偿点为 200—400 勒克斯,光饱和点为 24000—30000 勒克斯(表 1)。同一种作物,单株与群体的需光量也有较大的差别。一般来说,群体的需光量比单株的高得多。例如,单株小麦的光饱和点为 24000—30000 勒克斯,而

表 1 几种农作物叶片的光补偿点和光饱和点

项 目 \ 作物名称	水 稻	小 麦	玉 米	棉 花	烟 草
光补偿点(勒克斯)	600—700	200—400	近似 0	750 左右	500—1000
光饱和点(勒克斯)	40000—50000	24000—30000	大于 100000	50000—80000	28000—40000

群体的光饱和点则高于 100000 勒克斯。同一作物不同发育期的需光量也不一样。据研究,水稻群体的光饱和点,在本田初期为 30000 勒克斯;分蘖盛期为 60000 勒克斯;孕穗期光饱和点消失,即光照越强,光合量越大;乳熟期光饱和点无显著降低。小麦花粉四分体形成前后,光强不足,会使花粉和子房发育不正常,以后形成不孕的小花。光照强度减弱,也是造成棉花落蕾、落铃的重要原因之一。

目前,农作物对太阳能的利用率比较低,一般只占太阳总辐射的 0.5% 左右,在最有利的条件下,某些作物也只能利用 5%,国外则认为可利用到 12% 以上。目前农作物的实际光能利用率与可能的光能利用率差距很大,有很大的潜力可挖。例如,我国长江流域栽培的中稻,若光能利用率提高到 1% 或 3% 的话,亩产(稻谷)可增加到 941 斤与 2823 斤。若光能利用率提高到 5%,亩产(稻谷)则可提高到 4705 斤。

从气象角度来考虑,目前提高光能利用率的途径主要着眼于空间和时间两个方面。在空间方面,着重考虑农作物的群体结构问题,即种植密度不宜过稀,也不能过密,以利于作物叶子最大限度地吸收太阳光能,减少反射、透射的消耗,减少作物顶层光超过饱和点与避免底层光线不足。所以,实行合理密植,采用间作、套种,并利用各种农作物的株型与特性(耐阴或喜光)等不同,搞好搭配,组成复合的群体结构,以利于从空间上充分利用太阳光能。在时间方面,主要是提高复种指数,尽量做到一年中大部分时间都有作物生长,充分利用太阳光能,以提高单位面积产量。如北京市平谷县许家务大队,由于近年来实行了一年三熟制,第一茬种小麦,光能利用率为0.4—0.5%,亩产800—1000斤;第二茬种玉米或高粱,光能利用率为0.3—0.4%,亩产300—400斤;第三茬种谷子或豆子,光能利用率为0.2—0.3%,亩产300—400斤,三茬总光能利用率达0.9—1.2%,全年亩产1400—1800斤,单产比过去有了大幅度的提高。今后,随着科学技术的发展和生产条件的改善,人们不但可以培育出高光效的作物品种,而且可以通过其他先进的农业技术措施,如使用二氧化碳发生器来提高田间二氧化碳浓度等,提高光合效率,从而大大提高作物产量。

二、光照长度

光照长度是指一个地方日出至日没之间的可能日照时数,即可照时数,简称日长或光长,以小时表示。日长是随季节和纬度的不同而变化的。在北半球,一年中以夏季光照时间较长,“夏至”那一天最长;冬季光照时间较短,“冬至”那一天最短。夏半年日长随纬度的提高而增加,冬半年则随纬度的提高而缩短(图1和附录I)。不同纬度、不同月日的可照时数,可从

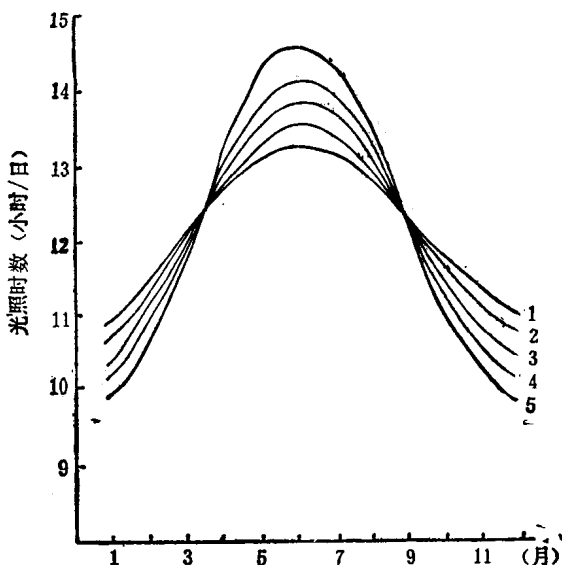


图 1 不同纬度的光照变化曲线

1 北纬 20° 2 北纬 24° 3 北纬 28° 4 北纬 32° 5 北纬 36°

附录 I 中查得¹⁾。由于该表在日期上每隔 5 天、在纬度上每隔 4 度列表,所以无论纬度或日期均是介于表中某二数之间,可采取内插法求算。

例如,查北纬 $38^{\circ}15'$ 处 7 月 8 日的可照时数,可按 $38^{\circ}30'$ 查表,它的相邻数如表 2, 内插求出 $38^{\circ}30'$ 处的可照时数为: 7 月 6 日 14.71 小时, 7 月 11 日 14.63 小时。再内插求出 7 月 8 日的可照时数为 14.68 小时。

表 2 可照时数

纬度 日期	纬度	
	36°	40°
7 月 6 日	14.46	14.86
7 月 11 日	14.39	14.77

1) 查表时, 纬度可精确到半度, 即 1—14 分不计, 15—44 分作半度, 45—59 分作一度。

在不同纬度培育出来的作物，由于长期生长在不同的日长条件下，形成了要求不同日长的生物特性，因而农业上常按它们通过光照阶段时，对每天日照时间长短的要求不同，把农作物划分为长日照、短日照和“中性”三大类”。

长日照作物：在日照时间较长（昼长夜短）的条件下，才能开花结实，如大麦、小麦、黑麦、燕麦、马铃薯、油菜、甜菜、蚕豆、豌豆、亚麻等。这类作物原产于寒带或温带地区，多为两年生，抽穗开花期在夏季。延长日照时间，可使开花期提前到来；缩短日照时间则会延迟开花期，甚至不能开花，只生长茎叶。

短日照作物：在日照时间较短（昼短夜长）的条件下，才能正常开花结实，如原产于热带和亚热带地区的水稻、玉米、高粱、红薯、大豆、棉花、苧麻、黄麻、大麻、向日葵、芝麻等。这类作物多为一年生，一般在秋季抽穗开花。因为秋季日照时间已明显缩短，使其形成了要求短日照的特性。缩短日照时间，可使这些作物的开花期提早到来；延长日照时间，则延迟开花日期到来，甚至不能开花结实，只进行营养生长而已。

中性作物：对日照时间反应不敏感，不论在长的或短的日照条件下，都能正常抽穗开花，如水稻中的早稻品种、特早熟的大豆品种、荞麦、四季豆、红薯、茄子、黄瓜等。这类作物，由于对日长的适应性强，只要其他条件适宜，在各地均可种植。

日长对农作物的影响，主要表现在能否通过光照阶段，由营养生长期进入生殖生长期，从而开花结实上。在实践中，若能注意日长与作物阶段发育的关系，就可以使引种工作易于

-
- 1) 一般以每天日照时间 12—13 小时为界限，要求长于这个界限的为长日照作物，要求短于这个界限的为短日照作物。对日长反应不敏感的称为中性作物。