

庄稼生长的气象条件

宁 宁

科学技术出版社

总号: 1135

庄稼生长的气象条件

编 者: 宁 宁

出版者: 科 学 技 术 出 版 社

(北京市西直门外大街)

北京市书刊出版业营业许可出字第901号

发 行 者: 新 华 书 店

印刷者: 北 京 市 通 州 区 印 刷 厂

开 本: $787 \times 192 \frac{1}{2}$ 印张: $1 \frac{1}{8}$

1959年12月第 1 版 字数: 23,400

1959年12月第1次印刷 印数: 1,855

统一书号: 13051·213

定 价: (7).1角1分

次 目

一、农业气象学是怎样的一門科学	(1)
二、庄稼成长的气象条件	(2)
三、太阳和庄稼成长的关系	(3)
1. 支持地球上生命活动的太阳	(3)
2. 阳光是怎样被扣留在地球上的	(4)
3. 阳光的强弱和持續時間对庄稼的生长有啥关系	(7)
4. 怎样更好的猎取阳光	(10)
四、土壤温度和庄稼成长的关系	(11)
1. 土壤温度的一般情况	(11)
2. 土壤温度对庄稼生长和发育有什么影响	(12)
3. 怎样調节田間土壤的温度	(14)
五、气温和庄稼成长的关系	(15)
1. 近地面层的空气是怎样发生冷暖变化的	(15)
2. 气温对庄稼成长的影响	(17)
3. 利用气温来预测庄稼未来生长状况	(19)
六、土壤水分和庄稼成长的关系	(20)
1. 土壤水分的来龙去脉	(20)
2. 庄稼对水分的要求是怎样的	(24)
3. 怎样調节农田水分状况	(28)
七、霜冻和低温同庄稼成长的关系	(29)
1. 霜冻是怎样发生的	(29)
2. 植物是怎样被冻坏、冻死的	(32)
3. 怎样預測霜冻将发生	(33)

一、农业气象学是怎样的一門科学

栽培庄稼缺少不了人們的劳动，决定庄稼成长的有四个必需而且不可代替的因子，它們是光、热、水和养分。其中阳光、热量以气温和土壤温度表示，水(土壤和空气中的水分)都属气象因子，它們也决定各地的气候、天气和农田的气象条件。

人类很早就关心天气和气候对于农业活动的影响，并且揭露了許多农作物和天气及气候間的关系。在我国揭露农业和气候間关系之一的，就是千百年来我們所采用的二十四节气。

农业气象科学研究的是庄稼、果树、蔬菜以及牲口等的生存和生活的气象和气候条件，并研究它們間相互的作用。

农业气象学的主要目的，是要解决如何合理的利用天气和气候条件，从而获得高额而稳定的产量。

所以，农业气象研究工作的基本任务，是研究庄稼生存和发育的气象条件，形成的規律，并且进而判断气象条件对庄稼生长、发育和收获等的影响。

在找到庄稼生长、发育、收获等与气象条件間的規律后，我們就有可能来采取措施，以保証达到高额而稳定的丰收。

要达到这个目的，农业气象学的内容应包括：庄稼生长、发育与气象条件关系的研究，农业气象观测方法，和农业气象预报。

在我們这本小册子里，我們只介绍庄稼生长和发育与气象条件的关系，而且重点的介绍庄稼成长三个必需而且不可代替的气象因子(光、热和水)与庄稼的关系。

二、庄稼成长的气象条件

空气和食物是人类生存的基本条件，而光、热、水和养分是庄稼生活的基本条件。

庄稼从播种到成熟，整个“一生”中包括了发育和生长两个过程。发育过程，是指细胞内含物必要的质变和器官形成过程，例如从种子到发芽这样一个过程。生长过程，是指庄稼重量和体积增加的过程。不论发育过程或者生长过程，都是和外界周围环境有密切关系的。

植物的发育过程有两个阶段：“春化阶段”和“光照阶段”。在这两个阶段中，植物对外界环境的要求，各不相同。

庄稼播种后，首先要经过春化阶段。在这个阶段中，最重要的外界环境条件，就是要求一定范围内的温度和湿度。拿冬小麦为例，除了需要一定的湿度外，温度的范围是0度到10度（摄氏表，以下所用温度均同）之间。假如冬小麦从播种开始，都是在稍为暖和如高于10度的情况下生长，由于没有很好的经过春化阶段，虽然也能发芽、生长，但是最后却不会结实。

庄稼的“一生”经过了春化阶段以后，跟着就是经过光照阶段。在这个阶段中，昼夜的长短，也就是日照的长短，就关系到庄稼的开花迟早和盛衰，以及根块的大小。例如在光照阶段中，小麦是要求昼长夜短的，白昼愈长，小麦就开花愈快，生长期也愈短。由于春天以后，北方比南方更是昼长夜短，所以北方的小麦比南方生长得快。棉花在光照阶段的要求，和小麦正相反，是要求昼短夜长：白昼愈长，棉花的生长期也愈长。

由此可见，要庄稼生长得好，除了养分（包括肥料）外，在发育的不同阶段中还要求有一定量的光、热和水分。

光、热和水分是气象因子。这些气象因子是植物生活所必需

条件之一，也是植物生活基本因子之一，这些因子在植物生活中，具有同样的重要性和不可代替性。

没有水，庄稼要生活是不可想象的。沙漠所以荒蕪，主要就是缺乏水。没有热量，植物体内全部的生物的和化学的变化过程，就不能很好的进行。如在冰窖里种子不能发芽，冰雪复盖的山頂和沙漠一样成为不毛之地，主要原因是那里热量不够。光在植物生活中，它所起的又是另一种作用。光线被植物的叶绿体吸收时，它参加了光合作用的过程，将来自空气中的二氧化碳，和来自土壤的水分，制造成复杂的碳水化合物、蛋白质和脂肪。叶绿体好象是植物制造上述各种有机化合物的車間和車床，而光线是它們开动机器的动力。

应该說明的，庄稼在整个“一生”中，是受着各种气象因子的綜合影响的。只有在各种因子很好的結合之下，庄稼才能正常的生长和发育，从而才能在收获期获得高额的产量。例如春播禾谷类的作物，在抽穗和灌浆期需要暖温的天气以利于开花和灌溉，而在庄稼成熟期，日光和气温是特別重要的。就我国稻作来講，夏季的炎风暑雨，是保証丰收的天气。

三、太阳和庄稼成长的关系

1. 支持地球上生命活动的太阳

太阳光热是支持地球上生命活动的最主要的源泉。如果没有太阳的光热，地球上就根本不可能有生命活动，更談不上种庄稼了。

在太阳的光热作用之下，地球上的水分才可能不断的循环：海洋上和江河上的水因受热而蒸发、大气因热而发生不停的运行，将水汽从一地帶到另一地方，从而天气就不断的发生变

化，并产生了风、霜、雨、雪等大气现象。有了水和水汽，有了光和热，庄稼才有可能将由土壤里吸收到的水及养分，和大气里吸收到的二氧化碳，在庄稼的躯体里制造复杂的有机物，制造人们的粮食和牲口的饲料。所以我们可以这样讲，农业生产过程，是通过人类的劳动，通过庄稼的“绿色车间”将太阳的光热(能量)，扣留在地球上。庄稼是太阳和地球的脐带。

太阳每天给予地球的能量是很多的，但是被地球扣留下来仅是其中的一小部分。地球通过两种主要的方法将太阳能量扣留下来，第一是水分的蒸发和大气的运行——产生了不断的天气变化，第二是植物的生长——产生了生命并养育了生命。

计算的结果，每年太阳给每亩土地的能量，相当于85匹馬力的工作量。如果每年每亩土地通过庄稼，扣留了太阳能量的百分之一到百分之五，就可以获得每亩丰产一万斤到三万斤的年产量。因此只要我们能很好的利用太阳的光和热，我们的年产量就可以不断增加的。每亩年产量超过了三、四万斤是完全有可能的。

因此，要获得高额而稳定的收获，首先要了解太阳的光和热对庄稼的关系。

2 阳光是怎样被扣留在地球上的

照射到地球上的阳光，其中有一半以上是被打回天空去的；剩下的一半当中，除一小部被大气本身所吸收外，大部分到达地面，被地面上的水分、土壤和植物所吸收。能到达地面的阳光，一部分将海水蒸发，变成水汽而进入大气，而大部分将地面(包括陆地和海面)烘热，温暖的大地，又反过来将复盖在它上面的空气烘热。所以空气主要不是直接由太阳晒热起来的，而是由地面将它烘热起来的。

阳光照射到，由植物的枝叶所构成的复盖层上，其中有一小部分穿过植物复盖层間的漏洞，到达地面，一部分又被植物的枝子和叶子反射回去，只有一小部分被植物吸收。

植物主要是通过叶子来吸收阳光。說得明白些，阳光是被叶子里的叶綠体所吸收的。

植物由根部吸收了土壤中的水分和养分，同时吸收了空气中的二氧化碳，这些原料运进叶綠体中，在阳光作用之下，才能制造出复杂的有机物、碳水化合物、蛋白質和脂肪。我們可以这样說，叶子好象厂房，在这厂房里的机器是叶綠体，生产原料是水分、养分和二氧化碳，阳光是开动机器的动力，生产产品是枝、叶、干、根和种子。这个奇特的工厂，是白天开工，晚上停工的。很遺憾的，这种工厂是很浪费的，因为它只能利用所供应的太阳能量的百分之二到百分之五。

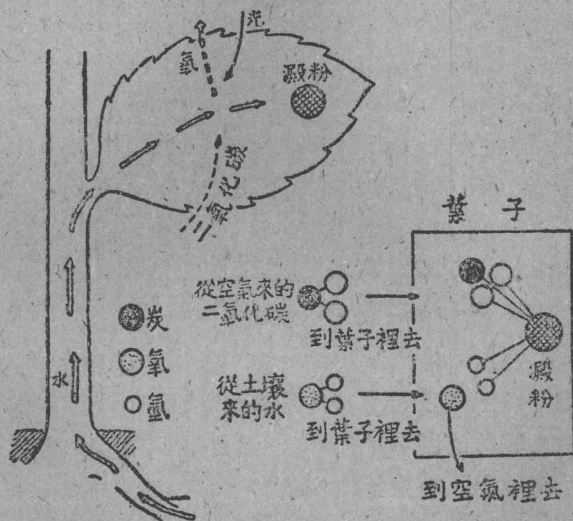


图1 一个奇特而不声不响的工厂——二氧化碳和水在叶子里的变化图

植物生长过程中，虽然仅仅能利用供給它的小部分太阳能，但是植物在其全部生活过程中，都要利用太阳能。沒有温暖的土壤，种子不能发芽。正在发芽的种子，受着其周围土壤热量的影响，从幼苗开始，直到开花結实为止，庄稼为了枝叶茂盛，为了花开結果，为了全部綠色軀体的生长以及金黃色的果实累累，为了制造全部的有机物質以供应人类的需要，都需要太阳的光和热参加工作。（表1）

表1 各种植物光合作用的昼夜产品量

（每平方米受光良好的叶面所分解的二氧化碳）

植 物	光合作用的昼夜产品量（克）
燕 麦	17.0—24.9
甘 蓝	15.5—19.5
食 用 甜 菜	11.1—19.5
花 椰 菜	17.2—19.6
冬 油 菜	19.1—20.7
西 葫 蘆	18.1—18.7
豌 豆	17.7—21.1
番 茄	13.3—17.8
亚 麻	14.5—20.9
四 季 薯 蓣	19.0—12.0
黄 瓜	6.1—13.3

（采自彻斯諾科夫著“植物的二氧化碳施肥”）

所以，在所有的气象因子当中，太阳的光和热，对植物的生长和发育，是起着最直接和最大影响的，阳光直接参与在植物体中有机物質的制造过程以及水分循环和蒸发过程、土壤和空气的增热过程。在植物的生活过程中，阳光不仅影响着它的生理过程的进行，并且直接和間接的决定了光合作用的产品的質量和产量。

3. 阳光的强弱和持续時間对庄稼的成长有啥关系

关于阳光的热效应，在这里暂且不談；现在仅就阳光的强弱和光照持續的长短，对庄稼的影响，做简单的介紹。

阳光的强弱对庄稼的生长过程中，对庄稼綠色躯体在累积有机物質过程中，有着极其重要的意义。不論阳光的不足，或者过多，对庄稼的发育和生长都是有害的。

庄稼的綠色躯体和深埋在地下的根部，在累积有机物質的过程中，随着光的强度的增加，庄稼有机物質的积累过程的速度也随之增加，具体表现在于整个植株的体質和重量增加。但当阳光的强度由小

变得越来越大时，有机物質积累，并非相应的越来越快，而是越来越慢。当阳光的强度越过一定限度时。由于过于强烈，反而会引起叶綠素的分解和破坏，导致庄稼失掉綠色甚至死亡。

阳光不足对庄稼的生长和发育起着不良的影响，最显著的表现就是促使植株伸长，躯干組織的韧度和弹性降低，根系发



图2 上图中右图是生长在阳光里的茎的体形，左图是生长在黑暗中的茎的体形，数目字是注明茎节間的距离

育也相应的减弱，穗量和茎秆坚固性間正常的对比关系被破坏；总之这种发育不正常的虚弱状态，是促使倒伏的主要原因之一，也是导致收获减少的原因之一。这种现象最常見于多雨的夏天里(图2)。

在許多情况之下，阳光的强弱影响到产品的质量。很明显的，久阴的天气里，西瓜、甜瓜、南瓜和甜菜含糖量大大的减少而不香甜。只有在阳光充足的晴天里，才能出产又香又甜的瓜果。就是在同样的天气条件之下，向阳坡上的烟草或牧草，瓜果和葡萄，一般來說品質都比背阳坡上的好，原因就在于此。

在这里應該說明的，并不是所有的植物和庄稼，对阳光强弱的要求都是一样的。根据对阳光强弱要求的不同，大体上可将植物分为两类：喜光植物和喜阴植物。

喜光的植物例如樺和松树等，它們共同的特点是粗厚的树皮，不怕霜冻和强烈阳光的灼伤。喜阴的植物例如云杉和山毛樺正是相反，它們树皮光滑而細，容易受霜冻和阳光的灼伤。

除了阳光强度以外，昼夜的长短对庄稼的生长和发育，也有极大的影响。

昼夜的长短对庄稼的影响，最显著的是表现在庄稼进入开花期的快慢，以及根块形成的大小。此外，不同的光照长短，还能引起庄稼的其他变化，例如由直立茎变成葡萄茎等。

根据对昼夜长短要求的不同，可将庄稼分为两类：一类要求白昼很长的植物，称为长日照植物；另一类要求黑夜长的植物，称为短日照的植物。

长日照的植物，白昼愈长开花愈快，相反的在白昼愈短的情况下，停止开花，或者迟迟不开花，或者开花不盛。属于这一类的庄稼有小麦、大麦、豌豆、芥菜、油菜、甜菜、蘿蔔、洋

葱、大蒜等。

短日照的植物，在夜間越长白昼越短的情况之下，开花越快，越盛，根块也結得越好。属于这一类的庄稼有玉米、高粱、棉花、黄瓜、蕃茄等。

在这里应该說明的，有的作物不同品种对昼夜长短的要求也不同，例如水稻。此外同一种作物在不同时期里，对昼夜长短的要求也不同。例如馬鈴薯在开花的时期要求昼长夜短，在块茎形成时，要求昼短夜长；要解决馬鈴薯这种特殊性格的要求，就是采用培土的方法。培土的主要意义，就是用人工的办法，使茎的下部制造黑暗，帮助大量块茎的形成(图3)。

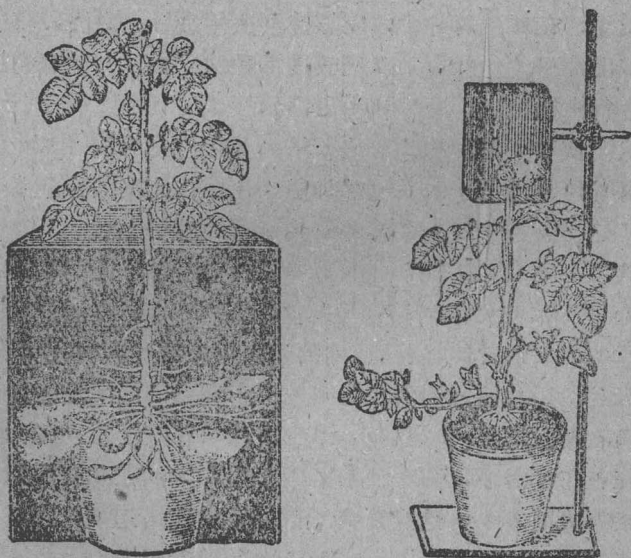


图3 馬鈴薯块茎在黑暗中的形成，右图表示空中块茎的形成

4. 怎样更好的猎取阳光

从上面所講的，可以看到阳光和庄稼有很密切的关系，关系到庄稼的生长，产品的质量 and 产量。因此要获得高额而稳定的丰收，首先要充分而且合理的利用阳光。苏联著名的农业科学家季米里亚节夫说过：“农业就是猎取阳光，而农业学就是研究夺取生命源泉——温热——之最好方法的科学”。又说：“每一分不曾照射到绿色植物上边的阳光，都永远是人类的损失”。

怎样充分的，合理的利用阳光，已经提到每个农业工作者的日程上面来！我们应开动脑筋，想出种种方法，来改善阳光的利用和增加太阳能的积蓄。

首先，在耕种的时候，应该想办法用最好的方法，将庄稼配置在田地里。这就要求我们改进播种的方法。例如有的庄稼采用窄行距播种法，可以获得更高的产量；有的适用于“十字”播种法，使种子播种均匀，这样植物互相遮掩的情形大大减少；有的作物适用于四角形窝种法，庄稼彼此按某种距离分组窝种，这样有利于阳光很好的射到所有的叶子上。

其次，要注意播种行列的方向。由于播种方向的不同，植物的光照条件也大有变化，尤其是当植物还小、没有能将行距全部遮掩起来的时候，播种行列的方向关系到产量的高低很大。一般来说，播种的行列南北走向的比东西走向的产量较高。

南北走向的行列，阳光从早到晚照射在整个行列的幼苗上。在正午的时候，阳光直射各行上边，尤其在北方的地区，由于正午太阳不高，这时植物能部分互相遮掩起来，因而可使中午不致过于干热。总之，南北走向的播种行列，对植物光和热的条件的要求比之东西播种行列的要合适些。

东西走向的播种行列，由于早晚太阳的高度角低，促使相

邻植株影子互相遮掩；在中正时分，光照的条件虽得到改善，但相应的增高旱热的程度，总之，东西走向的播种行列，光和热的条件，对庄稼来说一般是不太合适的。

在这里应该说明的，在夏季高温的地区，例如南方，东西走向的播种行列，虽然光照的条件不很理想，但是这样可以减低温度，对于怕热的作物就应采用这样的播种行列。在苏联南部，东西播种的棉花是获得最高收获的。

此外，不同作物混合密植方法，是个很好利用阳光的方法。例如玉米和南瓜，甘蓝和南瓜，番茄和葱等混合密植，都可以增高单位面积的收获量，并且可以大大减少杂草的繁殖。

四、土壤温度和庄稼成长的关系

1. 土壤温度的一般情况

射到地球上来的太阳光，一半以上是被打回天空去，剩下的一小半中，除了很少的一部分被空气吸收外，大部分被地面所吸收。

被地面所吸收的太阳光，一部分用来蒸发海洋里和土壤里的水分，另一部分是用来维持土壤的热量，使土壤保持着一定的温度。

土壤温度对庄稼的生长有极大的影响，因为种子的发芽，和根系的生长和发育都是在土壤中进行的；此外根系所吸收的营养，也来自溶解在土壤水分中的矿物质和有机物质。所有这一切都关系着庄稼能否正常的生长和发育，关系着产量和产品的质量。

土壤上层的温度高低，决定于土壤本身的热力特性，此外还决定于地形、方位以及复盖在土壤上面的植物状况等因子。

大家知道：湿土和干土不同，被太阳晒后，前者增热得慢，后者增热快；在夜间里湿土冷得慢，干土冷得快。总之湿土比干土温度变化得慢，而且变化小。同样的，粘土温度比砂土温度也变化得小而且慢。

土壤的颜色深浅和土壤温度也有一定的关系，颜色深的土壤比颜色浅的土壤，白天温度高，增热速度也快。

地形和方位也影响到土壤的温度。一般来说，白天里南坡的土壤可比北坡高出5、6度。西坡的土壤虽然没有南坡那么高，但是一般都比东坡和北坡温度高。

土壤上面植物状况，和土壤温度也有很大的关系。由于植物的枝叶阻止阳光射到地面，所以在温暖的季节里，植物愈茂盛，其下的土壤温度愈低，变化愈小。一般来说，休闲地的土壤比耕地温度高出5、6度以上。

积雪的深浅影响到土壤的温度，因为雪本身是不容易传导热量的，所以雪本身好象棉被一样，保护着土壤使温度不至于猛烈下降。

以上都是指土壤上层的温度状况。至于下层土壤温度的状况，就比表层来得简单。一般来说，愈是深处的土壤，温度的变化愈慢愈小；愈是湿的土壤，变化也愈慢愈小，愈是深处的土壤，上下相邻两层之间的温度差别愈小；例如在正午时候，表土和5厘米深处的土壤温度差别大到20到25度，但是5厘米处和10厘米深处的土壤，温度差别仅1到5度。

一天之间，表土最热约在下午一、两点钟的时候，最冷约在日出前后的时候。

2. 土壤温度对庄稼生长和发育有什么影响

大家知道：只有当土壤温度达到一定高度的时候，种子才

能发芽，幼根才能发育，幼苗才能出土。各种庄稼的种子发芽和出苗，所需要的最低的温度各不相同。

当土壤温度，低于种子发芽所要求的温度时，种子是不会发芽的。当土壤温度高于发芽所要求的最低温度时，发芽就快，而且温度较高，发芽愈快，但是当土壤太高时，发芽反而愈慢，甚至最后不会发芽。（表2）

表2 种子发芽最低、最高、最适宜温度

作物	土壤温度(摄氏)		
	最低温度	最适宜温度	最高温度
小麦 黑麦 燕麦	1—2	20—25	28—32
粟 玉米	8—10	25—35	40—44
水稻	12—14	30—32	36—38

土壤温度不但影响到种子能否出芽，关系到发芽所需时间的长短，而且影响到根系发育的状况，并且关系到播种到出苗时间的长短。例如小麦，当土壤温度1到2度时，发芽需要15到20天；在5到6度时，仅需6到8天；在9到10度时，就缩短到5天。此外，温度增高也促使出苗的时间缩短；例如当种子复土深度的温度是5度时，小麦出苗的时间需要18到20天；当温度是25度时，出苗时间仅需4天。

一般來說，温度增高，幼根发育也比较好，生长得比较长；因为只有在这种情况下，根系比较活跃，才能很好的吸收水分和溶解在水中的养分。但是，并非土壤温度无限制的增高，对根系的发育都有利；实践证明出苗以后土壤温度不太高，对根系的发育生长是比较有利的。

庄稼分蘖节处的最低土壤温度，关系到冬作物能否安全过冬很大。例如各种麦类分蘖节处，所能耐受的最低温度各不相同。

同。最能耐寒的冬黑麦，在良好锻炼条件之下，分蘖节处能忍受零下25到30度的严寒；至于小麦，一般仅能忍受零下14到17度的低温。

土壤冻结对庄稼为害很大。由于土壤冻结，根系和土壤冻结在一起，而土壤中孔隙里的水分，因为冰冻体积增大，导致根系和冻土一起向上掀起，产生根断的现象。此外，当春季气温增高后，植株地面部分生命活动已开始，极需从根系得到水分和养分；但是由于地下部分尚处在冻结状态，水分和养分供应不上，结果庄稼受害很大，有时甚至导致死亡。

土壤温度除了直接影响到庄稼的生长和发育外，还影响到土壤细菌的活动（这是土壤中有有机物质的分解）以及各种养分溶解在水中的强度和速度，这些都能间接影响到庄稼的发育和生长的。

3、怎样调节田间土壤的温度

土壤温度影响到庄稼的生长很大，而且也很复杂，因此应尽可能的想办法，来调节土壤的温度。实践上调节土壤温度，主要是通过适当的调节土壤水分状态，以及空气状态来实现的。

简单易行的办法有下列几种：地面复盖法、种植防护林带、田间积雪、种植屏障作用的植物、采用壟作方法等，都能达到调节土壤温度的目的。

地面复盖法，适用于庄稼叶子，尚未能全部遮盖地面以前，利用腐殖土、泥炭、切碎的麦秆、草木炭、煤末等撒在表土上面，都能达到增高土壤温度的目的。

有了林带防护后，土壤温度一般都比裸露地温高两、三度。没有林带防护，可种植生长快而高的作物，来作为蔬菜瓜果的