

农业气象基本知识



GYEQIXIANGJIBENZHISHI

天津科学技术出版社

农业气象基本知识

臧元群

天津科学技术出版社

农业气象基本知识

臧元群

★

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道124号

天津新华印刷二厂印刷

天津市新华书店发行

★

开本787×1092毫米 1/32 印张 3 字数 58,000

一九八〇年八月第一版

一九八〇年八月第一次印刷

统一书号：13212·17 定价0.27元

前 言

农业的最大特点之一，就是它的生产过程，几乎全部在自然界中进行，气象条件的变化，直接影响到农作物的生长发育和各项农事活动。因此，农业生产和天气、气候以及土壤水文等，关系十分密切。农业气象就是研究它们之间的相互关系的科学。农业气象介于农业和气象二者之间，是一门边缘科学。

为了促进农业生产发展，争取早日实现我国农业现代化宏伟目标，向广大农民、农村干部、农业技术人员以及知识青年提供科学技术知识，我们编写了《农业气象基本知识》这本实用普及读物。

本书内容，包括基本农业气象条件和农业生产的关系；主要农业气象灾害及其防御措施；常用农业气象项目的简易观测方法等三个主要组成部分，并附有必要的图表。

本书以华北地区农业生产和气象特点为基础，概括阐述了农业气象方面的浅显易懂的基础理论和简便易行的基本方法。本书适合广大农民、基层干部、知识青年、农业技术人员，四级农科网、气象站、哨、组的成员和农业中学、农业技校师生等参考。

由于水平有限，书中可能存在不少缺点和错误，欢迎读者批评指正。

作 者

一九八〇年四月

目 录

气象条件与农业生产	(1)
一、光照	(1)
二、温度	(6)
三、水分	(13)
农业气象灾害及其防御	(21)
一、干旱	(21)
二、涝灾	(26)
三、风害	(28)
四、冰雹	(31)
五、霜冻	(34)
农业气象简易观测方法	(40)
一、气象观测	(40)
二、物候观测	(59)
三、墒情测定	(65)
四、测水、泥温	(67)
五、试验调查	(68)
附录	(71)
一、二十四节	(71)
二、简便查算	(74)

气象条件与农业生产

农、林、牧、渔各业，特别是农业生产，均要求在一定的外界环境条件作用下进行。环境条件包括很多，主要是光、热、水、土四个方面。它们相互依存，相互制约，但不能相互代替，而是辩证地对农作物产生综合作用。其中光照、温度、水分等基本农业气象条件的存在和好坏，对农业的组成、布局、种植制度和产量的影响很大。

一、光 照

太阳给大地带来了光和热，使万物得以生存、成长，俗话说，“万物生长靠太阳”，充分说明了作物和阳光之间的密切关系。阳光是植物光合作用的能源，“绿色工厂”的动力。在作物生长发育过程中，从出苗到成熟收获，都需要有一定的光照条件，进行光合作用，制造有机物质。人类吃、穿、饮的东西，如：米、面、糖、果、菜、棉、茶等等，就是光合作用的产物。一般说来，光照充足，农作物生长发育好，产量高；光照不足，农作物生长不良，产量较低。由于太阳光照射时间、强度、成分的不同，对农业生产的作用也就不一样。

（一）光照时间

光照时间，就是每天从日出到日落，太阳光直接照射的时数，即可照时数，简称光长或日长，以小时表示。光长是

随季节和纬度的不同而变化的。在一年中夏季光照时间较长（夏至日最长），冬季光照时间较短（冬至日最短）。在北半球，夏半年光长随纬度的增高而延长，冬半年则随纬度的增高而缩短。

由于各种作物的原产地不同，它们长期生长在不同的光照条件下，形成了要求不同光长的特性。但作物对光长的反应，在它整个生育期内是不一样的，而是在它的某一发育阶段（光照阶段）对光长有反应，这种现象称为光周期现象。根据作物对光长的要求，可分为三类。

长日照作物：这种作物在光照阶段，一般要求每天日照时数大于12—14小时，才能顺利开花。日照越长，开花期越提前；在昼短夜长的条件下，则延迟开花期，甚至不能开花，只长茎叶。小麦、大麦、黑麦、燕麦、马铃薯、油菜、甜菜、蚕豆、豌豆、亚麻等原产温带和寒带的作物多属此类。

短日照作物：与长日照作物相反，这种作物在光照阶段，一般要求每天日照时数小于12—14小时，才能开花，日照缩短，开花期提前；在昼长夜短的条件下，则停止或延迟开花结实，只进行营养生长而已。水稻、玉米、高粱、甘薯、大豆、棉花、芝麻、蓖麻等，原产于热带和亚热带的作物均属此类。

中性作物：对光照时间反应不敏感，不论在长的或短的日照条件下，都能正常抽穗开花。如黄瓜、蕃茄、茄子、荞麦及特早熟水稻、大豆品种等属此类型。这类作物对光照适应性强，只要其他条件适宜，各地均可种植。

总的说来，北方品种多数要求光照时间长，南方品种则

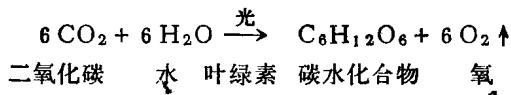
有要求光照时间短的特性。

引种工作能否成功，除受其他条件影响外，光照是一个重要因素。一般说来，在纬度相近的地区引种，由于能满足作物对光照的要求，因此成功率较大。若将长日照作物引入低纬度地区，或将短日照作物引入高纬度地区，都会由于不能满足对日照条件的要求而延迟成熟，甚至不能抽穗开花和结实，使引种失败，给农业生产带来损失。所以，在引种前必须了解所引品种的特性，当地与原产地的光照条件是否基本相同，注意了这一点，才能使引种工作易于获得成功。例如，小麦分蘖至拔节初期是光照阶段的敏感时期，光照在12小时以上才能顺利抽穗开花，少于12小时，抽穗开花期会延迟，甚至不能抽穗。一些杂交高粱品种，当日照少时，往往引起小花不育，不能结实。再如，北方栽培甘薯一般情况下不开花，如阴雨天气较多，日照少，或人工培育，减少光照时，也可开花结实。

（二）光照强度

光照强度通常是指太阳光照射的强弱程度，简称光强。光强是随天气、时间与季节而变化的，晴天光照强，阴天光照弱，一天之中，早晚光照弱，中午光照强；一年之中，夏季光照较强，冬季则弱；此外，不同地势，不同坡向光强也不一样，即高原比平原、高地比洼地、南坡比北坡光照强。

光照强度大小，直接影响作物光合作用的强弱。光合作用是作物最重要的生理过程，是作物生长发育和产量形成的基础。在光合作用中，作物叶子里的叶绿素利用光能，将二氧化碳和水合成碳水化合物——糖和淀粉。



可见，在有光照的条件下，叶绿素方能进行光合作用。光合作用强弱，在很大程度上取决于光照的强度。在一定光强范围内，光合作用的强度，是随光强的增强而增加的，因而制造和积累的营养物质也随之增多，到一定程度时，光强再增加，而作物的光合作用不再增加，这种现象为光饱和现象，这时的光强称“光饱和点”。相反，光强减弱，光合作用强度也减弱。当光强减弱到一定程度时，作物就不能正常的进行光合作用，继续积累营养物质，这时的光强为“光补偿点”。

各种作物对光照强弱要求是不一样的，大部分作物喜光，为阳性作物。阳性作物在较强的光照下，才能正常生长发育。也有喜阴的作物，为阴性作物。阴性作物在较弱的光照下才能正常生长发育。

（三）光照成分（光谱）

在太阳辐射中，人们看得见的光有红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种单色光，还有看不见的红外线和紫外线。作物体内的叶绿素，能吸收大量的红、黄、兰、紫色光线，其中以吸收红光为最多。不同种类的作物特性不同，对光照成分要求和反应也不相同。例如，水稻、小麦、玉米等作物，在红、橙光的照射下，能迅速生长发育，而且早熟。黄瓜在红、橙、黄光的长期照射下，植株营养体小，产量低；在蓝、紫光的照射下，则形成大量的干物质，产量较高。

太阳辐射中的红外线主要是产生热效应，使土壤、水分和空气增温；紫外线能约制作物徒长，杀死病菌，并能促进种

子萌发和果实成熟。如播种前晒种（或紫外线照射），可提高发芽率。果实成熟期间，在紫外线含量较多的光线照射下，果实含糖量增多，所以向阳果子比较香甜。相反，紫外线光少，果实含糖便少。但对生姜、芹菜、韭菜、茶及纤维作物来说，紫外线减少，品质可提高。所以有“云雾山中出名茶，姜韭多栽瓜棚下”之说。

（四）光能利用

在我国特别是北方，光能资源非常丰富。华北地区日照时间长，光照强度大。但是，目前农作物对光能利用率还是很低的，一般只有0.1—1%，平均约为0.5%，在最有利的条件下，也只达5%。我国著名的气象学家竺可贞曾指出，如把光能利用率提高到2.6%，则华北地区水稻最高产量将为每亩2500斤。所以，从基本气象要素——光照角度看，增产潜力是很大的。

目前，光能利用率不高的原因，主要是因反射、漏射和浪费所致，即一部分光线被作物反射掉，一部分光线通过作物株行间和叶隙，漏射到土壤中去，未能被作物吸收；另一部分是有时超过作物“光饱和点”的光能无法为作物利用，而白白浪费掉；再一方面的原因，就是在不适宜的环境条件下或不良的生理状态下，作物光合作用的器官未能发挥应有的作用。如水肥不足、温度过高或过低、CO₂浓度小、作物叶片受病虫害或过早衰老等，都直接影响光合作用的进行。

提高田间光能利用率的主要途径，应从空间和时间两方面来考虑。在空间方面，要有合理的群体结构，使作物叶子最大限度地吸收到达地面的太阳光能，减少反射、漏射的消耗，减少作物顶层光强超过“光饱和点”与底层光照不足的

矛盾。采取农业措施，合理密植、间作、套种，利用不同作物的株型高矮，喜光程度，分层次，分季节合理搭配作物，构成复合群体结构。选育光合作用强，生长期较短，株型紧凑的优良品种。在时间方面，充分利用生长季节，尽量做到一年中大部分时间都有作物生长，如两年三熟、一年两熟和一年三熟。育苗移栽，适时早播，早春晚秋栽培耐寒作物，以延长生长季节，增加田间绿色覆盖时间，充分利用太阳光能，提高单位面积产量。

二、温 度

冷热程度，称温度。温度，是植物生长发育不可缺少的主要气象要素之一，是作物光合作用的动力，是限制作物生育的主导条件。群众从实践中总结出“该热不热五谷不结，该冷不冷不成年景”的谚语，说明了作物收成与温度的关系。了解和掌握温度的变化规律及其对作物的影响，有利于合理种植和有效地利用农时。

在气象上，温度主要分气温、地温两个方面，单位统一用摄氏度（℃）表示。

（一）气温

1. 气温的变化对农业生产的影响：空气的冷热程度称气温。气温是经常变化着的，一日之中气温的变化叫日变化，在正常情况下，气温的日变化是很有规律的。通常从日出开始，气温逐渐升高，到下午两、三点钟（冬季为下午一、两点钟），达到一天内最高温度，然后气温又逐渐降低，日出之前是一昼夜中温度最低的时间。一日内最高和最低温度之差，称为气温日较差。它可以影响作物的生长发育

速度、营养物质的积累、产品质量和产量等。大部分作物要求的气温，白天在 22°C — 32°C ，夜间在 12°C — 20°C 之间。这样的温差，既有利于光合作用积累有机物质，又有利于降低呼吸作用，减少有机物质消耗，使糖分、蛋白质的积累较快、较多。因此，在作物生长期，在一定的温度范围内，气温日较差大的地区，一般作物籽实饱满，品质较好。群众经验有：“白天热夜间冷，一棵豆打一棒”，就是这个道理。

一年之中，气温的变化称年变化。一般一月份最冷，七月份最热，最冷月与最热月平均气温之差，叫气温年较差，其具体差别各地都不相同。下面是北京、天津、石家庄、太原、呼和浩特的气温情况（表1）。

表1 各地气温情况

要素 \ 地点	北 京	天 津	石 家 庄	太 原	呼 和 浩 特
年 平 均 气 温	11.6	12.2	12.8	9.3	5.6
一月份平均气温	-4.7	-4.2	-3.1	-7.0	-13.5
七月份平均气温	26.0	26.5	26.7	23.7	21.8
气 温 年 较 差	30.7	30.7	29.8	30.7	35.3
极端最高气温	40.6	39.6	42.7	39.4	37.3
极端最低气温	-27.4	-22.9	-26.5	-25.5	-32.8

同时在气象上，常以温度情况来划分四季，一般用候（五天）平均气温小于 10°C 为冬季，大于 22°C 为夏季， 10°C — 22°C 之间为春、秋，用这个标准可以具体划分各地区的四季。四季变化不仅影响农作物、林业、畜牧业，而且和渔业

生产关系更为密切。例如对虾活动与季节变化，有着明显的规律性，在华北地区，每年春天，约四月底至五月初前后，对虾开始从黄海游到渤海西部海边，然后在各大河口处产卵、孵化，后搜饵成长，经夏季保护期（禁捕期），至九月初，对虾身长达15厘米以上，可以开始捕捞，于是秋季鱼汛期开始了。秋汛主要在渤海，具有地点、季节、虾群集中等特点，所以秋汛是捕对虾的黄金季节，胶州湾水深可捕至十一月下旬。当气温变冷，水温降到 15°C — 17°C 时，对虾游出渤海到黄海北部、朝鲜半岛南部，在60—70米水深处，沉入海底泥沙里面越冬至来年三月中、下旬。春天到了，醒来北上，经黄海逐渐游到渤海，时至四月底五月初，于是新的繁殖季节又到了。就这样随着季节的变化，对虾游来游去，孵化成长，循环往复，传宗接代。

2. 作物生长发育对温度的要求：各种农作物从种子萌芽到成熟，都要在一定的温度条件及其持续时间下进行。当温度和持续时间适宜某种作物生长时，它就生长发育得好，如果超过或不能满足它所需要的温度，那么它就不能生长发育，或者生长发育缓慢。

作物在进行光合、呼吸、蒸腾作用时，对温度都有一定的要求。一般认为光合作用的最适温度为 20°C — 30°C ，下限温度为 0°C — 5°C ，上限温度为 40°C — 50°C ；呼吸作用的最适温度为 30°C — 40°C ，下限温度为 -10°C 左右，上限温度为 45°C 左右。在进行蒸腾作用时，在一定的限度内温度越高，蒸腾作用越强。作物为了保持本身的一定温度，不断进行叶面蒸腾，以降低叶面温度，从而保证在强烈日光下进行光合作用不受破坏。如果白天有适宜的温度条件，光合作用

好，有机物质制造多，同时在夜间又有一定的低温条件，呼吸作用弱，有机物质消耗少积累量比较多，作物体积和体重的增加才比较快。所以，在 20°C — 30°C 的温度条件下，大多数作物才能进行良好的生长和发育。

具体说来，各种农作物均需在一一定的温度范围内进行生长发育，这个范围，分为最低温度、最适温度和最高温度三种，通常称它们为作物的三基点温度。其中最适温度是使作物正常地进行生长发育温度，最低与最高温度则是使作物开始生长和停止生长发育的温度，即作物的下限与上限温度，在作物生长期，如果出现了低于下限温度或高于上限温度的情况，就会使作物受害死亡，这种温度称为致死温度。

由于各种作物的原产地不同，其生长特性也不同，它们的三基点温度是不一样的（表2）。例如，水稻原产于热带，是喜热作物，其生长发育的最适温度为 25°C — 32°C 。而小麦原产于温带是喜温作物，其生长发育的最适温度为 20°C — 22°C ，比水稻低 5°C — 10°C ，其下限温度与上限温度也相差较大。

表2 稻、麦、玉米、棉花三基点温度

作物名称		下限温度	最适温度	上限温度
水	稻	10—12	25—32	36—38
玉	米	8—10	25—32	40—44
小	麦	3—5	20—22	30—32
棉	花	12—15	20—30	33—40

同一作物不同生育期，三基点温度也不一样，例如棉花

各主要生育期的最适温度，发芽期为 18°C — 20°C ，开花期为 25°C — 27°C ，吐絮期为 20°C — 30°C ，最低最高也有差别。

三基点温度的规律是：作物生长最适温度比较接近上限温度，特别是喜温作物更加明显；上限温度虽不很高，多数在 30°C — 40°C 之间，但在生长季节，这样的温度并不常见；下限温度比最适温度低的多，却远比上限温度常见。

在农业生产上，低温危害比高温危害多，所以一般都注意确定和采用下限温度指标。农业上常用下限温度，又称作物生长的界限温度，有 0°C 、 5°C 、 10°C 、 15°C 四种。

0°C — 0°C 表示农耕期，是指从春季温度达到 0°C 时开始至秋季降到 0°C 时止，在此期间，可以进行各种农业活动。

5°C — 5°C 早春作物和冬作物生长期，是指从早春达到 5°C 时开始至晚秋降到 5°C 时止的时期。

10°C — 10°C 喜温作物（如棉花、水稻等）生长期，指春季达到 10°C 至秋季降至 10°C 的时期。

15°C — 15°C 喜温作物积极生长期，指春季达到 15°C 至秋季降至 15°C 的时期。

在实际工作中，应具体统计当地历年稳定通过各种界限温度的始日和终日，同时对照不同作物的要求进行分析，作好农业气候鉴定。

作物的发育速度，在很大程度上受气温的影响，一般来说，气温越高，发育越快，但有些作物，有的发育阶段，必须有一定时间的低温，才能完成阶段发育。例如小麦春性、冬性、半冬性等不同品种，通过春化阶段，所要求的温度高低和时间长短是不同的，春性品种要求 0°C — 12°C ，需5—10天；冬性品种要求 0°C — 7°C ，需30—40天（半冬性品种

介于二者之间)。如果北方选用了春性品种,越冬期间一般容易冻死,若在南方引种了冬性小麦品种,在春化阶段达不到低温要求,通不过春化阶段。因此,只能根深叶茂,而不能抽穗结实,这一点在引种工作中需特别注意。又如,顶凌种春麦,早春种白菜、甘兰、萝卜等,才能开花结籽,而晚春或秋季气温较高时播种,则不能开花结籽,就是因为这些作物和蔬菜春化阶段需要一定的低温条件所致。

3. 积温及其应用:作物在完成某个或全部生育期时,需要一定的热量,这个热量通常用相应时段内逐日平均气温的累积值来表示,这个累积温度,就叫做积温。在农业生产上,积温应用很广泛,它是表示各地热量资源状况的重要指标,是引种改制和进行作物物候期预报的重要依据。积温一般可分为活动积温和有效积温两种。

(1) 活动积温:各种作物不同生育时期中,都有一个下限温度,也叫生物学最低温度或起点温度。这个下限温度一般是用日平均气温来度量的。低于下限温度时,作物便停止生长发育,高于下限温度时,作物才能生长发育。所以,把高于生物学下限温度的日平均气温值叫做活动温度,而把作物完成某一生育期或全部生育期内活动温度的总和,叫做活动积温。例如:棉花播种至出苗期间的生物学下限温度为 3°C ,在此期间某五天的日平均气温分别为 2.5°C 、 4.5°C 、 6.0°C 、 7.5°C 、 9.0°C ,其中 4.5°C 、 6.0°C 、 7.5°C 、 9.0°C 都大于 3°C ,均为活动温度,这些活动温度的总和(27.0°C),就是棉花播种后这五天的活动积温。

(2) 有效积温:活动温度与生物学下限温度之差,叫做有效温度,即对作物生育比较有效的那一部分温度。作物

某一生育期或全部生育期内有效温度的总和，叫有效积温。如上例 4.5°C 、 6.0°C 、 7.5°C 、 9.0°C ，分别减去下限温度(3.0°C)后，而得逐日的有效温度为 1.5°C 、 3.0°C 、 4.5°C 、 6.0°C ，这些有效温度之和(12.0°C)，就是棉花播种后这几天的有效积温。

(二) 地温

地温主要来源于太阳辐射，地温高低不但影响作物种子的萌芽、根系生长和吸收能力，而且影响土壤中有肥料的分解速度。

土壤白天增温，夜间冷却，一天中最高温度出现在下午一点左右，最低温度出现在早晨日出前，最高与最低之差，称为地温日较差。地温日较差，土壤表层大，深层小；空白地比作物覆盖地大。地温日较差大，对块根、块茎膨大生长有利。一年之中，地温最高出现在七、八月，最低出现在一、二月份，这种高低之差随土层深度增加而逐渐减小。所以，在冬季寒冷的地区，常常在地窖里贮藏蔬菜、水果等效果很好。

影响地温的主要因子，是土壤的物理性质、土壤含水量和土壤的色泽。沙土地升温快，为热性土；粘土地升温慢，为冷性土。土壤水分越多，升温 and 降温越慢，地温变化小；土壤中水分少，地温升降迅速，地温变化也大；深色土较浅色土地温变化大；疏松的土壤比紧实的土壤，地温变化大。

通过采取各种农业技术措施，可以调节农田土壤温度，促进农业生产发展。如：灌水、覆盖、中耕、作垄等都是调节地温的有效办法。此外，近年来施用土面增温剂，一般可提高地温 2°C — 4°C 。