

中等气象学校試用教科書

# 农业气象学

北京气象专科学校主編

农业气象专业用



农业出版社

中等气象学校试用教科书  
**农业气象学**  
北京气象专科学校主编

---

农业出版社出版  
北京老馆局一号

(北京市书刊出版业营业许可证出字第106号)

新华书店科技发行所发行 各地新华书店经售

农业出版社印刷厂印刷装订

统一书号 16144.1215

---

1961年9月北京制型

开本 787×1092 毫米

1961年9月初版

三十二分之一

1961年9月北京第一次印刷

字数 246 千字

印张 十又八分之三

印数 1—3,600 册

定价 (7)八角七分

# 目 录

## 緒論

### 第一部分 农业气象学原理

第一章 气象条件在植物生活中的作用 .....	5
第一节 植物的生活与气象条件的关系 .....	5
第二节 太阳光在植物生活中的作用 .....	10
第三节 温度在植物生活中的作用 .....	14
第四节 水分在植物生活中的作用 .....	19
第二章 农田小气候 .....	35
第一节 农田小气候形成的物理基础 .....	35
第二节 近地面空气层小气候 .....	47
第三节 土壤小气候 .....	55
第四节 植物小气候 .....	60
第五节 农田小气候的利用和改善 .....	70
第三章 大田作物与气象 .....	89
第一节 水稻与气象 .....	89
第二节 小麦与气象 .....	107
第三节 棉花与气象 .....	120
第四节 甘薯与气象 .....	130
第四章 蔬菜、果树与气象 .....	137
第一节 蔬菜与气象 .....	137
第二节 果树与气象 .....	156
第五章 农业上灾害性天气及其预防 .....	173

第一节	霜冻及霜冻的预防 .....	173
第二节	干旱及干旱的预防 .....	192
第三节	农田水涝灾及水涝灾的预防 .....	202
第四节	其他灾害性天气及其预防方法 .....	206
第二部分 农业气象服务方法		
第六章	农业气象服务的主要任务、形式和組織 .....	209
第一节	农业气象服务的主要任务及其服务形式 .....	209
第二节	农业气象服务的組織工作 .....	211
第七章	农业气象预报 .....	213
第一节	农业气象预报的意义及其主要种类 .....	213
第二节	农业气象预报的基本原则和方法 .....	216
第三节	物候预报 .....	218
第四节	农作物适宜播种期预报 .....	228
第五节	土壤水分貯存量和农作物灌溉期、灌溉量预报 .....	243
第六节	单站霜冻预报 .....	250
第八章	农业气象情报 .....	259
第一节	农业气象情报的目的、任务及其服务形式 .....	259
第二节	农业气象情报的内容与編制方法 .....	261
第九章	季节性农业气象服务 .....	272
第一节	春季农业气象服务 .....	273
第二节	夏季农业气象服务 .....	274
第三节	秋季农业气象服务 .....	276
第四节	冬季农业气象服务 .....	277
第十章	农业气候 .....	280
第一节	农业气候的研究任务与方法 .....	280
第二节	气候的农业鉴定方法 .....	284
第三节	农业气候区划方法 .....	305
第四节	农业气象年报与农业气候手册 .....	311

---

主要参考文献 .....	318
附录一 稻、麦、棉各生长发育时期所要求的农业气象条件 表 .....	320
附录二 全国或省(区)农业气象旬报情报表 .....	325

## 緒 論

### 一、农业与气象的关系

农业生产受自然条件影响很大。各种自然灾害的危害，是造成农业产量不稳定的重要因素。争取丰收，实际上是人向自然夺取农产品的一场激烈的斗争。农业生产具有强烈的地域性和季节性，它的劳动对象是有生命的有机体，生产活动又是大部分在田野里进行，干旱、暴雨、大风、霜冻、冰雹等灾害性天气都直接影响作物的生长和产量。而且农作物品种繁多，同一作物的不同品种对气象条件的要求也有不同，这就使农业与气象的关系更为密切和更加复杂。

农业生产的发展，耕作制度的改革，农业技术的改进，都与气象条件有着密切的关系。比如，将单季稻改种双季稻的措施，有的地区获得了显著的增产，但也有一些地区反而减产了。同一种措施，获得不同的结果就是因为忽略了水稻生长发育的气象条件。因此，在农业生产中，深刻地了解气象变化规律，摸清作物生长与气象条件的关系，是向大自然作斗争中争取主动权的重要环节。

光、热、水分和养分是农作物生长发育的必要条件，而其中光、热和水分都是气象因子。没有充分的阳光和热量，农作物就难以进行光合作用，很难生长发育；而没有水分，农作物就根本不能成活。

光、热、水分的情况，反映了一个地区的气候，天气，或者是田

間气候。上述改种双季稻的例子，也正说明了气候对于农业生产的影响；但是在农业生产中，仅仅做到了了解一般的气候规律和作物生长发育中的气象条件还是不够的。因为各年各季以至每一天的天气并不是完全重复出现，而往往是有很大差异的。所以，除了熟悉常年的气候规律之外，密切注意当时当地和未来的天气演变情况，特别是灾害天气，是极为重要的。除了大范围的气候、天气情况以外，小范围的田间气候与农作物生长的关系也相当密切，一冷一热和一干一湿对作物的生长都能带来很大的影响。

不难看出，要使农业生产得到丰产丰收，必须切实地研究和掌握各种作物在整个生长发育过程中“要什么天气，怕什么天气”的规律以及有利的气象条件和不利的气象条件，真正做到从不同地区、不同气候、不同作物、不同品种以及耕作措施等实际情况出发，瞻前顾后，全面安排农事活动，以便不违农时，充分利用和发挥天时地利的作用。而要准确地掌握和利用农时，还必须考虑到天气的突然变化，如大风、暴雨、干旱、霜冻和冰雹等自然灾害的袭击，并根据当地当时的具体情况，采取不同的农业技术措施。这就是农业气象学的主要课题。

## 二、农业气象学的目的与任务

农业气象学是研究作物和牲畜在生长发育过程中以及农业生产过程中所发生相互作用的气象条件、气候条件和水文条件的一门科学。它能帮助农业生产部门合理地利用天气和气候条件，以便获得农业的丰产丰收。农业气象学的基本任务是研究农业生产的气象和气候条件形成规律，根据农业的要求来鉴定这些条件，特别是鉴定气候和天气条件对农作物生长发育及产量的影响，找出这些条件在不同时间、不同地点发生变化的规律性，直接服务于农业生产。主要研究内容如下：

1. 系统地研究过去的、现在的和未来的气象条件对农作物生长发育和产量的影响, 以及对田间工作的影响, 找出各种作物的主要生育阶段所要求的农业气象条件, 以便为及时采取合理的措施提供依据。

2. 研究灾害性天气对作物的影响, 和防止灾害性天气的有效措施。

3. 研究田间小气候的规律性及其对农作物生长发育的关系, 并制定改善农田小气候的措施。

4. 根据不同地区的农业气候条件以及各种作物所要求的栽培条件, 为合理的培植作物进行农业气候区划。

5. 对农业气象观测方法、情报和预报方法以及农业气象仪器等进行研究。

为了完成上述任务, 必须在全国范围内建立农业气象站、哨网, 进行农业气象观测、农业气象情报和预报的服务, 开展农业气象试验研究工作, 紧密地为农业生产服务。

### 三、新中国农业气象科学的发展

我国农民几千年以来, 为了获得农业的丰产丰收, 在与“天”争粮棉中, 积累了丰富的农业气象经验, 一些古代书籍如神农书、汜胜之书、四民月令、齐民要术等不仅是很丰富的农业生产实践结晶, 同时也包括了极有价值的农业气象经验。这些经验, 直到今天, 对农业生产仍起着重要的作用。但是, 历代统治阶级对祖国这份宝贵的科学财产并不重视, 在解放前我国农业气象工作一直还是一个空白点。解放以来, 在党和政府的关怀领导下, 农业气象工作才迅速地建立与发展起来。

1953年建立了农业气象研究机构, 其后农业气象工作随农业生产需要而发展, 设立农业气象试验站, 建立农业气象观测网, 并



开展了农业气象情报和预报服务工作。

1958年农业生产的大跃进，带动了农业气象工作的大跃进，农业气象工作本着必须从农业生产需要出发，从农业生产方针与农业“八字宪法”出发，依靠全党全民，采取因时、因地、因需要制宜的原则，土洋结合，站哨并举的方针，在全国范围内开展了群众性的农业气象工作。在农业气象服务工作方面，结合我国具体条件运用了“四结合过两关”的农业气象预报原则和方法，进行农业气象预报以及农业气象情报和资料的服务。并且在全国范围内进行了农业气象综合调查，根据调查结果，开始了全国、省(区)和人民公社的农业气候区划工作。在为农业生产服务工作中，获得了一定的成绩。

解放以来特别是1958年大跃进以来，农业气象工作所以能得到这样高速度的发展，主要是由于党的正确领导。在国民经济以农业为基础的方针指导下，坚持了“以生产服务为纲”，“依靠全党全民办气象，提高服务的质量，以农业服务为重点，组成全国气象服务网”的气象业务方针。采取了总结经验与典型试验相结合的研究方法，做到了边试验，边提高，边服务，边推广，实践、认识，再实践，不断地验证与发展了农业气象研究成果。可以预期，随着农业科学的发展，农业气象学在为生产服务过程中，必然进一步提高与发展。

# 第一部分 农业气象学原理

## 第一章 气象条件在植物生活中的作用

### 第一节 植物的生活与气象条件的关系

#### 一、气象条件在植物生活中的意义

植物有机体与它所处的环境是一个不可分离的整体。在植物生长发育的全部生命过程中均受其生长地周围环境条件所影响；在植物和动物的影响下，植物的生长地环境条件也会发生变化。因此，植物有机体是在与周围环境条件矛盾统一的过程中进行生长发育的。

植物的环境，主要是气象条件和土壤条件。外界环境条件的变迁在很大程度上取决于气象条件的变化。在气象条件中，光、热和水分，是植物生活所必需的因子。这些因子的不同结合，就决定了一个地方的天气、气候和农田的农业气象条件。

天气条件不仅对农作物的生长发育和收成有极大的影响，而且还影响田间工作的进行与农作物病虫害的发生发展。在农作物生长期中，风和日暖、雨水调匀的天气，就有利于农作物的生长发育；但是，有些天气条件，如霜冻、大风、干旱、暴雨和冰雹，常使作物的收成遭到巨大的损失。在农业生产中气象和气候条件也影响作物的配置和栽培品种。因此，为了获得高额而稳定的产量，就必

須提高农业技术水平，利用有利的气象条件和改造不利气象条件的影响。

与植物全部生活过程联系极密切的是农田的农业气象条件。植物从播种、发芽、出苗到成熟、收获，均受田间农业气象条件的影响，而植物体的生长和田间的栽培管理措施，对农田的农业气象条件变化又起着很大的作用。因此，改善农田的农业气象条件，創造植物生长发育最为适宜的优良环境，是农业增产的关键之一。

可見植物有机体与气象条件总是在相互作用相互制约下存在和发展的。

在研究了气象条件与农业生产辩证统一关系的基础上，使我們有可能通过一系列的农业技术措施，改变农田的农业气象条件和土壤条件。因而使作物朝着我們所需要的方向改变其本性，达到提高产量和改良品質的目的。

## 二、植物生活的基本因子及其作用

植物生活的基本因子是光、热、水分和养分。这些因子对于植物生长发育的影响和它們相互間的关系下面加以說明。

十九世紀德国著名的化学家李比西 (J. F. Liebig) 研究了肥料三要素的不同数量对产量的影响，認為三要素中若缺其一或二，其他要素虽供給极丰富，也难获得高产。例如土壤磷酸不足，氮鉀虽多，而为最少量的磷酸所支配，只是同磷酸相当的部分有效，其余氮鉀沒有效果。这就叫做“最少养分律”。

法国学者盖里利盖尔曾經在其他条件不变的情况下，只改变土壤湿度，企图查明不同量的水分对产量的影响。下面是这个实验的結果：

土壤湿度 (最大持水量的百分数) 5、10、20、30、40、60、80、100。

全部干物质产量(1/10克计) 1、63、140、172、217、227、197。

从这个试验结果说明,当土壤水分达到一定数量时(即达到最大持水量的60%为止),产量不再提高。而当湿度再增加时,产量就下降。在土壤湿度达到最大持水量时(即100%),产量就等于零。同时还指出,当土壤湿度为最大持水量的20%时,以后每一次均匀的增加水分,产量相应的增加就逐渐减少。

据根类似的实验,某些学者确立了以下三个定律:

1. 最低限度律:如果缺少植物生活的某个条件(光、热、水分、养分),那么产量就等于零。

2. 最高限度律:如果植物生活的某个条件达到了最大限度的自然量,产量就等于零。

3. 适量律:仅仅在植物生活各因子为最适量的条件下,才有可能获得最高产量。

由此,他们就得出土壤肥力递减的结论——即对土地投资越大,其效果越小。

苏联学者威廉士(B.P. Вильямс)院士运用辩证唯物主义观点和方法研究了各种试验资料,科学地说明了植物生活各因子与其生长发育的综合关系。图1是他利用沃里尼盆栽试验对光、水分

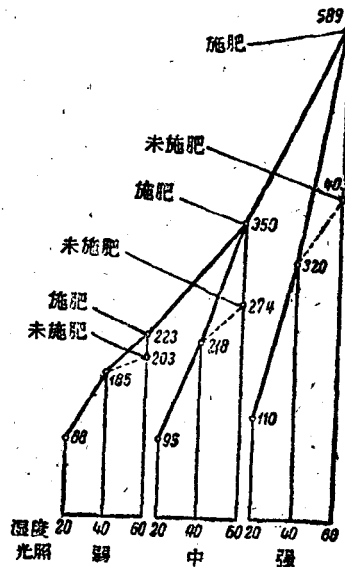


图1 产量与植物各个生活因子共同作用的关系(图中数字代表产量以分克为单位)

和养分三个因子数量上的变化对产量影响的结果。

图1中曲线表明：在其他因子不改变的情况下，某一因子的等量增加，增产很少；而当另一个因子同时改变时，就能得到较高的效果。当三个因子同时改变时，产量就得到了急剧的增长。

由此可见，要获得农作物的高产，必须同时满足植物对全部生活因子的要求。农业“八字宪法”的综合运用，正是科学地阐明了农业的丰产必须掌握作物的生长发育与其生活各因子的综合辩证统一关系，并在农业实践中正确地运用这种关系。

威廉士把植物生活各因子的相互关系规律性的基本原理概括如下：

1. 植物的生活因子中任何一个因子也不能为另一个因子所代替；
2. 植物生活中所有因子是绝对同等重要的。

这些原理就是植物生活中各因子的同等重要性及不可代替性定律。这个定律是农业生产的基本定律，研究农作物生长和发育的气象条件的农业气象学也运用着这一定律。

### 三、决定农作物生长、发育和产量的主要气象条件

光、热和水分是决定农作物生长和发育的主要气象条件。在植物的整个生活期间，热量是植物体内所进行的全部生物和化学变化过程的主要条件。光是供给植物从空气中同化碳素所必需的能量。而没有水分，植物的全部生长、发育过程也都不能进行。

植物在其生长和发育的过程中，不是受着一种气象因子的影响，而是受着各种气象因子的综合影响。同时，各因子之间又存在着十分紧密的联系。例如光的强度与温度的高低是紧密相关的，而温度的变化又必然要影响到水分的供应。

植物为了通过各个发育阶段，要求不同的气象条件。但是在

各个发育阶段中并不是要求个别的气象因子，而是要求各因子的总体。某个因子的主导地位，也只有在其他因子的综合作用下才能发挥其作用。如春化阶段温度是占主导地位的，如果没有一定的水分条件和良好的通风状况，温度条件虽然适合，植物仍不能通过其春化阶段。

不同植物的正常生长和发育所要求的气象条件是不同的。而同一种植物在其生活的不同时期内也要求不同的气象条件。农业生产实践和农业气象研究证明，每一种植物在其发育的某一阶段，对某些气象因子的数量的反应是不同的。如霜冻、高温、干旱等，在植物的某些发育期间对于产量是十分危险的；而在另一些发育期间内就不是那么可怕。

到目前为止，已经确定绝大多数农作物都具有这样一些发育时期，在这些时期内作物为了形成产量，对个别气象因子（如水分、热量、光照等）有特别强烈的要求。植物生活中的这样一些时期是苏联农业气象学家伯洛乌诺夫（П. И. Броунов）第一次发现的，他称之为临界期。

所谓临界期，伯洛乌诺夫认为就是在作物发育过程中的那个时期，在这个时期里，某些气象因子达到一定的强度（水分不足，高温等等）的时候，对于植物发育的最终结果（产量）发生了不良的影响。也就是说，在临界期内，某些气象因子影响到植物以后的发育，而最为显著的是影响到产量。

意大利农业气象学家Д·阿齐（Д. Аци）给临界期作了如下的定义：“就某个因子来说，所谓临界期是最为敏感的，以致环境作用力稍有变化都十分明显的影响到产量，同时产量的悬殊变化也是决定于这个因子的。”

不同的农作物和不同品种的临界期是不同的，如许多作物的水分临界期，就是生殖器官形成时期，这时缺乏水分，果实或种子

又少又小，产量很低。以小麦来说，它的水分临界期是在抽穗前10—15天的时期中。

但是，临界期的存在，并不排除农作物整个生育期间各种气象因子的综合影响，尽管在临界期中气象条件对农作物是有利的，然而不利的气象条件，在农作物生长发育的各个时期，都会影响到农作物的产量。

最后，我们必须注意，气象条件对作物的生长发育及产量的影响，固然是极其重要的，但是这并不意味着它是主要的或唯一的。保证作物的高产条件是多方面的，因子是极其复杂的，不仅要从自然科学方面研究它的规律，还要从经济发展方面研究它的规律。既要研究农作物本身在生长发育各个不同阶段对外界环境的要求，又要研究如何充分发挥人民公社的优越性，提高劳动生产率，降低成本，培养地力，高度发挥农业“八字宪法”的经济效果。这就是对于农作物生长发育和产量与外界条件的关系的科学的、全面的看法。

## 第二节 太阳光在植物生活中的作用

### 一、太阳光在植物生活中的意义

太阳光制约着植物有机体的生命过程。太阳光是绿色植物通过光合作用制造有机物质所必须的能量源泉。光照的长短是引起植物体内质变(光照阶段)的必要条件，不经过这种质变，植物就不能完成其发育，就不能开花结实。光的强度影响着光合作用的速度，因而影响植物体内有机物质的增长。光的不足会引起植物伸长，茎秆软弱、纤细，根系不发达，易于倒伏。光的不足会降低产品的质量，例如引起禾谷类和豆类作物蛋白质含量的减少，块根、块茎类的淀粉含量的减少等。

此外,太阳辐射使土壤和空气增温,这对于植物的生活也是很重要的。

## 二、光照强度对植物生长发育的影响

投射在地表面的太阳辐射,除地球表面吸收一部分转化为热能产生热效应外,还产生光的效应。光效应由太阳光谱组成中0.40—0.76 $\mu$ 的那部分波长所决定,也就是说,只有可见光谱区的波长部分才产生光效应。

植物对光能的利用,只占投射在地表面光能中很少的一部分,通常以太阳能利用系数(或技术利用系数)来表示。太阳能利用系数是单位面积收获的干物质全部潜能与投射在同面积上太阳能总量之比。研究证明,大田作物和蔬菜作物的太阳能利用系数一般不超过2—5%(表1)。

表1 几种作物的太阳能利用系数(%)

(И·阿齐)

作物	系数	作物	系数
小麦	2.68	饲用甜菜	1.91
黑麦	2.42	三叶草	2.18
燕麦	2.74	羽扇豆	4.79
马铃薯	2.38	亚麻	3.61

农作物的太阳能利用系数,不是固定不变的数值,随着农业技术水平的提高,光能利用系数不断提高。因此,在农业生产中充分利用光能是提高作物产量的重要关键之一。

植物的光合作用强度在很大程度上决定于光照强度。就一般而言,在一定范围内,在其它条件满足的情况下,随着光照强度的



增加,农作物光合作用的效率也随之增加,但当光照强度增加到一定程度以后,光照强度继续增加,光合作用的效率就不再增加了,这一光照强度称为光合作用的饱和强度。图2是中国农业科学院采用水稻农林13号分蘖前期在温度为25°C时观测的结果。

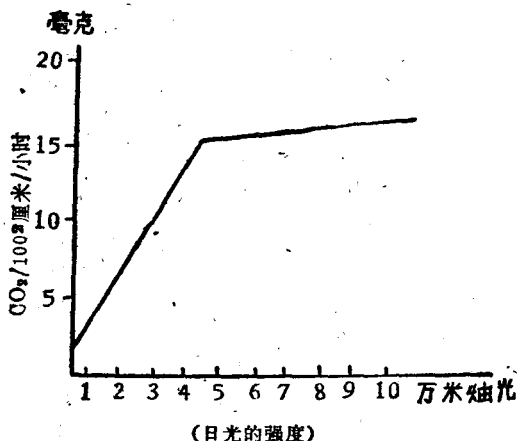


图2 光照强度与水稻光合作用的关系

许多研究证明,水稻在自然条件下的光合作用饱和光照强度为40,000米烛光左右。大多数栽培作物正常生长发育最适宜的光照强度都在8,000—12,000米烛光范围内。马克西莫夫(H.A. Максимов)曾研究出一些作物最小光照强度资料如下(表2):

表2 几种作物的最小光照强度  
(H·A·马克西莫夫)

作物	荞麦	豌豆	玉米	大小麦	烟草	菜豆	萝卜
最小光强度 (米烛光)	850— 1,100	1,000	1,400— 1,800	1,800— 2,000	2,200— 2,800	2,400	4,000