

李雁芳 于沪宁 编著



农业地理丛书

162
311

气候与农业

农业出版社

农业地理丛书

气候与农业

李雁芳 于沪宁 编著

农业地理丛书
气候与农业
李雁芳 于沪宁 编著

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)
新华书店北京发行所发行 三河县中赵甫印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 3.75印张 74千字
1985年8月第1版 1985年8月北京第1次印刷
印数 1—6,770册
统一书号 4144·562 定价 0.49 元

前 言

我国疆域辽阔，地理条件差异很大，发展农业需要因地制宜，从实际出发，扬长避短，发挥地区优势，以促进农业资源的开发利用，农林牧副渔各业的合理布局，各种农业技术措施的推广和改革，加速实现农业现代化的建设。

《农业地理丛书》为广大农业干部、基层农业科技人员提供农业地理方面的基本科学知识，以及因地制宜开发利用资源的广泛经验。内容包括各种自然条件与农业的关系，农林牧渔和主要农作物的地理布局规律，代表性地区农业地理特点和问题等。它既是知识性的，又是实用参考性的通俗读物。

本丛书编辑委员会由邓静中(主编)、王本琳、李润田、张维邦、周立三、钟功甫、梁溥、黄勉、程潞、程鸿、鲜肖威(按姓氏笔划为序)等同志组成。本丛书约请对农业地理有研究的同志进行编写，将分册陆续出版。

目 录

前言

第一章 光、热、水、气资源与农业生产	1
第一节 太阳辐射和光照	1
一、太阳辐射及其变化特点	1
二、太阳辐射的农业意义	2
三、照度及其农业意义	3
四、光照长度及其农业意义	4
第二节 气温和地温	5
一、气温的变化和农业意义	5
二、地温的变化和农业意义	8
第三节 降水和土壤水分	11
一、水分的农业意义	11
二、作物耗水量与水分敏感期	14
三、土壤水分的供应	16
第四节 空气与风	17
一、空气与农业生产	17
二、风与农业生产	20
第二章 农牧业生产与气候	22
第一节 粮食作物与气候	22
一、水稻与气候	22
二、小麦与气候	24
三、玉米与气候	26

第二节 油料作物与气候	27
一、花生与气候	27
二、大豆与气候	29
第三节 糖料作物与气候	30
一、甘蔗与气候	30
二、甜菜与气候	31
第四节 棉花与气候	32
第五节 经济林木与气候	34
一、柑桔与气候	34
二、茶树与气候	35
三、橡胶与气候	37
第六节 畜牧业与气候	39
一、牧草与气候	39
二、家畜与气候	41
第三章 农业气候灾害及其防御	44
第一节 旱涝和暴雨	44
一、旱灾	44
二、暴雨和涝灾	46
第二节 寒潮和冻害	48
一、寒潮	48
二、霜冻	48
三、冬小麦越冬冻害	51
第三节 低温冷害	52
一、东北的低温冷害	53
二、南方秋季低温(寒露风)	53
第四节 南方喜温经济作物的寒害	55
一、橡胶寒害	55
二、柑桔冻害	56

第五节 干热风、大风和台风	57
一、干热风	57
二、大风	59
三、台风	60
四、冰雹	60
第四章 我国的农业气候资源及其利用	62
第一节 我国的农业气候资源	62
一、太阳辐射和日照时数	62
二、我国气温的分布和特点	65
三、我国降水的分布与变化	71
第二节 我国气候资源的区域差异及其利用	75
一、东部季风区	75
二、西北干旱区	78
三、青藏高原区	80
第五章 地形气候和农田小气候	83
第一节 地形气候和农业	83
一、山地地形对气候的影响	83
二、山地气候资源的利用	89
第二节 小气候和农业	99
一、农田小气候的形成	99
二、耕作措施和土壤小气候	101
三、保护地小气候	102
四、温室小气候	104
五、作物层小气候	105
六、农田防护林小气候	106
结束语	109

第一章 光、热、水、气资源与农业生产

第一节 太阳辐射和光照

一、太阳辐射及其变化特点

太阳以电磁波的形式，向宇宙空间传递热能。太阳辐射放出的能量称为太阳辐射能，简称太阳能。地球上接受的太阳辐射能量只占太阳同时向太空辐射总量的二十亿分之一。表示太阳辐射能强度的物理量，称为太阳辐射强度，即单位时间投射于单位面积上的太阳辐射量，常用卡·厘米⁻²·分⁻¹表示。在地球大气层外距太阳一个天文单位（即日地平均距离 1.4960×10^{11} 米）处，垂直于太阳光的平面上，每平方厘米每分钟所接受的太阳辐射能，称为太阳常数。目前一般采用 1.96 卡·厘米⁻²·分⁻¹。据北半球多年平均资料，入射的太阳辐射25%为云所反射，9%为大气中的颗粒所散射回到外层空间，10%为云所吸收，9%为水汽所吸收，最后到达地面的47%的辐射是由直接辐射（平均占入射辐射的24%）和来自云层和天空的散射辐射（23%）所组成。因此，太阳辐射通过大气减弱后，以平行光束直接投射到地平面上的辐射能，叫太阳直接辐射。经过大气散射后到达地表的辐射，称散射辐射。这两部分辐射之和，称太阳总辐射。

地表的总辐射强度受较多因素的综合影响,受地理纬度、季节、海拔高度、地形的坡向坡度、天空云量及其透明程度等的影响而变化。因之,总辐射在地球表面的分布是不均匀的,一般而言,太阳辐射强度随纬度的增加而减弱,随海拔的升高而增强。云量少的干燥区辐射则强,云量多雨量充沛的湿润区辐射则弱。一年之中,夏季辐射强,冬季最弱,一日之中,正午辐射强,早晨傍晚最弱。

太阳总辐射是地面收到的太阳总能量,是农业自然环境诸要素发展变化的主要动力,例如,气候和天气的变化,大气的运动和热量、水汽的输送,农田小气候和土壤气候的形成,二氧化碳的输送等,无不与太阳能的作用息息相关,并直接或间接影响着农业生产。

二、太阳辐射的农业意义

太阳辐射能引起温度变化的热效应,以及能引起光合作用的能量效应和光效应(即照度)。

太阳辐射是植物光合作用的能量源泉。藻类、高等植物及其某些细菌都直接从太阳辐射中获得能量,并用这些能量去合成必需的食物。动物不能直接把太阳光作为能源,它们通过吃植物或食植物的动物以获得生存的能量。所以地球上所有生命的最终能量来源,均来自日光能,人类赖以滋生。

太阳总辐射的波长范围极其广泛,但在0.15—4微米之间,即占太阳总辐射总能量的99%。其中波长大于0.71微米的红外线光谱区的长波辐射,约占43%,波长小于0.4微米的紫外线,约占7%。波长0.38~0.71微米可见光谱区的能量,约占50%左右,这部分光线能被植物吸收利用,称光

合有效辐射或生理辐射。红外线有显著的热效应，能提高地温和作物体温。紫外线能抑制植物生长，杀灭病菌。

太阳辐射的强度对植物生育有显著影响。一类植物只有在强光下才能生长良好，称为阳性植物；另一类植物喜欢阴暗的弱光环境，称为阴性植物。树种中如松、杉、麻栎、栓皮栎、柳、杨、桦、槐等都是最喜光的种类；山毛榉、冷杉等是最耐阴的树种。农作物大多是喜光作物，对太阳光强度要求很高，玉米、小麦、棉花、向日葵、谷子等需要强光，其次是水稻、高粱、花生和豆类、薯类作物。真正耐阴的作物，只有某些蔬菜之类。

太阳总辐射中，以直接太阳辐射对农业活动和农作物影响最大，直接辐射强度大，含可见光绝对量多，是干物质积累的主要能量基础，尤其喜光植物，只有在经常照射到直接辐射时才能正常生长发育。直接辐射强的地区，适宜高肥密植夺高产。散射辐射虽然比直射光强度弱，但相对而言，含可见光量比例高，植物利用率高。阴天和云层遮蔽时，叶片靠散射光进行光合作用。某些耐阴植物如茶树、柑桔等，对散射辐射比较适应，经常处于散射光下品质好、产量高。

三、照度及其农业意义

在衡量作物与光的关系时，常用照度来表示。光照强度（照度）是指地表接受到的太阳可见光照强度。其计量单位为“勒克司”，即1流明的光通量均匀地投射于1平方米的面积上所产生的照度，即为1勒克司。

照度的测量基于人眼的光感作用，因而在很大程度上带有主观性。绿色植物吸收辐射的波长范围虽然与正常人眼感

觉到的波长范围有些相近，但在吸收时却有所差异。引起视觉最强的是黄绿光，但却是植物吸收最少的。因此，用照度研究作物的需光量是有局限性的。太阳辐射与光照，二者虽有联系，但包括的波长范围不同，不同波长负载的能量多少不同，亮度也不一样，因此难以准确的换算。

在农业生产中，常用光照度来鉴定作物生长发育的光照环境条件。光照强度对光合作用速度影响很大。光照不足，对植物的形态结构有很大影响，茎叶黄化，茎秆细弱，节间拉长，植物体内机械组织和输导组织退化，根系不发达，引起作物倒伏。光照不足，果树等作物开花延迟，花芽发育受阻，甚至退化死亡。

四、光照长度及其农业意义

太阳辐射的另一重要作用，是通过电磁波辐射的光刺激作用，为植物提供信息，控制植物内在的生理生化反应，影响植物发育的适应性反应，从而影响农业生产。

光照时间长度常以日照时数来表示。日照时数可分为可照时数与实照时数。可照时数取决于天文地理因素，随纬度、季节而变化。实照时数是指因为受到云、雾、降水和大气透明度等的遮蔽的影响，实际接受太阳光照射的时数。某地实照时数占同时期可照时数的百分比，称为日照百分率。实照时数主要影响光合作用时间长度和产品的数量和质量。

我国地处北半球，每年以夏至（6月21日～23日）日照长度最长；在冬至（12月21～23日）日照最短；春分（3月21～23日）和秋分（9月21～23日）各为12小时。

昼夜明暗交替及其时间长度，对植物的生长发育，特别

是开花有显著影响的现象，称为“光周期”现象。

根据各种作物对日照时间长短要求的不同，可分为三种类型：1. 长日照作物，如小麦、大麦、亚麻、油菜、马铃薯等原产于温带或寒带地区的作物；2. 短日照作物，如玉米、水稻、棉花、大豆、高粱等原产于热带或亚热带地区的作物；3. 中光性作物，如水稻的早熟种、特早熟的大豆品种、番茄、四季豆、花生等作物。

日照长短对农作物的影响主要表现为能否通过光照阶段，由营养生长期进入生殖生长期，能开花结实形成产量。大多数长日照作物要求大于12~14小时日照长度，大多数短日照作物要求小于这一日照长度。中间型的作物对日照长短不敏感或适应性较强。在生产实践中，育种、引种驯化等都必须考虑到作物对日照长短的反应及适应性。光周期反应所需的光是很弱的，微弱的散射辐射足以引起光周期反应。

第二节 气温和地温

一、气温的变化和农业意义

太阳辐射到达地面后，被吸收转化为热能，是土壤表面、水体和大气增温的热源。温度是动植物生存的基本条件之一，生物体内各种生理过程均受温度的影响。气温即空气温度的简称，可用以衡量空气的冷热程度，在一定意义上，可以反映一个地区的热量水平和农业利用价值，它比太阳辐射强度更能反映气候条件的综合影响。气温状况与农业生产的关系极为密切，不仅影响作物的生育和产量，也影响作物分布界

限和熟制类型、林牧业的布局 and 比例，因此，也是农、林、牧业生产的基本环境条件。

(一) 气温的变化 由于地球自转和公转，使各地接受太阳辐射量的不同，以及海陆分布、大气运动的影响，使气温在一日之内和一年之内发生有规律的变化，称气温的周期变化。一日之内，空气温度的变化，叫气温日变化。一昼夜最高气温与最低气温的差值，叫气温日较差。在低纬度地区，因太阳高度在一日之内变化很大，日间地面吸收太阳热量多，增热快，夜间地面散失热量多，冷却也快，所以，气温的日较差大。在高纬度地区，太阳高度在一日之内变化不大，昼夜间地面吸热和散热的差值小，气温日较差亦小。西北地区气候干燥，日较差很大，故有一句大家很熟悉的民谚：“早穿皮袄午穿纱，围着火炉吃西瓜”。西藏亦有一首民谚：“高原气候变无常，一日需备四季装；山下鲜花山上雪，午愁烈日早愁霜”。说明山区和高原地区气温日变化大。水体及其附近气温日变化小。

气温日变化与农业生产有密切关系，日间气温高，作物光合作用旺盛，制造的营养物质多；夜间气温低，作物呼吸作用弱，所消耗的营养物质少。一般来说，气温日较差大，有利于植物营养物质的积累。

由于我国地处北半球，大陆性气候明显，一般最冷月在一月，最热月在七月，一年最冷月平均气温与最热月平均气温之差，称为气温年较差。气温年较差的变化与纬度高低、离海远近有关。在赤道和低纬度地区，一年中太阳辐射变化不大，因而年较差的变化不明显。中高纬度地区，冬夏两季

太阳辐射差异大，所以气温年较差亦大。越向高纬度，气温年较差越大。沿海地区比内陆地区的气温年较差小，水面增热和冷却缓慢，与海上湿空气调节，使气温年变化小。我国气温年较差在华南约 15°C ，长江流域约 25°C ，华北约 30°C ，东北、西北一般都在 40°C 以上。

(二) 作物对气温的要求 任何一种作物必须在一定的温度条件下才能进行生长发育。温度直接制约着作物光合作用和呼吸作用，因而影响着作物的干物质积累。不同作物，同一作物的不同品种，各种作物的不同生育阶段，对温度的要求都不同。气温条件能满足作物生育的要求，作物长得正常健壮，这种气温条件，称为这一发育时期的适宜温度。如果气温低于适宜温度，作物生长缓慢。气温低到一定程度，作物停止生长，但不会死亡，这一温度，称为生长的最低温度，又称生物学下限温度。气温高于适宜温度，作物生长亦变得缓慢。当气温高到作物停止生长但不至死亡时，这一温度称之为生长的最高温度。例如棉花蕾期气温在 $25\sim 30^{\circ}\text{C}$ 为适宜温度，超过 30°C 以上，现蕾反而缓慢，甚至停止生长。所以，作物的适宜、最高、最低温度，称为农作物的三基点温度。

(三) 农业界限温度和积温 考虑到温周期变化和作物对温度的反应，这两者的错综复杂关系，在生产实践中用一些共同意义的温度指标（称为农业界限温度）来指导农业生产活动。如 0°C 、 5°C 、 10°C 、 15°C 、 20°C 等，这些界限温度的出现日期、终止时间和持续日数以及持续期的累积温度等，对农业是很重要的。如春季日平均温度通过 0°C 的日期，表示冬季已过，积雪融解，土壤开始解冻。秋季温度通过 0°C

的日期，表示土壤开始冻结，田间作业结束。 0°C 以上的持续时期，称为温暖期或农耕期。春秋两季温度通过 5°C 以上的持续时期，称为作物生长期，春季为早春作物播种期，多数树种开始生长。 10°C 以上喜温作物开始播种生长，冬小麦等喜温凉作物开始积极生长。 15°C 以上持续期，是水稻、棉花、花生、玉米等作物安全播种和积极生长期。 20°C 以上一些热带作物开始生长。

由于我国各地气候差异较大，作物品种生态类型较多，生产实践中也常采用一些适应于本地气候资源的补充界限温度指标。如陕西省某些地方常以 3°C 代表冬小麦秋季停止生长与春季开始返青生长的温度， 3°C 以下的时期表示冬小麦的越冬期。还有一些地区以 12°C 代表某些喜温作物播种开始期等等。

“积温”指等于和高于一定的农业界限温度期间日平均温度的总和。常用 0°C 、 5°C 、 10°C 以上的积温表示。其中 10°C 以上期间是作物活跃生长期， 10°C 以上积温通称活动积温。不同的作物品种，所需的积温是不同的。一般需根据作物所需积温和当地热量资源，合理安排作物的种类、品种、种植制度。

二、地温的变化和农业意义

(一)地温对作物生长的影响 地温对农作物的影响是直接的，而且是多方面的。地温影响种子的发芽和出苗速率，影响根系对水分、养分的吸收和输送，对作物的地上部分亦有显著的影响，如影响光合作用和出叶速率等。土温还影响土壤微生物的活动，土壤中有肥料的分解等等。

播种后种子发芽需要适宜的土温。温度适宜，酶活性加强，能使贮藏营养物质很快分解，促进种子发芽。种子吸水快慢和温度有密切关系。适宜温度时发芽率高而快。土温过高过低，种子发芽均不利，甚至停滞、死亡。因此，根据春季土温回升规律及各种作物种子萌芽适宜温度，确定适宜播种期，是农业生产的重要环节。不少春播作物采用土层某深度（如5厘米地温）作适期播种指标。

作物根系需要适宜的土壤温度才能正常生育。如冬小麦根系生长最适宜温度~~为~~16~20℃，最低温度为2℃。越冬前和返青后是小麦根系生长的旺盛期，当气温下降到0℃时，小麦进入越冬期，此时地上部分生长濒于停滞，但由于深层土壤热流不断向表层传递，所以根系仍在生长。群众说：冬小麦是“上闲下忙，冬长根、春长身”。特别是在没有稳定的越冬期的地区，更符合实际，有一定的科学道理。玉米苗期根系生长的适宜温度是20~26℃，土温过高或过低均不利于生长，过高对根系生育不利，高温使根系木质化，降低了吸收的表面积，抑制了酶的活性，破坏了根的正常代谢过程。

塑料棚的作物，白天气温升得很高，但土壤增温缓慢，所以根系生长不良，影响水肥吸收。近年来我国各地采用塑料地膜覆盖，能有效地提高土壤温度和抑制水分蒸发，在多种作物的栽培试验中均获显著增产效益。土壤温度对块茎作物的产量形成有着重要的影响。土温过高过低都不利于产量的形成。

（二）地温的变化 表土日间接受太阳辐射而增温，夜间由于辐射冷却而降温，因此土壤中温度分布形成，可分为受

热型或入射型，放热型或放射型等型式。日间特别是中午，太阳辐射特别强烈，地表吸收热量多，因此地表温度最高，由地表向深层递减。夜间地表不断冷却而降温，凌晨土表面温度最低，夜间土壤温度随深度增加而升高，热量向土壤表面传递，称为放热型。清晨和傍晚均为转变的过渡型式。见附图1。

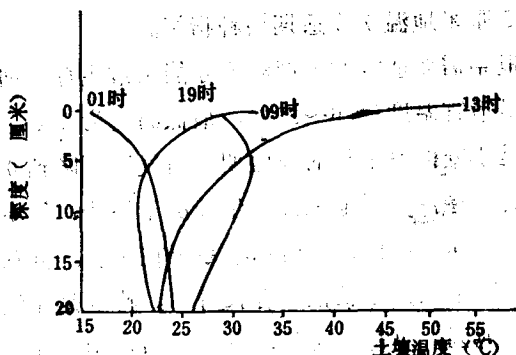


图1 土壤温度的垂直分布

地表温度日较差最大，随深度增加，日较差减小，而且最高温度和最低温度出现的时间也渐落后，每深入10厘米约落后2.5~3.5小时。了解一日间土壤温度变化的规律，可以为农业技术措施提供科学依据。

土壤温度有明显的年变化。我国各地地温分布大致同于气温，最冷月在1、2月，最热月在7月。热带地区太阳辐射年变化较小，地温年变化主要受云量和降水的影响，变化规律较为复杂。

一年中地温最高月份与地温最低月份温度的差值，叫土壤年较差或叫年振幅。中纬度地区年较差消失于15~20米深