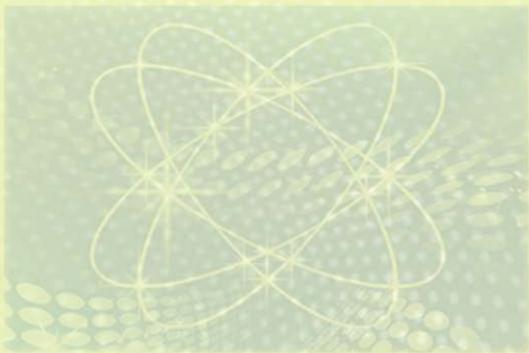


学生气象知识丛书

气象与农业

赵述梅 编



远方出版社

学生气象知识丛书

气象与农业

赵述梅 编

远方出版社

图书在版编目(CIP)数据

气象与农业/赵述梅编. —呼和浩特:远方出版社,2007.6

(学生气象知识丛书)

ISBN 978-7-80723-106-6

I. 气… II. 赵… III. 农业气象—青少年读物 IV. S16—49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 084093 号

学生气象知识丛书 气象与农业

编 者	赵述梅
出 版	远方出版社
社 址	呼和浩特市乌兰察布东路 666 号
邮 编	010010
发 行	新华书店
印 刷	华北石油廊坊华星印务有限公司
开 本	850×1168 1/32
印 张	90
字 数	900 千
版 次	2007 年 6 月第 1 版
印 次	2009 年 4 月第 2 次印刷
印 数	2000
标准书号	ISBN 978-7-80723-106-6
总 定 价	360.00 元(共 15 册)

远方版图书,版权所有,侵权必究。

远方版图书,印装错误请与印刷厂退换。

前 言

当今社会已进入信息时代,各种科学技术的应用越来越广泛,更新也更加迅速。各个学科之间的交叉研究形成了一系列的边缘学科,它们使我们的社会文明进步,人类生活更加丰富多彩。其中以气象科学为中心的各学科交叉研究所取得的成就更是有目共睹,它们已经深入影响到了我们人类的生活和各种活动当中。为了使广大青少年了解并掌握这些科学知识,我们组织编辑人员编写了这套《学生气象知识丛书》。

《学生气象知识丛书》共分为 15 册,全套丛书运用通俗易懂的语言,深入浅出地介绍了当前气象科学的发展现状与前景,内容涉及到气象科技的发展简史、人工影响天气以及气象与自然环境、动植物生长、人类的健康活动等各个方面的联系和影响。在本套书中,揭示了大量有关气象的科学奥秘,详细阐述了人与自然和谐共处的重要意义。我们力图用一种平易近人的方式拉近气象科技与当前青少年的

距离,将之打造成具有良好社会效益与经济效益的青少年科普读物。

由于编写时间仓促和我们自身能力有限,书中难免存在一些错误和纰漏之处,欢迎广大读者朋友给予指正。此外,我们在部分书中引用借鉴了一些作者的研究成果与著作,我们已经与之商讨了相关事宜。但由于种种原因我们无法与部分作者取得联系,在这里深表歉意。希望本人及知情读者及时告知我们,以便于我们寄发样书及稿酬。

编 者

目 录

第一章 农业与气候	/1
第一节 农业小气候	/1
第二节 农业气候资源	/21
第三节 节气的划分	/43
第二章 农业气象学	/51
第一节 发展概况	/51
第二节 研究对象	/54
第三节 农业气象服务	/62
第三章 农业气象灾害	/66
第一节 水分类气象灾害	/66
第二节 温度类气象灾害	/77
第三节 气流类气象灾害	/92
第四章 农业生产气象	/103
第一节 小麦生产气象	/103

第二节	玉米生产气象	/115
第三节	水稻生产气象	/125
第四节	蔬菜生产气象	/137
第五节	渔业生产气象	/150
第五章	农业气象指标	/159
第一节	小麦生产气象指标	/159
第二节	玉米生产气象指标	/168
第三节	水稻生产气象指标	/173
第四节	蔬菜生产气象指标	/178

第一章 农业与气候

第一节 农业小气候

一、小气候及农业小气候

大气候条件下,由于下垫面某些特性和构造的不同,造成水分和热量收支差异,形成了土壤上层局部地区和近地气层的特殊气候,称为小气候。

小气候与大气候是特殊与一般、局部与整体、个性与共



性的关系。小气候是在大气候背景条件下形成的,但又与大气候有明显的差异。小气候在形成因素、影响范围和变化幅度等方面与大气候都不相同。大气候的形成决定于纬度、大地形、大环流;而小气候形成决定于小地形、小环流。大气候的影响范围大,水平方向上可达几十到几千公里;而小气候的影响范围小,水平方向上只有几米到几公里。大气候变化缓和,水平方向上温度梯度约为几度/1000 千米;而小气候变化剧烈,约为几度/10 米。

农业上,由于不同的作物种植、动物养殖和农业生产过程中进行的人工改良措施等而形成的一种独特的小气候,称为农业小气候。农业小气候是生物活动最重要的环境,它直接影响作物的生长发育及产量、品质等等,也影响病虫害的发生、发展。农业小气候又可分为农田小气候、果林小气候、茶园小气候、农业设施小气候、蚕室小气候、禽舍小气候、水域小气候等等。

二、小气候的形成

(一)小气候的形成因素

小气候形成和变化的因素有两个:一个是辐射因素,另

一个是局地平流或湍流因素,而局地平流因素是小气候形成和变化的动力基础。

由小范围下垫面性质和构造不同而产生辐射收支差异形成的小气候,称为“独立小气候”。而由于受性质不同的邻近地段移来的空气影响形成的小气候,称为“非独立小气候”。当然,这也是相对而言的,因为辐射因素和局地平流因素也不是完全孤立的,而是相互影响的。在晴朗无风的天气条件下,辐射因素占主导地位,这时独立小气候表现得最为突出。此时进行观测,才能获得典型的小气候资料,掌握真正的小气候特征。而在大风、阴雨的天气条件下,辐射因素变成次要地位,平流因素变成了主导地位,这时的小气候已成为非独立的了,有时不但没有“独立”和“非独立”的区别,小气候和大气现象也界限不清了。

(二) 活动面与活动层

活动面。由于辐射作用直接吸热和放热,从而影响其上下物质层(包括气层、土层、水层、作物层等)热状况的表面,称为活动面。活动面是一个物质面,是不同物质层的交界面,也是能量变化最急剧、水分相变最剧烈的面。例如裸地、土面就是活动面;水域、水面也是活动面;而农田,一般



表现有两个活动面：一个在茎叶最密集的高度（约为 $2/3$ 株高），一个在地面。分别称为外活动面和内活动面。

活动层。实际上，辐射能的吸收和放射、水分的蒸发和凝结等，不只是发生在一个面上，而往往发生在具有一定厚度的物质层中，这个物质层就称为活动层。砂土的活动层只有零点几毫米；作物的活动层几乎就是整个作物层；而水体的活动层则可达几米甚至几十米。

三、田间小气候

田间小气候是以农作物为下垫面的小气候，它是农田贴地气层和土壤上层与农作物群体之间生物学和物理学两种过程相互作用的结果。因而不同的农作物有不同的小气候特点。同一种农作物又因作物品种、种植方式、生育期、生长状况和管理措施不同，形成相应的小气候特征。

（一）农田中光的分布特征

农田中因植被的存在，使进入农田的太阳辐射在植被中被多次吸收、反射、透射而减弱。太阳辐射在植被中的衰减过程基本遵循比尔—朗伯特定律（The Law of Beer Lambert）。如果植被茎叶上下分布均匀，且相当稠密，并

吸收全部入射辐射,此时太阳辐射在植被中的减弱过程可近似看作一种连续变化,则光能的削减可按“作物群体内辐射衰减公式”计算。

(二)农田中温度的分布特征

农田中的温度状况,主要决定于农田的辐射、湍流交换及蒸散耗热状况等。作物生长初期,因茎叶稀疏,对地面覆盖不大,这时农田对空气温度影响不大,气温的垂直分布基本与裸地相似,即白天呈日射型分布,夜间呈辐射型分布。在作物封行以后,进入植被的太阳辐射受到削弱,使到达地表的太阳辐射量大为减少,此时地温不可能太高。气温在植被中的垂直分布也发生了变化,白天植被层某一高度上出现了气温最高值,这层获得的辐射量最多,湍流交换弱,蒸腾也较小。由此向上、向下温度逐渐降低。作物生育后期,茎叶枯黄脱落、密度减小,投入株间和地面的辐射增多,湍流交换强,农田蒸散小,所以此时农田中的温度分布又和生育初期相似。以上讨论的是旱地禾本科作物的温度分布特征。对大多数叶片呈水平分布的阔叶植物,其温度分布与禾本科植物有很大的差异。白天阔叶植被表面几乎截获了全部的太阳辐射,因而最高温度出现在植被表层。由此



向下温度降低。夜间植被表面冷却最甚,但水平阔叶不能阻碍植被上层的冷空气下沉,因此,最低温度出现在地面。这种温度分布特征对棉花、大豆、油菜及多种蔬菜来说具有相似的特征。

(三) 农田中湿度的分布特征

农田中的湿度分布和变化,除决定于农田蒸散量和温度外,还与农田中的湍流交换强度有密切相关。在作物幼小、稀疏的生长初期,作物蒸腾面较小,所以土壤表面是主要的蒸发面。到了作物生长盛期,茎叶密集的活动层成为主要的蒸腾面。白天植株间空气湿度往往从表面向上逐渐减少,夜间这种减小趋势变小。由于有时夜间植被上有露、霜形成使空气中水汽减少,湿度分布呈上干、下湿型分布。作物生长后期,其湿度分布又与裸地相似。由于农田蒸散量比裸地蒸发量大,湍流交换比裸地弱,因此,同高度上农田的空气湿度不论白天和夜间都比裸地高。两者的湿度差值,白天较大,夜间较小。

(四) 农田中风的分布特征

农田株间风速的分布与作物高度、密度以及栽培措施有密切关系。作物生长初期,植株幼小,这时农田中风速的

垂直分布与裸地相似,风随高度的增加而增大。作物生长旺盛时期,进入农田中的风受作物的阻挡,一部分被抬升并从植冠顶部越过,风速随高度增加按指数规律增长;另一部分气流进入植被中,株间风速呈近似“S”型分布。在作物茎叶密集的部位,摩擦阻力大,风速下降较快。在植株基部风速又有所增加,出现次大值,这是因为农田外气流能通过枝叶较少的基部并深入农田的结果,到地表附近的风速又趋于零。农田中风速的水平分布也有差异,总是自边行向里不断递减。它的大小与作物种类、播种密度、生长期等有关。

(五)农田中 CO_2 的分布特征

农田中 CO_2 浓度的大小直接影响农作物的光合强度和干物质产量的积累。因此,农田中 CO_2 的分布和变化取决于大气中 CO_2 的浓度、土壤和作物释放的 CO_2 量、作物光合作用对 CO_2 的吸收量,以及风速和天气条件。农田中 CO_2 的垂直分布。夜间(傍晚、清晨)土壤和株间都释放 CO_2 ,故有 CO_2 浓度随高度的增加而减小的趋势;而白天(上午、下午)由于作物吸收 CO_2 量远大于土壤和植株的释放量,田间 CO_2 浓度减少,最低点出现在作物层的某一高



度上。从清晨到下午的这段时间内,最低点有逐渐下降的趋势,这可能是由于中午以后的叶片供水不足或是气孔关闭,使光合作用减弱之故。在作物生长季节,白天作物进行光合作用吸收大量 CO_2 ,使农田中的 CO_2 浓度迅速降低,此时农田从大气中获得 CO_2 补充,大气是 CO_2 源,农田是 CO_2 汇。而夜间,作物因呼吸作用放出大量 CO_2 ,并向上层大气输送,此时农田是 CO_2 源,大气是 CO_2 汇。当农田通风良好时,可使农田获得大气中 CO_2 的大量补充,农田中 CO_2 浓度保持在大气平均浓度的水平上,于是农田 CO_2 浓度的日变化较小。反之,通风不好(风速过小或植株过密),日变化明显增大。晴天的中午可使农田 CO_2 浓度降至最低,甚至可使植株处于 CO_2 饥饿状态。

四、农业设施小气候

最近几十年来,随着农业科学技术的飞速发展,人们利用农业设施发展高效农业,例如塑料大棚、日光温室、连栋温室等。在早稻育秧、蔬菜、花卉栽培及畜禽水产养殖上已有广泛应用。

(一) 温室内的辐射

由于温室的覆盖材料和结构等的影响,一般温室的光

照比室外低。温室内的光和辐射状况与覆盖物的光学性质有密切关系。生产上常用的覆盖物为聚氯乙烯、聚乙烯和玻璃,它们对可见光的透过率大致相当,但对紫外线的透过率却有较大差异,聚乙烯和聚氯乙烯对紫外线有一定的透过能力,而玻璃却几乎不能透过。因而玻璃温室的作物往往植株细弱、病害较多。玻璃对红外线的透过率也很低。据测定,大于 $8\mu\text{m}$ 红外线全被玻璃吸收和反射而不能透过;而聚乙烯和聚氯乙烯却有相当高的透过率。夜间玻璃截留大气长波辐射的能力高于聚乙烯和聚氯乙烯,因此玻璃温室夜间的保温性能比聚乙烯和聚氯乙烯好。另外,对长波红外线的透过能力聚氯乙烯比聚乙烯小。说明夜间的保温性能前者比后者好。温室的方位和结构可影响透光率,例如冬、春季东西长的温室比南北长的温室透光率平均提高 10% 左右。另外温室屋面倾角(温室顶面与地平面的夹角)对太阳辐射的反射率影响很大。当太阳入射角小于 40° 时,其反射率低于 9%;当入射角大于 40° 时,反射率明显增大; 60° 以上几乎全反射。因此设计合理的东西延长温室屋面倾角,使其在冬、春季太阳入射角小于 40° ,就可将反射率减小到 10% 以下,大大改善了温室内的光照条件。



(二) 温室内的温度

温室的通风换气状况、覆盖材料、蒸散耗热、温室比面积(物体单位体积的表面积)及室外天气等诸多因素决定着温室内的温度。大型温室的比面积小,冷却效应小;小型温室的比面积大,冷却效应大。因此大温室的保温性能比小温室好。晴天温室内气温有明显的日变化,夜间气温平均比室外高 $1^{\circ}\text{C}\sim 4^{\circ}\text{C}$;阴天温室内外温差减小,且日变化不明显,说明天气条件对温室的增温效果影响很大。温室内气温的分布很不均匀,室内各部位温差最大可达 $5^{\circ}\text{C}\sim 8^{\circ}\text{C}$,晴朗白天南侧比北侧温度高 $2^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$,夜间南侧降温快。所以南侧温差大,光照条件好,对花卉蔬菜生长十分有利。寒冷季节,尤其是夜间,温室内的增温防冻,对作物生育至关重要。为了调控温度,人们采用下列办法:①在室外四周挖防寒沟,沟内填入杂草、谷壳等隔热物质,以减小土壤中热量的水平交换。②采用多层覆盖,如薄膜温室的覆盖,可用两层薄膜,薄膜之间充以空气,或在大棚内另加小棚,在地面上再加地膜,也可在温室外夜间盖上草帘等。③人工直接加热,如点燃煤炉或热风炉,输送暖气等等。相反,暖热季节,温室的降温也必不可少。通常可采用通风、