

Guoshu Qixiang Fuwu Jichu

果树气象服务基础



王景红 等 编著



果树气象服务基础

王景红 等 编著

 气象出版社
China Meteorological Press

内 容 提 要

本书较系统地论述了气象条件对果树形成的生理、生态、物理、化学影响机制及其效应,光、温、水、土壤、地形、气象灾害等环境因子与果树生长关系的基础知识。结合果业生产实践和气象服务需求详细介绍了苹果、梨、猕猴桃、柑橘、石榴、葡萄、樱桃、桃、核桃、枣、板栗、柿 12 种主要果树的地域分布、种植规模、生物学特性、果树生长发育与气候资源的供需矛盾、气象灾害发生规律和防御对策以及果树关键生育期田间管理、病虫害发生气象条件及防治等实用技术方法。简要介绍了陕西苹果产量预报与农用天气指数预报方法、主要果树气候区划与业务服务系统成果、重大果业气象服务效益评估等。

本书可为从事果业生产管理和技术服务的科技人员提供果树气象基础理论和技术方法指导,可供从事果业科研、教学、气象院校师生、涉果企业员工、广大果农参考。

图书在版编目(CIP)数据

果树气象服务基础/王景红等编著. —北京:气象出版社,2010.10

ISBN 978-7-5029-5057-6

I. ①果… II. ①王… III. ①果树园艺-气象服务
IV. ①S162.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 192342 号

Guoshu Qixiang Fuwu Jichu

果树气象服务基础

王景红 等 编著

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68409142

网 址: <http://www.cmp.cma.gov.cn>

责任编辑:吴庭芳 张 斌

封面设计:博雅思企划

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:787 mm×1092 mm 1/16

字 数:510 千字

版 次:2010 年 11 月第 1 版

定 价:60.00 元

邮政编码:100081

发 行 部:010-68408042

E-mail: qxcbs@263.net

终 审:章澄昌

责任技编:都 平

印 张:20.25

彩 插:2

印 次:2010 年 11 月第 1 次印刷

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换。

《果树气象服务基础》编委会

主 编：王景红

编写人员：李艳丽 刘 璐 颜胜安 栗 柯

 李美荣 张 明 高 峰 郭 新

 屈振江 郭兆夏

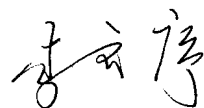
序

果树的生长发育和地域分布在很大程度上取决于气候、土壤和地貌等气候生态条件的综合作用,由于目前人们还难以对大范围气候条件加以有效控制调节,所以气候条件是果树适生分布的主导环境因子,是制约果树生长发育和形成产量品质的前提和基础。气候资源具有无限循环性及单位时间的有限性、波动性和相对稳定性等特点。从总体看,气候条件与果树生长节律之间,经常处于供需矛盾和平衡的无限循环之中,气象服务就是要揭示矛盾,挖掘气候资源潜力,减轻气象灾害影响,促进气候资源和果树生产节律之间的协调平衡,从而实现果树优质高产,提高种植效益。

陕西已成为全国水果生产第二大省。近年来果业生产发展迅速,已成为陕西经济的主导产业之一。截止 2009 年,全省种植面积 2551 万亩。其中鲜果面积 1299 万亩、产量 1091 万吨,干杂果面积 1252 万亩。全省苹果面积达 850 万亩,产量 805 万吨,占世界总产量的 1/8、中国总产量的 1/3,面积和产量双居全国第一。核桃种植面积 463 万亩,居全国第二。猕猴桃种植面积 57.5 万亩,总产量 50 万吨,面积和产量均傲居全球第一。陕西果业种植区既有海拔高度适宜、光照充足、雨热同季、日较差大等有利的气候生态区位优势,同时也存在着气候条件脆弱、气象灾害种类多、危害重等特点。陕西特殊的地理位置与复杂地形,使陕西果区成为气候变化高度敏感区,气候变化给陕西果业发展带来了新的机遇和挑战。

陕西省经济作物气象服务台,多年来坚持深入果业生产第一线,开展调查研究、科学试验和气象服务,在决策气象服务、公众气象服务以及为果农直接服务中取得了可喜成绩,深受各级领导、果业管理部门和广大果农的欢迎和好评。《果树气象服务基础》集合了果树生长发育与气候生态环境的基础理论,凝聚了陕西省经济作物气象服务台多年来果树气象科研成果和果业气象服务的经验总结。本书从气象角度上,较系统地介绍了果树气象服务的基础理论知识,为深化果业气象服务内涵、拓展果业气象服务领域,准备了较为雄厚的理论知识和服务思路。本书从实践出发,分树种介绍了不同果树的生物学特性、果树生长发育与气候资源的供需矛盾特点、气象灾害发生规律和防御对策以及关键生育时段的田间管理、病虫害防治等实用技术方法。书中还简要介绍了陕西主要果树气候区划成果、农用天气指数预报技术以及重大果业气象服务的影响和效益评估等。通过对本书的研读,将进一步开阔果业气象服务思路,提升果业气象服务能力和水平。

本书系统性较强,理论知识雄厚,资料翔实可靠,为建立和改进我国果业气象服务业务提供了一定的基础,可作为果业气象服务的教科书和工具书,供从事果树学、园艺学、农业气象学及果树生产管理部门人员参考,希望能够对基层果业技术人员、果业协会及广大果农学习果树气象知识,趋利避害,加强果园管理,不断提升果树种植效益提供参考和帮助。



2010年6月19日于西安

前 言

改革开放以来,我国农业产业结构发生了巨大变化,果业种植面积和规模迅速扩大,逐步成为地方经济和农民致富奔小康的支柱产业,引起了各级政府和广大人民群众的高度关注和认可。据统计,截止 2009 年陕西省主要果树种植面积达 2551 万亩,总产量达 1200 万吨,其中苹果产量达 805 万吨,占全国产量的 1/3,占世界产量的 1/8。全省果业总产值达 175 亿元,果业收入占基地县果农收入的 50%以上,人均果业纯收入达 2000 元左右,苹果基地县果农人均纯收入达 4000~6000 元,规划到 2012 年新增果园面积达千万亩,陕西果业的迅速发展,给气象为农服务提出了新的需求和挑战,气象为农服务必须转移到粮棉油与果业气象服务并重的轨道上来。受过去“以粮为纲”的思想影响,有关果树气象方面的科研、业务服务、成果推广等工作基础薄弱,对全方位、系列化、多层次搞好果业气象服务带来了困难,同时,随着大气温室效应加剧,气候变化及其引发的极端天气气候事件和重大气象灾害对果业的影响明显增强,基层果业管理干部、果业技术人员及广大果农等急需了解果业与气象的相关知识,以便准确了解并应用气象信息,适时采取有效措施,充分利用有利气候条件,减缓不利气候条件和灾害影响,促进增产增收,提高种植效益。

陕西省经济作物气象服务台 2000 年成立以来,在果业气象科研和服务中积极探索和实践,在深入生产一线调查研究中,认真了解基层果业管理干部、技术人员及广大果农对气象、果业气象知识的需求和期盼,在十多年的果业气象服务实践基础上,集广大气象和果业科技人员的智慧,编著了这本《果树气象服务基础》,以求对果业气象服务有所启迪和帮助,对果业提质增效和可持续发展做出积极贡献。

《果树气象服务基础》主要分三部分,第一编为果树气象服务理论基础,概述了气象条件对果树形成的生理、生态、物理、化学影响机制及其效应,较详细地讨论了光、温、水、土壤、地形、气象灾害、病虫害与果树生长的关系。并及时吸取国内外果树气象最新研究成果,力求在理论上深入探索果树生产与气象的关系,在应用上兼顾实践性、可操作性和综合性。第二编为主要果树气象服务概述,结合果树的地理分布、种植规模及市场前景选取苹果、梨、猕猴桃、柑橘、石榴、葡萄、樱桃、桃、核桃、枣、板栗、柿 12 种果树分别从生物学特性、栽培气候生态条件,气象灾害特点及防御,病虫害发生的气象条件及关键发育期的田间管理要点等方面作了较为详细的叙述,这部分既有理论介绍,又有陕西省经济作物气象服务台果树气象服务的经验积累与总结。第三编为果树气象服务技术方法选编,是陕西省经济作物气象服务台多年来围绕果业生产需求所研究开发的果树气象服务部分成果和技术方法,是一项开创性的工作,对开展气象为农服务具有较强的启迪与参考价值,其中精细化果树气候适应性区划、苹果优质区北扩气候论证及苹果指数预报等技术在当地果业生产实践中产生了显著的经济效益和社会效益,深受各级政府、科技人员及广大果农的欢迎和好评。

本书是集体智慧的结晶,希望书中的内容可以为从事果树气象服务的科技人员、从事果业

生产、仓储、运输、销售的管理与技术人员及广大果农提供知识和帮助,成为不可或缺的工具和参考。

本书在编写过程中得到了陕西省气象局副局长杜继稳研究员、陕西省果业局首席苹果专家郭民主研究员的支持与帮助,陕西省经济作物气象服务台刘耀武研究员审阅了全书,并提出了许多宝贵意见,在此一并表示衷心感谢。

果树气象是既古老又年轻的学科,因而书中难免偏颇之处,敬请读者批评指正。

编著者

2010年6月18日

目 录

序

前言

第一编 果树气象服务理论基础

第 1 章 太阳辐射与果树	(3)
1.1 光谱与果树的关系	(3)
1.2 光照长度与果树的关系	(6)
1.3 光照强度与果树的关系	(9)
1.4 提高果树光能利用率的途径	(13)
第 2 章 温度与果树	(15)
2.1 气温对果树体温的影响	(15)
2.2 温度的果树生物效应	(17)
2.3 温度与果树的分布和生长发育	(21)
2.4 果园温度调节的农业技术措施	(24)
第 3 章 水湿条件与果树	(28)
3.1 水分的气象效应	(28)
3.2 降水对果树的作用	(31)
3.3 空气湿度与果树的关系	(32)
3.4 水湿条件与果树生长发育	(34)
3.5 提高水分利用率的途径	(36)
第 4 章 地形气候与果树	(37)
4.1 地形对辐射的影响	(37)
4.2 地形对温度的影响	(40)
4.3 地形对降水的影响	(43)
4.4 地形对风的影响	(45)
4.5 地形气候与果树生长	(46)
第 5 章 土壤气候与果树	(48)
5.1 土壤温度	(48)
5.2 土壤水分	(51)
5.3 土壤空气	(56)

第 6 章 大气因子与果树	(58)
6.1 二氧化碳与果树	(58)
6.2 大气污染与果树生产	(60)
第 7 章 果树气象灾害	(65)
7.1 冷害、冻害、霜冻害	(65)
7.2 干旱与洪涝	(71)
7.3 高温热害	(74)
7.4 大风与冰雹	(75)
第 8 章 果树病虫害与气象条件	(79)
8.1 果树病害与气象条件	(79)
8.2 果树虫害与气象条件	(82)
8.3 果树病虫害防治与气象条件	(85)
第 9 章 果品贮藏运输与气象条件	(90)
9.1 果品采摘前后的气象条件与贮藏	(90)
9.2 温度与果品贮藏	(92)
9.3 光、水、风、气体与果品贮藏.....	(96)
9.4 果品运输与气象条件	(100)

第二编 主要果树气象服务概述

第 10 章 苹果气象服务	(105)
10.1 苹果树的地域分布.....	(105)
10.2 苹果树的生物学特性.....	(106)
10.3 苹果树栽培的气候生态条件.....	(109)
10.4 苹果树的主要气象灾害及防御.....	(110)
10.5 苹果树病虫害与气象条件.....	(113)
10.6 苹果树生长发育的气象条件与田间工作.....	(119)
第 11 章 梨气象服务	(122)
11.1 梨树的地域分布.....	(122)
11.2 梨树的生物学特性.....	(122)
11.3 梨树栽培的气候生态条件.....	(126)
11.4 梨树的主要气象灾害与防御.....	(128)
11.5 梨树病虫害与气象条件.....	(129)
11.6 梨树生长发育的气象条件与田间工作.....	(135)
第 12 章 猕猴桃气象服务	(137)
12.1 猕猴桃的地域分布.....	(137)
12.2 猕猴桃的生物学特性.....	(138)
12.3 猕猴桃栽培的气候生态条件.....	(142)
12.4 猕猴桃的主要气象灾害与防御.....	(143)

12.5	猕猴桃病虫害与气象条件·····	(145)
12.6	猕猴桃生长发育的气象条件与田间工作·····	(148)
第 13 章	柑橘气象服务 ·····	(150)
13.1	柑橘树的地域分布·····	(150)
13.2	柑橘树的生物学特性·····	(150)
13.3	柑橘树栽培的气候生态条件·····	(153)
13.4	柑橘树的主要气象灾害与防御·····	(154)
13.5	柑橘树病虫害与气象条件·····	(155)
13.6	柑橘树生长发育的气象条件与田间工作·····	(160)
第 14 章	石榴气象服务 ·····	(162)
14.1	石榴树的地域分布·····	(162)
14.2	石榴树的生物学特性·····	(162)
14.3	石榴树栽培的气候生态条件·····	(164)
14.4	石榴树的主要气象灾害与防御·····	(165)
14.5	石榴树病虫害与气象条件·····	(166)
14.6	石榴树生长发育的气象条件与田间工作·····	(170)
第 15 章	葡萄气象服务 ·····	(172)
15.1	葡萄的地域分布·····	(172)
15.2	葡萄的生物学特性·····	(172)
15.3	葡萄栽培的气候生态条件·····	(177)
15.4	葡萄的主要气象灾害与防御·····	(179)
15.5	葡萄病虫害与气象条件·····	(181)
15.6	葡萄生长发育的气象条件与田间工作·····	(185)
第 16 章	樱桃气象服务 ·····	(187)
16.1	樱桃树的地域分布·····	(187)
16.2	樱桃树的生物学特性·····	(187)
16.3	樱桃树栽培的气候生态条件·····	(190)
16.4	樱桃树的主要气象灾害与防御·····	(191)
16.5	樱桃树病虫害与气象条件·····	(193)
16.6	樱桃树生长发育的气象条件与田间工作·····	(195)
第 17 章	桃气象服务 ·····	(198)
17.1	桃树的地域分布·····	(198)
17.2	桃树的生物学特性·····	(198)
17.3	桃树栽培的气候生态条件·····	(200)
17.4	桃树的气象灾害与防御·····	(201)
17.5	桃树病虫害与气象条件·····	(202)
17.6	桃树生长发育的气象条件与田间工作·····	(205)
第 18 章	核桃气象服务 ·····	(207)
18.1	核桃树的地域分布·····	(207)

18.2	核桃树的生物学特性·····	(207)
18.3	核桃树栽培的气候生态条件·····	(209)
18.4	核桃树的主要气象灾害与防御·····	(210)
18.5	核桃树病虫害与气象条件·····	(211)
18.6	核桃树生长发育的气象条件与田间工作·····	(215)
第 19 章	枣树气象服务 ·····	(217)
19.1	枣树的地域分布·····	(217)
19.2	枣树的生物学特性·····	(217)
19.3	枣树栽培的气候生态条件·····	(220)
19.4	枣树的主要气象灾害与防御·····	(221)
19.5	枣树病虫害与气象条件·····	(222)
19.6	枣树生长发育的气象条件与田间工作·····	(224)
第 20 章	板栗气象服务 ·····	(226)
20.1	板栗树的地域分布·····	(226)
20.2	板栗树的生物学特性·····	(226)
20.3	板栗树栽培的气候生态条件·····	(228)
20.4	板栗树的主要气象灾害与防御·····	(229)
20.5	板栗树病虫害与气象条件·····	(230)
20.6	板栗树生长发育的气象条件与田间工作·····	(233)
第 21 章	柿气象服务 ·····	(235)
21.1	柿树的地域分布·····	(235)
21.2	柿树的生物学特性·····	(235)
21.3	柿树栽培的气候生态条件·····	(237)
21.4	柿树的主要气象灾害与防御·····	(238)
21.5	柿树病虫害与气象条件·····	(239)
21.6	柿树生长发育的气象条件与田间工作·····	(242)

第三编 果树气象服务技术方法

第 22 章	苹果产量预报方法 ·····	(247)
22.1	全省苹果单产非线性预测模式·····	(247)
22.2	全省苹果产量多因子线性回归预测模式·····	(249)
22.3	苹果产量双向差分预测模式原理与应用·····	(253)
第 23 章	苹果气象服务指数预报方法 ·····	(255)
23.1	苹果气象灾害指数的定义和序列建立方案·····	(255)
23.2	苹果生长适宜指数的定义和序列建立方案·····	(256)
23.3	陕西苹果花期冻害年型划分及预报模型研究·····	(258)
23.4	陕西苹果气象指数预报·····	(260)

第 24 章 果树与气候变化	(263)
24.1 陕西果树气候适应性区划成果	(263)
24.2 气候变化与陕西果业	(268)
24.3 气候变化与陕西苹果优质区北扩	(273)
第 25 章 陕西林果气象业务服务系统设计	(276)
25.1 系统结构	(276)
25.2 基础数据库	(277)
25.3 系统功能	(278)
25.4 陕西林果气象业务服务系统框架	(280)
附录 1 陕西主栽果树种植基地县气象条件(1961—2008)	(281)
附录 2 陕西主栽果树的物候观测资料	(286)
附录 3 重大决策气象服务材料	(295)
参考文献	(306)

第一编

果树气象服务理论基础

第1章	太阳辐射与果树
第2章	温度与果树
第3章	水湿条件与果树
第4章	地形气候与果树
第5章	土壤气候与果树
第6章	大气因子与果树
第7章	果树气象灾害
第8章	果树病虫害与气象条件
第9章	果品贮藏运输与气象条件

第1章 太阳辐射与果树

太阳辐射是地球上一切生命活动最主要的能量来源,也是果树生命活动过程的主要影响因子。太阳辐射对果树的影响由光谱成分、光照长度、光照强度以及光暗交替周期长短而定。这些特征的变化均能改变果树生长的数量和性质。光合作用的本质是果树把光能转变成生物化学潜能。而果树产量的高低取决于果树对光能的转化和利用,最终还要受光能利用规律的限制。因而,揭示光与光合作用的内在规律是科学估计生产潜力的根本途径,通过各种栽培技术措施最大限度地利用太阳辐射的光量和能量,不断提高光合效率,是果树气象学的主要研究内容之一。

1.1 光谱与果树的关系

太阳辐射光谱的成分也称为光质。对于果树生产,从气象生理、生化机制来认识光谱与光照强度、光照时间以及光周期具有同等重要意义。

1.1.1 光谱与果树

太阳放射出来的能量,包括可见光和不可见光波以及微粒子流,总称太阳辐射。太阳辐射光谱由不同波长的辐射线组成,太阳辐射波长范围很大,能到达地面的波长在150~5300纳米之间,其中波长小于280微米的波段,在通过大气层后几乎全部被臭氧所吸收。太阳辐射光谱的能量分配,99%集中在150~4000纳米范围内。到达植物表面的太阳辐射光谱,其组成受大气的散射作用、臭氧和水汽对紫外线和红外线的吸收作用以及太阳高度角的影响,在不同地方,不同时间,不同天气条件下是不同的。一般随着太阳高度角的升高,红外线含量减少而紫外线和可见光增多。

太阳辐射对于植物的重要性表现为:第一,热效应,植物截获的大部分太阳辐射将转化为热能,用于植物的蒸腾作用以及维持植物的体温来保证各种代谢过程以合适的速率进行;第二,光合作用,植物将吸收的太阳辐射的一部分用于光合作用,光合作用是植物将光能转化成生物化学能并储存在植物的各种器官和组织中,是果树进行生产的基础;第三,光形态建成,太阳辐射的强度和光谱成分在对植物的生长和发育的调整上起着重要作用,影响植物的高低、分布以及器官功能等;第四,诱发突变,如紫外光等波长很短的高能量辐射,对生物有杀伤作用,特别是它们能改变生物遗传物质的结构而引起突变。

到达地面的太阳辐射光谱,可分成的可见光和不可见光的红外光、紫外光三个部分。兹按波长讨论它们对果树具有的不同作用。

(1) 紫外光

紫外光波长小于400纳米,到达地面的紫外光能量仅为到达地面太阳总辐射的5%。其

中波长小于 280 纳米的短紫外光对果树有伤害作用,波长越短伤害越大,能引起植物的毁灭,故称为灭生性辐射。但因大气的臭氧层对其大量吸收,一般不会到达地面。

波长 280~400 纳米的长紫外光对果树有刺激作用,可促进种子发芽,对土壤有一定的消毒作用。长紫外光对果实着色效果最好,可见光只有微弱的作用,红外光则几乎无作用。长紫外光还可刺激果树树体乙烯的产生,从而促进叶绿素消失和诱导苯丙氨酸氧化酶活性的提高,促进花青素的形成。山地因长紫外光多,温差大,不仅有利于果实着色、成熟,而且一般蛋白质和维生素含量均高。长紫外光短波部分对果树有强烈的抑制生长,甚至破坏原生质的作用。因此,生长在高山和平原的同一果树,由于高山紫外光较多而生长矮小。

(2) 红外光

红外光波长在 760~4000 纳米之间。果树叶片的叶绿体不能直接吸收红外光,对果树的生理过程没有实际作用,所以称为非生物辐射。红外光对果树的影响主要反应在热效应上。到达地面的红外光能量约为到达地面太阳总辐射能 43%,其中:13%被反射,11%透过叶片,19%被吸收。被果树吸收部分用于促进体内循环,通过蒸腾耗热与叶面辐射而全部损失掉。红外光为土壤、水分、空气和树体增热,其热效应对果树萌芽和生长有刺激作用。

(3) 可见光

可见光波长在 400~760 纳米之间。可见光对果树的光化学反应和生活机能具有决定性作用。到达植物表面的可见光能量约为到达地面太阳总辐射能量 52%,其中约 5%被反射,3%透过叶片,约 44%被植物吸收。除对植物除产生热效应之外,能够引起多种的特殊生理、生化反应。可见光按其波长又可分为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七色光,不同光的生理效应是由不同颜色的光线来承担的。光线首先要被植物细胞特有的接受体——色素接受后才能发挥作用。叶绿素对各种波长具有选择吸收性。能够被植物色素吸收具有生理活性的波段约在 380~710 纳米之间,称为光合有效辐射或生理辐射。根据 H·A·叶菲莫娃研究,光合有效辐射(RQ)可用在水平面上所测到的太阳直射辐射(S)和散射辐射(D)来计算,其计算式如下:

$$RQ = 0.43S + 0.57D$$

可见光不同波长的辐射能量,依照波长愈长、频率愈低,则光量子的能量愈低的规律,红光量子的能量低于蓝光量子的能量如表 1.1。

表 1.1 可见光的能量

波长(纳米)	颜色	能量(焦耳/摩尔)
700	红	17.10×10^4
650	橙	18.37×10^4
600	黄	19.94×10^4
500	蓝	23.93×10^4
400	紫	29.92×10^4

(梅镇安等,1987)

光合有效辐射所处的波段与可见光所处的波段基本一致,所以在果树气象学中着重研究可见光与果树生产的关系:

① 红光

红光波长所处范围 620~760 纳米,波长典型值为 640 纳米。打破休眠、幼苗叶片的展开