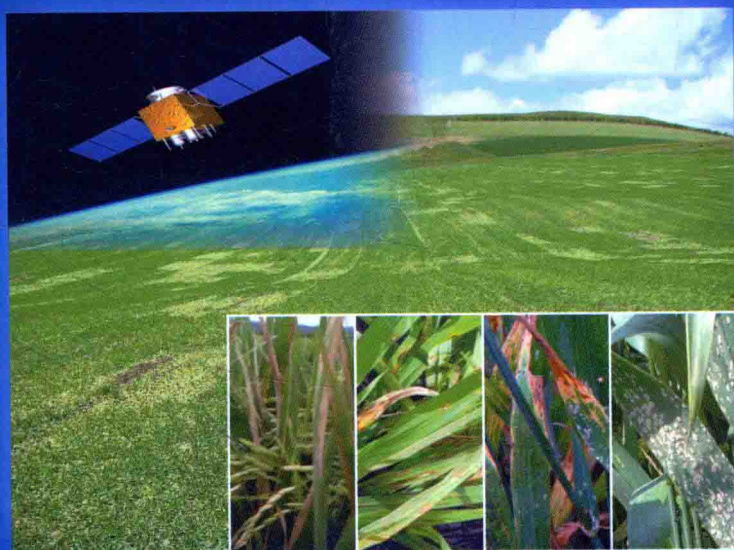




地球观测与导航技术丛书

作物病虫害遥感监测与预测

黄文江 张竞成 罗菊花 等著
赵晋陵 黄林生 周贤锋



科学出版社



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLISHING FUND PROJECT

地球观测与导航技术丛书

作物病虫害遥感监测与预测

黄文江 张竞成 罗菊花 等 著
赵晋陵 黄林生 周贤锋

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是作者多年来从事农作物病虫害研究与应用的成果。书中涉及的内容主要反映了2010年以来作者所在研究团队在中国科学院“百人计划”项目、遥感与数字地球研究所所长创新基金、国家863计划、国家自然科学基金、国家科技支撑计划、公益性行业(农业)科技专项、北京市自然科学基金等项目支持下,与多家科研、教学和应用示范单位通力合作取得的科研成果。本书系统介绍利用遥感、地理信息系统,结合农学、植物保护学、农业气象学和数学等学科对主要作物病虫害开展遥感监测与预测研究及构建遥感监测和预测系统。全书由五部分组成。第一部分介绍作物病虫害遥感监测与预测研究意义与现状;第二部分介绍非成像光谱技术监测作物病虫害研究;第三部分介绍成像遥感技术监测作物病虫害研究;第四部分介绍作物病虫害遥感预测研究;第五部分介绍作物病虫害遥感监测与预测系统。

本书可供从事农业信息技术、“3S”技术应用、农业植物保护、农业气象及农业推广部门工作者参考,也可作为农林业等科学领域的科研和教学人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

作物病虫害遥感监测与预测/黄文江等著. —北京:科学出版社,2015.10
(地球观测与导航技术丛书)
ISBN 978-7-03-045870-4

I. ①作… II. ①黄… III. ①遥感技术-应用-病虫害防治-作物监测
IV. ①S435-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第234549号

责任编辑:苗李莉 朱海燕 / 责任校对:张小霞

责任印制:肖 兴 / 封面设计:王 浩

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015年10月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2015年10月第一次印刷 印张:24

字数:570 000

定价:139.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《地球观测与导航技术丛书》编委会

顾问专家

徐冠华 龚惠兴 童庆禧 刘经南 王家耀
李小文 叶嘉安

主 编

李德仁

副主编

郭华东 龚健雅 周成虎 周建华

编 委 (按姓氏汉语拼音排序)

鲍虎军	陈 戈	陈晓玲	程鹏飞	房建成
龚建华	顾行发	江碧涛	江 凯	景贵飞
景 宁	李传荣	李加洪	李 京	李 明
李增元	李志林	梁顺林	廖小罕	林 琿
林 鹏	刘耀林	卢乃锰	闫国年	孟 波
秦其明	单 杰	施 闯	史文中	吴一戎
徐祥德	许健民	尤 政	郁文贤	张继贤
张良培	周国清	周启鸣		

《地球观测与导航技术丛书》出版说明

地球空间信息科学与生物科学和纳米技术三者被认为是当今世界上最重要、发展最快的三大领域。地球观测与导航技术是获得地球空间信息的重要手段,而与之相关的理论与技术是地球空间信息科学的基础。

随着遥感、地理信息、导航定位等空间技术的快速发展和航天、通信和信息科学的有力支撑,地球观测与导航技术相关领域的研究在国家科研中的地位不断提高。我国科技发展中长期规划将高分辨率对地观测系统与新一代卫星导航定位系统列入国家重大专项;国家有关部门高度重视这一领域的发展,国家发展和改革委员会设立产业化专项支持卫星导航产业的发展;工业和信息化部、科学技术部也启动了多个项目支持技术标准化和产业示范;国家高技术研究发展计划(863 计划)将早期的信息获取与处理技术(308、103)主题,首次设立为“地球观测与导航技术”领域。

目前,“十一五”计划正在积极向前推进,“地球观测与导航技术领域”作为 863 计划领域的第一个五年计划也将进入科研成果的收获期。在这种情况下,把地球观测与导航技术领域相关的创新成果编著成书,集中发布,以整体面貌推出,当具有重要意义。它既能展示 973 计划和 863 计划主题的丰硕成果,又能促进领域内相关成果传播和交流,并指导未来学科的发展,同时也对地球观测与导航技术领域在我国科学界中地位的提升具有重要的促进作用。

为了适应中国地球观测与导航技术领域的发展,科学出版社依托有关的知名专家支持,凭借科学出版社在学术出版界的品牌启动了《地球观测与导航技术丛书》。

丛书中每一本书的选择标准要求作者具有深厚的科学研究功底、实践经验,主持或参加 863 计划地球观测与导航技术领域的项目、973 计划相关项目以及其他国家重大相关项目,或者所著图书为其在已有科研或教学成果的基础上高水平的原创性总结,或者是相关领域国外经典专著的翻译。

我们相信,通过丛书编委会和全国地球观测与导航技术领域专家、科学出版社的通力合作,将会有一大批反映我国地球观测与导航技术领域最新研究成果和实践水平的著作面世,成为我国地球空间信息科学中的一个亮点,以推动我国地球空间信息科学的健康和快速发展!

李德仁

2009 年 10 月

序

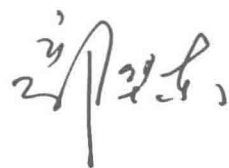
农作物病虫害是我国农业生产中严重的生物灾害,是制约农业高产、优质、高效、生态、安全的主导因素。然而,我国在作物重大病虫害灾变机理和规律、大面积快速的病虫害监测方法及灾变趋势的预测等方面的基础性和公益性研究仍较薄弱,造成病虫害的防控一直处于被动局面。近年来,极端气候频发,病虫害发生和流行都呈加重趋势,对粮食安全生产构成严重威胁,而传统的病虫害目测手查单点监测方法和有限站点的气象预测方法远远不能满足对病虫害的大面积及时防控,农药的大量施用,造成严重的农业面源污染,并影响农产品的品质和农产品安全。因此,当前迫切需要发展和应用大面积、快速的病虫害监测与预测方法。该书针对农业高产、优质、安全的需求,系统研究了主要作物重大病虫害的发生发展特征、遥感监测机理、大面积快速监测方法及预测预警关键技术,相信对保障我国粮食安全、食品安全和广大农民增产增收将产生重要而深远的影响。

遥感技术具有宏观、动态、快速、连续等特点,使其在作物病虫害监测预报研究中具有独特优势,主要在于一方面能够实时获取面上连续的病虫害发生信息,突破了传统地面调查方法目测手查的单点监测方法,解决了传统方法代表性和实效性差的问题;另外能够快速获取连续的病虫害发生发展的生境信息,结合地面点观测及气象数据等,借助地理信息系统,可进行作物病虫害发生适宜性评价和发展趋势及迁移方向的中短期预测,弥补了仅用气象数据和病虫害发生历史资料进行长期预测的局限性。

黄文江研究员是中国科学院遥感与数字地球研究所学术带头人,在国内外率先系统开展了作物病虫害遥感监测研究。十余年来,他一直从事作物长势监测与作物病虫害遥感监测预测等农业遥感领域的研究工作,并在该领域取得了一系列创新性成果。该书通过系统地分析当前我国主要农作物重大病虫害的发生特点和监测预测研究现状,以近年来作者的团队在病虫害监测及预测方面开展的大量实验和研究为实例,系统全面地阐述了作物病虫害的遥感监测机理、成像和非成像遥感监测方法和预测预报关键技术。该书汇集了作者及其团队数年来的重要研究成果,采用了大量的第一手实验数据,既体现了基础与前沿相结合的特色,又突出了新颖性及实用性的特点,可供农业部门、植物保护部门和科研教学单位参考和借鉴,是一本值得农业植物保护应用人员、科研实践及教学工作者认真阅读的参考书。

大数据时代的到来,为遥感技术促进学科发展提供了宝贵机遇,遥感技术的发展与应用研究相辅相成。笔者希望该书能对青年遥感工作者有所帮助,能够为我国遥感技术发

展与应用工作起到推动作用。衷心祝愿作者在该领域取得更大进步,同时也希望年轻的遥感学者们在遥感学科领域勇攀高峰,为促进遥感科学发展做出更大的贡献。



中国科学院院士

2015 年 5 月 18 日

前 言

在全球气候变化背景下,局地气温、降水、湿度等气候要素的异常改变加重了农作物病虫害发生、发展和暴发的可能性,给农业生产造成了巨大损失。据联合国粮农组织(FAO)估计,世界粮食产量常年因病害损失 14%,虫害损失 10%;中国每年因各种病虫害引起的粮食损失约 400 亿 kg,占全国粮食总产量的 8.8%。粮食安全始终是关系我国国民经济发展、社会稳定和国家自立的全局性重大战略问题。

中国作为农业大国,农作物病虫害具有发生种类多、影响范围广和局部暴发成灾等特点。近年来,病虫害的发生和流行都呈加重趋势,使病虫害的防控任务更加艰巨。作物病虫害的频繁发生和流行,除与作物品种、气象因素和农田管理水平有关外,大面积监测预测手段及方法的落后也是主要原因之一。目前,我国在病虫害监测预测方面主要还是依靠人工目测手查、田间取样等方式。这些传统方法虽真实性和可靠性较高,但耗时、费力,且存在代表性、时效性差和主观性强等弊端,难以适应当前大范围病虫害实时监测和预测的需求。遥感技术是目前唯一能在大范围内快速获取空间连续地表信息的手段,其在农作物种植面积提取和长势监测、遥感估产等方面开展了广泛的研究和应用。随着空间信息技术的发展,尤其是近年来卫星、航空和无人机技术的发展,各类机载、星载遥感数据源不断增多,为各级用户提供了高空间、高时间和高光谱分辨率的遥感信息产品,为作物病虫害监测预测提供了宝贵契机。如何利用新型遥感探测技术开展作物病虫害遥感机理探测研究,实现大面积、快速作物病虫害监测预测,构建业务化运行的监测和预测系统对保障粮食安全,增加农民收入,减轻环境污染,确保农产品质量,实现农业可持续发展等具有重要理论和现实意义。

本书正是利用遥感探测技术,结合农学、植物保护学、农业气象学和数学等学科对主要作物病虫害开展遥感探测研究,并构建遥感监测和预测系统。书中内容主要反映了 2010 年以来本研究团队承担科研项目成果,主要包括:中国科学院“百人计划”项目“植被定量遥感参数反演与真实性检验”,中国科学院遥感与数字地球研究所所长基金项目“全国主要作物病虫害遥感监测和预报系统构建”(Y5ZZ01101B),国家自然科学基金项目“作物养分空间维和时间维扩展遥感监测研究”(41072276)、“多源数据小麦病害遥感识别与监测方法研究”(41271412),北京市自然科学基金项目“小麦条锈病的高光谱遥感监测机理和损失评估研究”(4052014),公益性行业(农业)科技专项“小麦苗情遥感监测技术”(200903010-03)、“南疆四地州农田主要病虫害遥感监测技术”(201503219-7)等。本书是著者研究团队与多家科研、教学和应用示范单位通力合作取得的科研成果,同时也反映了培养的硕/博士研究生和博士后们的部分学术成果。

本书由五部分组成,共分 10 章。第一部分重点介绍作物病虫害遥感监测与预测研究意义与现状,包括第 1 章和第 2 章内容,分别为绪论和作物病虫害遥感监测机理与方法;第二部分为非成像光谱技术监测作物病虫害研究,包括第 3~5 章,其中,第 3 章介绍作物病害非成像遥感监测研究,第 4 章介绍作物虫害非成像遥感监测研究,第 5 章介绍作物病

虫害遥感区分研究;第三部分为成像遥感技术监测作物病虫害研究,包括第6章和第7章,其中,第6章介绍作物病虫害成像高光谱遥感解析,第7章介绍作物病虫害多光谱遥感监测研究;第四部分为作物病虫害遥感预测研究,包括第8章和第9章,其中,第8章介绍基于病害流行条件的区域病害预测研究,第9章介绍基于多源数据生境评价的病虫害预测研究;第五部分为作物病虫害遥感监测与预测系统,包括第10章,重点阐述作物主要病虫害遥感监测与预测系统。

本书作者都是直接参与相关课题研究的专家和技术骨干。其中,第一部分由黄文江、罗菊花、周贤锋、张竞成、刘林毅、刘良云等撰写;第二部分由黄文江、罗菊花、张竞成、刘占宇、黄敬峰、周贤锋、袁琳、王静等撰写;第三部分由赵晋陵、竞霞、刘良云、黄林生、张东彦、蒋金豹、鲁军景等撰写;第四部分由张竞成、袁琳、唐翠翠、聂臣魏、管青松等撰写;第五部分由杜小平、董莹莹、刘林毅、杨小冬、潘瑜春等撰写;全书由黄文江、周贤锋、罗菊花、张竞成、赵晋陵、袁琳、黄林生、刘占宇、董莹莹等统稿。此外,北京市农林科学院宋晓宇、杨贵军、顾晓鹤、徐新刚、马智宏、常红等为本书所涉及的实验数据的获取,付出了辛勤的劳动。在本书的撰写和修改过程中,南京信息工程大学景元书教授,北京师范大学陈云浩教授,中国农业大学马占鸿教授,中国矿业大学蒋金豹副教授,中国农业科学院王利民副研究员、周益林研究员和程登发研究员,中国农业大学王鹏新教授,浙江大学黄敬峰教授,中国科学院遥感与数字地球研究所刘良云研究员、张兵研究员和彭代亮、焦全军副研究员以及张清博士,全国农业技术推广服务中心姜玉英研究员和杨普云研究员,CABI 中国张峰博士、李红梅博士等提出了宝贵意见,在此一并表示感谢。

随着遥感技术的发展和农业信息化的不断深入,作物病虫害遥感监测预测方法与技术将不断走向成熟。著者期望本书的问世能为作物病虫害研究提供参考,促进病虫害监测预测研究的发展。由于著者水平和精力所限,书中内容和观点难免存在不足之处,恳请读者不吝指教。

黄文江

2015年4月

目 录

《地球观测与导航技术丛书》出版说明

序

前言

第一部分 作物病虫害遥感监测与预测研究意义及现状

第1章 绪论	3
1.1 研究意义	3
1.2 作物主要病虫害危害与特点	4
1.3 研究现状	9
1.4 作物病虫害遥感监测与预测研究评述	16
参考文献	17
第2章 作物病虫害遥感监测机理与方法	22
2.1 作物病虫害胁迫生理机制与光谱响应特性	22
2.2 作物病虫害光谱特征提取	28
2.3 作物病虫害遥感监测算法	40
参考文献	52

第二部分 非成像光谱技术监测作物病虫害研究

第3章 作物病害非成像遥感监测研究	65
3.1 小麦条锈病高光谱遥感监测	65
3.2 小麦白粉病高光谱遥感监测	75
3.3 水稻胡麻叶斑高光谱遥感监测	95
3.4 棉花黄萎病高光谱遥感监测	102
参考文献	115
第4章 作物虫害非成像遥感监测研究	120
4.1 稻纵卷叶螟高光谱遥感监测	120
4.2 小麦蚜虫高光谱遥感监测	127
参考文献	145
第5章 作物病虫害遥感区分研究	147
5.1 作物病虫害与养分胁迫遥感区分方法	147
5.2 作物不同病虫害类型遥感区分方法	162
参考文献	178

第三部分 成像遥感技术监测作物病虫害研究

参考文献	190
第6章 作物病虫害成像高光谱遥感解析	191
6.1 小麦条锈病图谱解析	191
6.2 小麦白粉病图谱解析	196
6.3 小麦蚜虫图谱解析	201
参考文献	210
第7章 作物病虫害多光谱遥感监测研究	211
7.1 小麦条锈病多光谱卫星遥感监测	211
7.2 小麦白粉病多时相卫星遥感监测	220
7.3 棉花黄萎病多时相卫星遥感监测	254
7.4 小麦蚜虫多光谱卫星遥感监测	290
7.5 玉米黏虫多时相卫星遥感监测	301
参考文献	306

第四部分 作物病虫害遥感预测研究

第8章 基于病害流行条件的区域病害预测研究	313
8.1 基于气象因素的作物病害中期预测	313
8.2 耦合菌源、气象和遥感信息的病害预测方法	324
8.3 小结	334
参考文献	334
第9章 基于多源数据生境评价的病虫害预测研究	337
9.1 基于多源数据小麦白粉病预测	337
9.2 基于遥感数据和气象数据小麦蚜虫预测	347
参考文献	353

第五部分 作物病虫害遥感监测与预测系统

第10章 作物主要病虫害遥感监测与预测系统	357
10.1 病虫害监测与预测系统设计	357
10.2 作物病虫害遥感监测与预测系统应用实例	364
10.3 小结	370
索引	371

第一部分 作物病虫害遥感监测与预测 研究意义及现状

第1章 绪 论

1.1 研究意义

农作物病虫害一直以来是制约农业生产的重要因素,对作物的产量和品质造成较大的影响。据联合国粮农组织(FAO)估计,世界粮食产量常年因虫害损失 10%,因病害损失 14%左右。我国作为一个地形复杂、气候和种植结构多样的大国,农业生产受到多种重大流行性病害和迁飞性虫害的影响。特别是近年来,在全球气候变暖大背景下,伴随着各类灾害和异常天气的频繁出现,作物病虫害的分布范围和流行程度有明显扩大和增强趋势,这给病虫害的预警和防控工作提出了更加严峻的挑战。Piao 等(2010)分析了中国 1971~2007 年的作物病虫害发生面积及对应的农药施用量,发现病虫害发生面积在 1971~2007 年呈明显的增加趋势,从 1971 年的约 1 亿 ha 增加到 2007 年的约 3.45 亿 ha,其中,1986~2007 年增加速率较 1971~1985 年更快。同时,农药施用量也明显增加,从 1971 年的约 60 万 t 增加到了 2007 年的约 130 万 t(图 1-1)。另外,全国农作物病虫害监测网数据显示,2013 年,我国全年生物性灾害发生面积达到 73 亿亩次^①,其中,病虫害发生面积高达 55.5 亿亩,远超过鼠害(4.4 亿亩)和草害(13.5 亿亩)的发生面积,成为最严重的农作物生物性灾害。

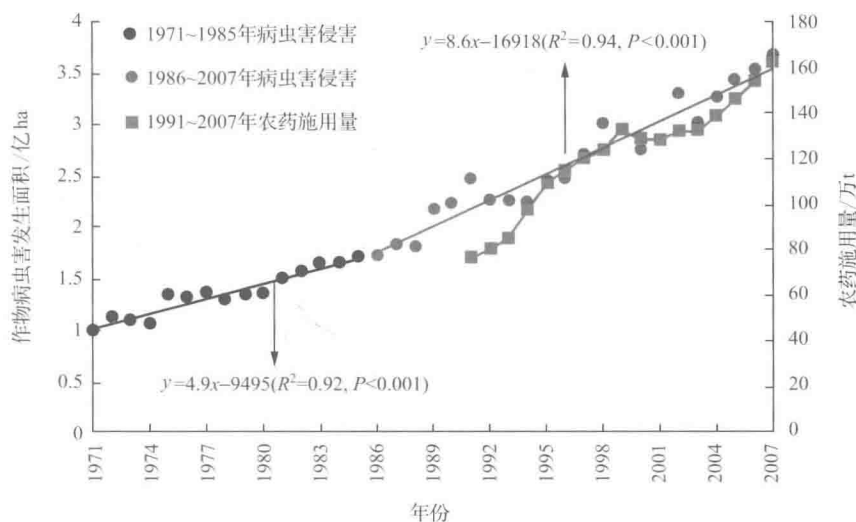


图 1-1 1971~2007 年作物病虫害发生面积及农药使用量

^① 1 亩 $\approx 666.7 \text{ m}^2$ 。

在作物病虫害发生日益严峻的形势下,对病虫害进行大范围、快速、高精度的监测和预警是有效防控的关键。目前作物病虫害的监测和预警主要还是依赖植物保护人员的田间调查、取样等方式。这些传统方法虽然真实性和可靠性较高,但耗时、费力,且存在代表性、时效性差和主观性强等弊端,已难适应目前大范围病虫害实时高效的监测和预报需求。针对这一现状,我国 2013~2015 年的“中央一号文件”均强调推进农作物病虫害专业化统防统治,加强重大病虫害监测预警与联防联控能力建设,支持开展病虫害绿色防控,建立农业可持续发展长效机制的政策导向,这也从国家层面更清晰地提出了关于农业病虫害防控问题的需求和解决思路。

在大范围病虫害监测和预报方面,遥感技术是目前唯一能够在大范围内快速获取空间连续地表信息的手段,成为一种农情获取和解析方面不可替代的技术。近年来,农业遥感技术在农作物估产、品质预报和农业灾害监测等多个方面有着不同程度的研究和应用。随着遥感传感器和遥感平台的快速发展,农业遥感的诸多研究成果正加快向应用转化的速度,在一定程度上改变了传统的作业和管理模式,并推动农业朝优质、高效、生态、安全和现代化、信息化的方向发展。遥感技术在植物保护方面的应用是农业遥感应应用领域的一个重要分支,农业病虫害遥感是针对特定病虫害的特点通过选择合适的数据,融合遥感、模式识别、计算机视觉、数据挖掘等多学科方法,进行病虫害发生和发展的规律分析、模型构建、制图和展示。总体而言,由于病虫害种类、特点的复杂性和发生发展的高度动态性,使这一领域集中了较多的研究,并在理论和方法上形成较鲜明的特点。因此,有必要对作物病虫害遥感监测和预报研究的方法进行系统性梳理和归纳,为进一步研究和应用转化提供参考和借鉴。这方面的探索将有利于减少杀虫剂和杀菌剂的使用量,减轻粮食因为病虫害造成的损失,保证农田生态环境和后续农产品的安全性,同时,对保障我国粮食安全和广大农民增产增收将产生重要而深远的影响。

1.2 作物主要病虫害危害与特点

作物病虫害是我国主要农业灾害类型之一,具有种类多、影响大且时常暴发成灾的特点,其发生范围和严重程度对我国国民经济,特别是农业生产造成了重大损失。病虫害的流行严重影响了我国农业生产,亟需对这些病虫害的发生、发展加以控制,以保障粮食安全生产。遥感技术目前在作物病虫害监测领域的研究和应用范围已涵盖了多种不同的作物和病害类型,包括小麦条锈病、小麦叶锈病、小麦白粉病、小麦蚜虫、棉花黄萎病、棉花根腐病、棉花棉蚜虫、水稻胡麻叶斑病、水稻稻瘟病、水稻干尖线虫病、水稻稻纵卷叶螟、水稻稻飞虱、西红柿早疫病、西红柿晚疫病、蚕豆细菌疫病、蚕豆赤斑病、花生锈病、大豆黄萎病、大豆菌核病、甜菜蛇眼病、甘蔗橘锈病、芹菜核菌病及玉米蚜虫等。本书主要以小麦、玉米和棉花等作物的主要病虫害类型为例,包括小麦条锈病、小麦白粉病、小麦蚜虫,水稻胡麻叶斑病、水稻稻纵卷叶螟,棉花黄萎病,以及玉米黏虫等作物主要病虫害类型,探讨如何利用遥感技术开展病虫害监测与预测研究。首先,介绍上述病虫害的主要危害与发病特征。

1.2.1 小麦条锈病危害与特点

小麦条锈病是小麦锈病的一种,是大区流行性病害。从环境偏好上看,该病属于低温、高湿、强光型真菌性病害,孢子通过空气传播,具有发病广、流行性强、发病概率高的特点,是我国乃至全世界发生最广、危害最大的病害之一。小麦受害后,可导致叶片早枯,成穗数降低,千粒重下降,一般可减产5%~10%,重病田减产达20%以上。我国境内在河北、河南、陕西、山东、山西、甘肃、四川、湖北、云南、青海、新疆等地均有暴发记录,对小麦生产造成了极大的损失。1950年、1964年、1990年、2002年全国4次大流行小麦条锈病,分别造成了约60亿kg、30亿kg、26亿kg、10亿kg的产量损失。近年来,随着新的生理小种和其他致病类型的出现和发展,小麦条锈病危害一直呈加剧态势。

小麦条锈病病原属担子菌亚门真菌。菌丝丝状,有分隔,生长在寄主细胞间隙中,用吸器吸取小麦细胞内养料,在病部产生孢子堆。小麦条锈病的典型症状主要发生在叶片上,其次是叶鞘和茎秆,穗部、颖壳及芒上。苗期染病,幼苗叶片上产生多层轮状排列的鲜黄色夏孢子堆。成株叶片初发病时夏孢子堆为小长条状,鲜黄色,椭圆形,与叶脉平行,且排列成行,呈虚线状,后期表皮破裂,出现锈被色粉状物;小麦近成熟时,叶鞘上出现圆形至卵圆形黑褐色夏孢子堆,散出鲜黄色粉末,即夏孢子。病菌靠分生孢子或子囊孢子借气流传播到感病小麦叶片上,若温湿度条件适宜,病菌萌发出芽管,芽管前端膨大形成附着胞和侵入线,穿透叶片角质层,侵入表皮细胞,形成初生吸器,并向寄主体外长出菌丝,后在菌丝丛中产生分生孢子梗和分生孢子,成熟后脱落,随气流传播蔓延,进行多次再侵染。病菌在发育后期进行有性繁殖,在菌丛上形成闭囊壳。

1.2.2 小麦白粉病危害与特点

小麦白粉病在小麦各生育期均可发生,是一种为害较重的病害,在我国山东沿海、四川、贵州、云南普遍发生。近年来该病在东北、华北、西北麦区,亦有日趋严重之势。小麦受害后,可导致叶片早枯,成穗数降低,千粒重下降,一般可减产5%~10%,重病田达20%以上。

小麦白粉病病原属子囊菌亚门真菌。菌丝体表寄生,蔓延于寄主表面在寄主表皮细胞内形成吸器吸收寄主营养。在与菌丝垂直的分生孢子梗端,串生10~20个分生孢子,椭圆形,单胞无色,侵染力持续3~4天。

病菌靠分生孢子或子囊孢子借气流传播到染病小麦叶片上,其后的侵染过程和小麦条锈病类似。病菌越冬方式有两种:一是以分生孢子形态越冬;二是以菌丝体潜伏在寄主组织内越冬。越冬病菌先侵染底部叶片呈水平方向扩展,后向中上部叶片发展,发病早期发病中心明显。冬麦区春季发病菌源主要来自当地。春麦区,除来自当地菌源外,还来自邻近发病早的地区。当植株生长衰弱,施肥管理不当时亦容易加重病情。

1.2.3 小麦蚜虫危害与特点

小麦蚜虫又叫腻虫,其分布极广,几乎遍及世界各产麦国。在我国为害小麦的蚜虫有多种,通常包括:麦长管蚜、麦二叉蚜、黍缢管蚜、无网长管蚜。严重危害我国小麦的蚜虫

主要有三种,包括:禾溢管蚜、麦长管蚜和麦二叉蚜,但常年以麦长管蚜和麦二叉蚜发生数量最多,为害最重。一般麦长管蚜无论南北方密度均相当大,但偏北方发生更重。

小麦麦蚜危害主要包括直接为害和间接为害两个方面。直接为害主要以成、若蚜吸食幼嫩或开始衰老的叶片、茎秆、嫩头和嫩穗的汁液,危害小麦正常发育,苗期受害严重时小麦会生长停滞,分蘖减小,危害的同时蚜虫会排出蜜露,附着在叶表面,常使叶面生霉变黑,严重地影响小麦叶片的光合作用,最终造成小麦减产。麦长管蚜多在植物上部叶片正面为害,抽穗灌浆后,迅速增殖,集中在穗部为害。间接为害是指麦蚜能在为害的同时,传播小麦病毒病,其中以传播小麦黄矮病为害最大。前期危害可造成麦苗发黄,影响生长,后期危害叶片发生卷曲,植株发油发黑,千粒重降低,严重时麦穗枯白,不能结实,甚至整株枯死,严重影响小麦产量。

小麦蚜虫的生活习性因种类而异。麦长管蚜喜光耐湿,喜中温不耐高温,适湿范围为相对湿度 40%~80%,适温范围为 16~25℃。天气干旱时,蚜虫发生量一般较大。因为湿度低时,植物中的含水量相对较少,而营养物质相对较多,有利于其生长发育。因此,干旱期间降雨对麦长管蚜的繁殖无不利影响,雨后蚜量突增而形成灾害。但过于干旱会使得植物过分缺水,会增加汁液黏滞性,降低细胞膨压,造成蚜虫取食困难,影响其生长发育。相反,如果夏季多雨,植物含水量过多,酸度就会增大,从而引起消化不良,造成蚜虫蚜量死亡。持续 2~3 天的中雨对麦蚜发生也有明显的抑制作用,尤其是抽穗期遇到中雨,对翅蚜在麦穗上生活、繁殖都不利,蚜害偏轻。因此,降雨通过对大气湿度的影响而间接影响蚜量消长,特别是大雨对麦长管蚜的发生不利,暴风雨的机械冲击常使蚜量明显下降。据文献报道,当一小时降雨达到 30mm,伴随大风时,蚜量的下降率达 80%。

1.2.4 棉花黄萎病危害与特点

棉花黄萎病是一种危害棉株维管束的土传病害,其致病菌为大丽轮枝菌,属半知菌亚门淡色菌科淡色孢科轮枝菌属。关于棉花黄萎病病菌的致病机理目前主要有机械障碍和毒素作用两种观点,大丽轮枝菌侵入棉花根表面后,菌丝体穿透皮层、内皮层到达木质部,在木质部病原菌不断产生分生孢子,并刺激邻近薄壁细胞产生胶状物质、侵填体从而堵塞导管,使水分和养分运输发生困难,同时借助蒸腾作用侵染植物的地上部分。被侵染的棉株表现出叶片萎蔫、褪绿等症状,最终植株死亡,这被称为机械障碍;毒素作用是指病原菌产生的毒素能破坏感病棉花品种的叶片和根组织细胞膜,改变细胞膜透性,使细胞内钾离子大量渗漏而减少,导致棉株萎蔫。

黄萎病在棉花整个生育期均可发病。自然条件下幼苗发病少或很少出现症状。一般在 3~5 片真叶期开始显症,生长中后期棉花现蕾后田间大量发病,初在植株下部叶片上的叶缘和叶脉间出现浅黄色斑块,后逐渐扩展,叶色失绿变浅,主脉及其四周仍保持绿色,病叶出现掌状斑驳,叶肉变厚,叶缘向下卷曲,叶片由下而上逐渐脱落,仅剩顶部少数小叶,蕾铃稀少,棉铃提前开裂,后期病株基部生出细小新枝。纵剖病茎,木质部上产生浅褐色变色条纹。夏季暴雨后出现急性型萎蔫症状,棉株突然萎垂,叶片大量脱落,发病严重地块惨不忍睹,造成严重减产。由于病菌致病力强弱不同,症状表现亦不同。主要可分为落叶型、枯斑型和黄斑型。落叶型菌系致病力强,病株叶片叶脉间或叶缘处突然出现褪绿萎蔫状,病叶由浅黄色迅速变为黄褐色,病株主茎顶梢侧枝顶端变褐枯死,病铃、苞叶变褐