

王华弟 主编

CHIEF EDITOR, WANG HUADI

玉米矮缩病 流行病学及综合防治

THE EPIDEMIOLOGY AND INTERGRATED
CONTROL ON MAIZE DWARF DISEASE



Maize Dwarf Disease

中国农业科学技术出版社



玉米矮缩病流行学 及综合防治

The epidemiology and intergrated control on maize dwarf disease

王华弟 主编

中国农业科学技术出版社

玉米矮缩病流行学及综合防治/王华弟主编.——北京:
中国农业科学技术出版社, 2014.7

ISBN 978-7-5116-1592-3

I. ①玉… II. ①王… III. ①玉米-矮缩病-流行病学-
研究②玉米-矮缩病-综合防治 IV. ①S435.131

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第064366号

责任编辑 闫庆健 范 潇

责任校对 贾晓红

出 版 者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街12号 邮编: 100081

电 话 (010)82106632(编辑室) (010)82109704(发行部)
(010)82109709(读者服务部)

传 真 (010)82106625

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 各地新华书店

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 13.25

字 数 213千字

版 次 2014年7月第1版 2014年10月第2次印刷

定 价 39.00元

— 版权所有·翻印必究 —

《玉米矮缩病流行学及综合防治》

编著人员

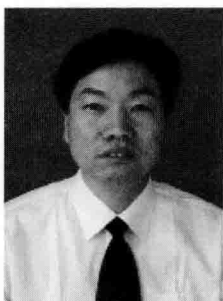
主 编 王华弟

编著人员 (按姓氏笔画排序)

丁 佩	马海芹	王华弟	王会福
王国迪	王桂跃	王道泽	王 强
方屹豪	叶建人	冯金祥	朱国念
朱金良	朱金星	羊 健	孙祥良
严 铁	杨廉伟	宋会鸣	汪爱娟
陆雪荣	陈 刚	张恒木	张传清
赵 敏	胡务义	闻玉田	祝小祥
施 德	徐法三	徐志宏	郭 荣
郭世俭	黄贤夫	黄茜斌	韩海亮
程 晔	蔡吉生	滕淳茜	戴德江



主编简介



王华弟，浙江省临海人，研究生，现任浙江省农药检定管理所(浙江省农产品质量监督检验测试中心)所长(主任)，研究员，专业技术二级岗，省农业厅农业技术农药领域首席专家，省“151”人才工程第一层次人员和培养导师。兼任浙江农林大学客座教授，省农药工业行业协会副理事长，《中国植保导刊》和《浙江农业科学》编委等。

从事农业植物保护、农药管理和农产品安全工作30余年，科研和推广业绩显著。取得系列具有国内领先和国际先进、部分国际领先水平的科研成果，解决了我国农作物重大病虫害测报防治和农产品安全一些关键性技术，丰富、拓展、提升了该学科理论与实践，有力地推进了该领域科技进步和创新，成果在省内外大面积推广应用，取得显著的经济社会和生态效益。先后荣获国家、省部级科技进步二等奖以上12项，其中以第一完成人获国家科技进步三等奖1项和省科学技术奖一等奖1项、农业部和省科技进步二等奖7项，以第二完成人获国家科技进步三等奖1项、教育部和省科技进步二等奖2项。以第一发明人获国家专利26项，其中发明专利7项，制订国家、行业和省标准20余项。发表论文150余篇，以第一作者在美国Plant Disease、英国Plant Pathology的SCI期刊和中国农业科学、植物保护学报、昆虫学报等国内一级学报论文20余篇，出版植保书著18部，参编高校教材1部，赢得国内外学者好评。曾被浙江省委省政府授予“省农业科技突出贡献奖”、“省有突出贡献中青年科技专家”，享受国务院特殊津贴。为浙江省第十二次党代会代表。

内容简介

玉米是我国的主要粮食作物。玉米矮缩病是一种由灰飞虱传播的发生较严重的玉米病毒病，对玉米安全生产构成严重威胁。本书在总结各地玉米矮缩病防控经验，特别是课题组多年协作攻关取得新成就、新成果的基础上撰著而成。系统介绍了玉米矮缩病病原与分子生物学、玉米矮缩病与传毒介体灰飞虱发生规律、监测预警与综合治理技术。全书共八章，包括概述、玉米矮缩病的病原与分子生物学、玉米矮缩病与传毒介体灰飞虱的发生流行规律、为害损失与防治指标、玉米品种抗病性、监测预警预报、药剂防治与综合防治技术等，并附有彩图20多幅，以及玉米矮缩病与灰飞虱测报调查规范和防治标准。

本书内容新颖，资料丰富，图文并茂，集研究、应用为一体，适用于我国农业植物保护工作者应用，也可以作为农业科研和教学人员的参考书。

前言

玉米是我国主要粮食作物，其产量约占粮食总产1/3，关系国计民生。玉米矮缩病是由水稻黑条矮缩病毒(*Rice black-streaked dwarf virus*, RBSDV)引起，经灰飞虱(*Laodelphax striatellus* Fallén)传播的重要玉米病毒病。玉米一旦发病，难以用药防治，对玉米产量造成严重损失。近年来，由于种植结构调整、耕作栽培制度改变、气候条件变化及灰飞虱对防治药剂产生抗性等多种因素影响，玉米矮缩病再度暴发成灾，在山东、河北、河南、江苏、安徽、浙江等省大面积发生。如山东省2007年发病面积达80万hm²，因病翻耕4.67万hm²；江苏省2007—2008年每年发病面积达13.33万hm²；2007—2008年，浙江西北部地区的临安、安吉等地发病面积占当地玉米种植面积30%~50%，发病田块一般导致玉米减产20%~30%，重的几乎颗粒无收，严重威胁粮食安全。因此，有效控制玉米病毒病发生为害，对于保障玉米丰收、增加农民收入、维护农村社会稳定具有重要意义。

为了研究玉米矮缩病流行规律与综合防治技术，以便对其进行有效控制，浙江省政府领导就玉米矮缩病应急防控做出重要批示，浙江省科技厅、浙江省农业厅十分重视，2008年和2010年分别将“玉米重大病毒病防控关键技术与集成推广”和“玉米矮缩病流行规律、监测预警与持续控制关键技术研究及应用”列入“三农五方”(项目编号SN200812B)和省重大科技专项重点农业项目(计划编号2010C12027)。为此，由浙江省植物保护检疫局主持，组织浙江省农业科学院病毒学与生物技术研究所、浙江省东阳玉米研究所、浙江农林大学、全国农业技术推广服务中心、嘉兴市农业科学研究院、湖州市农业科学研究院、浙江新农化工股份有限公司、杭州、衢州和嘉兴市、临安、桐庐、淳安、温岭、天台、开化、余杭、南湖、遂昌县(市、区)植保站等开展协作攻关研究，在玉米矮缩病病原与分子生物学、发生流行规律与影响因子、为害损失与防治指标、监测方法与预测预报、农业生物与化学防治、防

控对策与综合防治技术、成果示范与推广应用等方面进行了大量试验研究与推广工作,取得了重要进展,生产应用取得了显著的经济社会和生态效益。该项研究进展,积累了大量翔实的第一手资料,从而为本书的撰写打下了坚实的基础。

本书是在总结玉米矮缩病最新研究进展,协作攻关组已发表的论文、新成就、新成果,以及参阅国内外相关研究进展的基础上撰写而成。全书分为八章,第一章概述;第二章为玉米矮缩病的病原与分子生物学;第三至第五章为玉米矮缩病与传毒介体灰飞虱的发生流行规律、为害损失与防治指标、玉米品种抗病性;第六章为监测预警预报;第七章、第八章为药剂防治与综合防治技术;并附有玉米主要病害症状识别、虫害形态特征与防治简表,玉米矮缩病、水稻黑条矮缩病与介体灰飞虱测报调查技术规范 and 防治标准等。

本书首次较为系统地介绍玉米矮缩病病原与分子生物学、发生流行规律、防治指标、监测预警预报与综合防治技术,内容新颖,资料翔实,图文并茂,集研究、应用于一体,可作为我国农业植物保护工作者开展玉米矮缩病测报与防治的工具书,也可作为有关科研、教学单位人员的参考书。

在项目实施和本书撰写过程中得到农业部全国农业技术推广服务中心、中国农业科学院植物保护研究所、浙江省科学技术厅、浙江省农业厅的大力支持,浙江省农业科学院陈剑平院士给予总体指导和审稿,永康市农技推广中心夏声广研究员、中国水稻研究所罗举博士提供了部分玉米病虫、寄主杂草与介体昆虫的图片,浙江大学祝增荣教授、临海市植保站汪国研究员等给予热情帮助指导,在此一并致谢。由于玉米矮缩病在我国华北、华东再度流行,内容涉及面广泛,而且治理工作还在不断深入,我们虽做了努力,但仍难以全面反映玉米矮缩病治理进展,同时限于作者的水平,书中错误和不妥之处恐仍难免,期望同行专家和读者的批评指正。

目录

Mulu

第一章 玉米矮缩病发生与防治研究概述

第一节 玉米生产与病虫害发生概况	001
一、我国玉米种植与生产概况	001
二、玉米主要病虫害发生概况	003
第二节 玉米矮缩病演变的历史及在浙江的分布	005
一、我国玉米矮缩病发生情况	005
二、玉米矮缩病在浙江的发生及分布	006
第三节 玉米矮缩病防治研究动态	013
第四节 病害治理的对策与途径	017
一、治理对策	017
二、治理途径	018
第五节 展 望	019

第二章 玉米矮缩病的病原与分子生物学

第一节 玉米矮缩病的病原	021
一、玉米矮缩病病原种类及其分布	021
二、传播特性	022
三、植物寄主范围及其症状	023
四、病毒粒子形态	023
五、病毒粒子组成	026
第二节 玉米矮缩病病原的分子生物学特性	027
一、病毒基因组提纯方法	027
二、基因组结构及其功能	028
三、侵染、转录、表达、复制和组装	035
第三节 其他玉米病毒病病原与分子生物学研究进展	037
一、引起我国玉米矮缩病的一种新病毒	037
二、SRBSDV的分类特性及其检测	037
三、SRBSDV分子生物学	039

第三章 玉米矮缩病与传毒介体灰飞虱的发生流行规律

第一节 病害症状与虫害形态特征	040
一、玉米矮缩病症状	040
二、灰飞虱形态特征	042

第二节 寄主植物	044
一、玉米矮缩病寄主植物	044
二、介体灰飞虱越冬寄主植物	045
第三节 灰飞虱传毒侵染与带毒率检测	049
一、玉米侵染的敏感生育期	049
二、灰飞虱传毒侵染与带毒率检测	050
三、灰飞虱带毒率及虫量与病害发生程度	052
第四节 玉米矮缩病与灰飞虱发生消长动态	053
一、玉米矮缩病侵染循环及发病动态	053
二、灰飞虱年生活史与种群消长动态	055
第五节 影响病害流行的主要因素	057
一、毒源	057
二、气候	059
三、玉米播种期	060
四、玉米叶龄	061
五、玉米品种抗病性	062
六、玉米发病过程中的水稻因素	063

第四章 玉米矮缩病为害损失及防治指标

第一节 病害侵染发病对玉米生长性状的影响	065
一、病害侵染发病对玉米茎秆长短的影响	065

二、病害侵染发病对玉米叶片生长的影响	072
三、病害侵染发病对玉米果蒲生长的影响	079
第二节 玉米侵染发病对玉米产量及经济性状的影响	081
一、玉米侵染发病对玉米生物产量的影响	081
二、玉米侵染发病对玉米籽粒性状及经济产量的影响	084
第三节 灰飞虱带(传)毒率和玉米发病株率与产量损失率关系 ...	084
第四节 防治指标	089
一、经济允许水平	089
二、防治指标	089
 第五章 玉米品种(品系)对矮缩病的抗性	
第一节 植物品种抗病性和玉米矮缩病抗性鉴定方法	090
一、植物品种抗病性	090
二、玉米矮缩病抗病性鉴定方法	093
第二节 浙江省玉米品种(品系)抗病性	095
一、不同玉米品种在浙江东阳对矮缩病的抗性	095
二、不同玉米品种在山东济宁和浙江温岭对矮缩病的抗性 ...	096
三、不同玉米类型对矮缩病抗性差异分析	098
第三节 我国玉米种质及主栽品种对矮缩病的抗性表现综述...	099

第六章 玉米矮缩病与传毒介体灰飞虱监测预警和预报

第一节 预测预报方法	102
一、玉米矮缩病预测预报方法	102
二、灰飞虱预测预报方法	108
第二节 种群空间分布格局与抽样技术	111
一、玉米矮缩病空间分布格局与抽样技术	111
二、玉米田灰飞虱空间分布格局与抽样技术	114
三、水稻田灰飞虱空间分布格局及抽样技术	117
四、农田杂草寄主作物上灰飞虱空间分布格局及抽样技术	121
第三节 玉米矮缩病与灰飞虱种群动态预测	125
一、预测方法	125
二、预测模型	126

第七章 玉米矮缩病与介体灰飞虱的药剂防治

第一节 灰飞虱对主要药剂的抗药性现状	129
第二节 防治介体灰飞虱新型复配剂的研发	133
第三节 治虫防病药剂的田间防治效果	135
一、常用药剂对灰飞虱的田间防治效果	135
二、治虫防病药剂的田间防治效果	135
三、玉米拌种控制灰飞虱的防治效果	138

第八章 玉米矮缩病的综合防治

第一节 玉米矮缩病综合防治方法	140
一、病虫综合防治涵义	140
二、玉米矮缩病综合防治方法	141
第二节 玉米矮缩病防控对策与防治技术	147
一、玉米矮缩病防控策略与途径	147
二、玉米矮缩病防治技术的集成与应用	148

附 录

附录一 玉米主要病害症状识别与防治表	150
附录二 玉米主要害虫形态特征与防治表	155
附录三 玉米矮缩病测报调查技术规范*	161
附录四 水稻黑条矮缩病测报调查规范*	165
附录五 水稻灰飞虱测报调查规范*	170
附录六 水稻黑条矮缩病防治技术规程*	175
附录七 水稻黑条矮缩病防治标准*	181

参考文献

第一章 玉米矮缩病发生与防治研究概述

第一节 玉米生产与病虫害发生概况

玉米是世界上分布最广泛的作物之一，从北纬60度到南纬40度均有种植，主要集中在3个地带，即美国中北部玉米带、中国玉米带和欧洲玉米带。玉米种植面积北美洲最大，亚洲、非洲和拉丁美洲次之，其中北美洲和亚洲分别占世界总种植面积的1/2和1/5(宋玉祥等，2007；李少昆，2013)。从玉米产量来看，美国多年来一直是全球最大的玉米生产国，约占世界总产量的一半，中国位居第二，其次是巴西、墨西哥、阿根廷(郭清保，2008；李美佳等，2013)。随着畜牧业和玉米深加工工业的发展，以及玉米乙醇燃料技术的应用研究和推广，玉米已经成为世界重要的粮食作物、饲料作物和能源作物，在农业生产和国民经济发展中占有越来越重要的地位。

一、我国玉米种植与生产概况

玉米自16世纪传入我国以来，已有400多年的种植历史。我国玉米种植呈现较广泛的分布，主要产区集中在东北平原、华北平原、关中平原、四川盆地等，大致形成一个从东北斜向到西南狭长分布的玉米栽培带。根据分布范围、生产条件、栽培制度等，全国玉米种植区域划分为六大区(杨文钰，2003)。

北方春播玉米区：主要包括黑龙江、吉林、辽宁，内蒙古自治区(全书称内蒙古)和宁夏回族自治区(全书称宁夏)全省(区)，山西大部分以及河北、陕西和甘肃的部分地区，是我国玉米主产区之一；栽培制度主要为一年一熟，有玉米单作、玉米大豆间作和春小麦间作春玉米。

黄淮平原春夏播玉米区：自北纬33度的江苏省东台市，沿淮河经安徽、河南入陕西，西沿秦岭到甘肃，主要包括山东、河南全省，河北大部分，京、津两市，山西中南部，陕西关中和江苏徐淮地区；该区是我国最大的玉米产区，栽培制度主要有一年两熟、两年三熟。

西南丘陵山地玉米区：东从湖北襄阳向西南到宜昌，入湖南省常德南下到邵阳，再经贵州、广西壮族自治区(全书称广西)到云南，北从甘肃白龙江向东至秦岭与夏播玉米区相交，西与青藏高原玉米区为邻；该区包括四川、云南和贵州全省，湖北、湖南和广西的西部，陕西南部，甘肃部分地区；高山地区栽培制度以一熟春玉米为主，丘陵地区以两年五熟春玉米和一年两熟夏玉米为主，平原地区以一年三熟秋玉米为主。

南方丘陵玉米区：北与黄淮平原春夏玉米区相连，西接西南山地套种玉米区，东部和南部濒临东海和南海。该区包括广东、福建、浙江、江西、台湾等省全部，江苏、安徽的南部，广西、湖南和湖北的东部；种植春玉米、夏玉米和冬玉米，从一年二熟至一年三熟或四熟。

西北灌溉玉米区：包括新疆全区和甘肃河西走廊，以一年一熟春玉米为主。

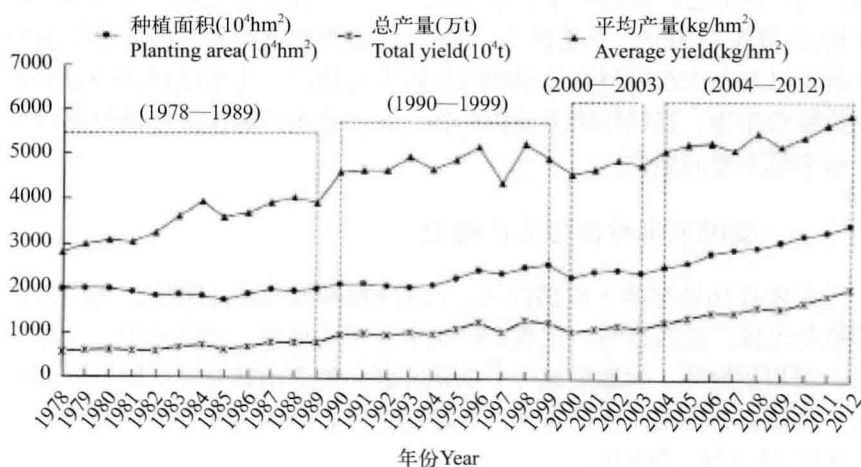


图1.1 改革开放以来中国玉米种植面积、总产量和单产情况(引自赵久然, 2013)

青藏高原玉米区：包括青海省和西藏自治区(全书称西藏)，玉米播种面积少，栽培历史短，但增产潜力较大。

目前，玉米已成为我国种植面积最大的粮食作物，总产量已超过水稻、小麦(翁凌云，2010；杜优颖，2011；张智先，2013；张连云，2013)。据国家统计局统计，2012年全国玉米种植面积3494.9万 hm^2 ，玉米总产量2.08亿t，平均每667 m^2 (亩，全书同)单产397kg；改革开放以来，我国玉米种植面积、总产量和单产情况见图1.1(张景莲，2008；赵久然，2013)。

二、玉米主要病虫害发生概况

我国玉米上发生的病虫害鼠害达百余种，发生病害40种，虫害52种，在玉米病害发生中以玉米矮缩病、大小斑病、南方锈病、矮花叶病、红叶病、纹枯病、茎基腐病、灰斑病、圆斑病、丝黑穗病等为主要病害；在玉米虫害中以玉米螟、粘虫、二点委夜蛾、玉米蚜、灰飞虱、蓟马、桃蛀螟、地老虎、蝼蛄、蛴螬、金针虫等为主要害虫(图1.2)。玉米主要病虫害的为害症状、发生特点及防治方法见附录一和附录二。

玉米病虫害为害是制约玉米丰产和农民增收的重要因素。近年来，随着全球气候变暖、耕作栽培制度改变、病虫害发生规律演变，玉米病虫害总体上呈加重发生态势。据农业部全国农业技术推广服务中心统计，2000年全国玉米病虫害发生面积3996.36万 hm^2 次，其中病害发生面积933.01万 hm^2 次，虫害发生面积3063.35万 hm^2 次，危及产量663.47万t；2005年全国玉米病虫害发生面积达5020.56万 hm^2 次，其中病害发生面积1368.33万 hm^2 次，虫害发生面积3652.23万 hm^2 次；2007年全国玉米病虫害发生面积5362.56万 hm^2 次，其中病害发生面积1380.37万 hm^2 次，虫害发生面积3982.19万 hm^2 次，危及产量781.23万t。浙江省地处我国东南沿海，气候温暖湿润，有利于玉米病虫害的发生和为害，据浙江省植物保护总站统计，2000年全省玉米播种面积5.22万 hm^2 次，病虫害发生面积3.38万 hm^2 次，其中病害发生面积1.32万 hm^2 次，虫害发生面积2.06万 hm^2 次，为害产量0.9万t；2003年全省玉米播种面积5.50万 hm^2 次，病虫害发生面积6.47万 hm^2 次，其中病害发生面积1.51万 hm^2 次，虫害发生面积4.96万 hm^2 次，为害产量1.5万t；2004年全省玉米播种面积5.60万 hm^2 次，病虫害发生面积9.13万 hm^2 次，其中病害发生面积1.51万 hm^2 次，虫害发生面积7.62万 hm^2 次，为害产量1.75万t；2005年全省玉米播种面积