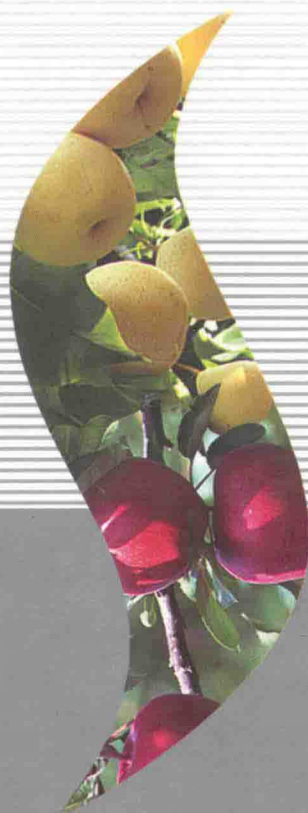


BEIFANG GUOSHU
SHIXINCHONG FASHENG GUILÜ YU KONGZHI

北方果树食心虫

发生规律与控制

范仁俊 ◎ 主编



 中国农业出版社

5436.6
81

国家公益性行业（农业）科研专项
北方果树食心虫监测与防控新技术研究与示范
(项目编号:200803006)

北方果树 食心虫发生规律与控制

范仁俊 主编



中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

北方果树食心虫发生规律与控制 / 范仁俊主编. —
北京: 中国农业出版社, 2015. 1

ISBN 978-7-109-20147-7

I. ①北… II. ①范… III. ①果树-病虫害防治
IV. ①S436.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 023744 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

策划编辑 张洪光 阎莎莎

文字编辑 宋美仙

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2015 年 5 月第 1 版 2015 年 5 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 19.5

字数: 428 千字

定价: 80.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

编写人员名单

主 编：范仁俊 山西省农业科学院植物保护研究所

副主编：李 捷 山西省农业科学院果树研究所

马春森 中国农业科学院植物保护研究所

仵均祥 西北农林科技大学植物保护学院

参编人员（以姓名笔画为序）：

于 毅 山东省农业科学院植物保护研究所

马瑞燕 山西农业大学农学院

王小奇 沈阳农业大学植物保护学院

王洪平 沈阳农业大学植物保护学院

王艳蓉 西北农林科技大学植物保护学院

王海香 山西农业大学林学院

邓彩萍 山西农业大学林学院

冉红凡 河北省农林科学院植物保护研究所

白春明 中国农业科学院植物保护研究所

朱朝东 中国科学院动物研究所

刘文旭 河北省农林科学院植物保护研究所

刘金龙 山西农业大学农学院

杜凤沛 中国农业大学理学院

李 唐 山西省农业科学院植物保护研究所

李丽莉 山东省农业科学院植物保护研究所

李建成 河北省农林科学院植物保护研究所

李新岗 西北农林科技大学林学院

杨瑞生 沈阳农业大学生物技术学院

张 帆 北京市农林科学院植物保护环境保护研究所

张利军 山西农业大学农学院

张思聪	山东省农业科学院植物保护研究所
张润祥	山西省农业科学院植物保护研究所
张新平	新疆林业科学院森林生态研究所
陆鹏飞	北京林业大学林学院
武春生	中国科学院动物研究所
周旭凌	山西省农业科学院果树研究所
赵 飞	山西省农业科学院植物保护研究所
赵志国	山西农业大学农学院
高 越	山西省农业科学院植物保护研究所
高灵旺	中国农业大学农学与生物技术学院
郭晓军	北京市农林科学院植物保护环境保护研究所
郭晓君	山西省农业科学院植物保护研究所
曹焕喜	中国科学院动物研究所
庾 琴	山西省农业科学院植物保护研究所



我国是世界上最大的水果生产国家，果树产业对保障农产品的有效供给发挥了重要作用。在北方地区，以苹果、梨、桃和大枣为主的果树种植面积大约为 700 万 hm^2 ，占农业生产面积的 30% 多，已上升成为农村经济快速发展的支柱产业。近年来，随着北方果树栽培规模的不断加大，病虫害问题日益突出，成为制约生产发展的关键因素。

长期以来，果树食心虫一直是北方果树生产中的重大害虫。由于其个体小、为害隐蔽、寄主多样、世代重叠，防治难度大，使用农药多，带来一系列的问题。2008 年以来，在国家公益性行业（农业）科研专项“北方果树食心虫监测与防控新技术研究与示范”（项目编号：200803006）和“北方果树食心虫防控技术研究与示范推广”（项目编号：201103024）的资助下，山西省农业科学院植物保护研究所联合多家高校和科研院所组成了北方果树食心虫攻关团队，对以梨小食心虫和桃小食心虫为主的北方果树食心虫的生物生态学、监测预报技术、环保型防治技术等进行了深入研究，突破了监测预警与绿色控制的技术难点，取得了诸多创新性科研成果。

《北方果树食心虫发生规律与控制》一书，全面系统地总结了北方果树食心虫生物学和控制技术的最新研究成果。全书正文分为 11 章，包括北方果树主要食心虫种类与鉴定、分布与危害、人工饲养技术、生物学、生态学、化学信息通讯与寄主选择、田间调查与测报、生物防治、药剂防治、物理和迷向防治与植物检疫和综合防治策略与技术。此外，还汇编了 7 个关于果树食心虫的国家标准、行业标准与地方标准，是国内外迄今为止关于果树食心虫研究和综合防治技术最全面、系统的专著。

该书学术思想新颖，内容丰富，通俗易懂，信息量大，实用性强。我相信，该书的出版对提高我国北方地区果树食心虫的综合防控水平、保障果树生产安全和降低生产成本将产生重要影响。

中国农业科学院研究员、中国工程院院士 吴孔明

2014年10月

前言



在我国农业经济的发展中，果树种植业占有重要的地位。其生产能力的高低、果品质量的优劣与人们的日常生活休戚相关。随着我国经济建设的迅猛发展，人民生活水平的不断提高，食品需求日趋多元化，极大地促进了我国果树生产的发展，至 2009 年，我国果树种植面积已达 1 114 万 hm^2 ，占世界果树种植面积的 20.6%，占全国耕地面积的 8%；果品年产量 1.27 亿 t，占世界果品总产量的 20.1%，种植面积和果品产量皆居世界首位。我国北方地区因海拔高、光照强、高原山地广、昼夜温差大等特殊的地理和气候条件，成为世界上多种果树的最佳适生区。加之农村劳动力资源相对丰富，在种植业结构多元化、经济作物备受青睐的市场经济形势下，果业发展呈现出了前所未有的繁荣景象。目前，我国北方地区以苹果、梨、桃和大枣为代表的果树种植面积大约 700 万 hm^2 ，占北方地区农业生产面积的 30% 多，产值则占农业总产值的 45% 左右，已成为农村经济快速发展、农民脱贫致富的朝阳产业和支柱产业。但是，随着果树栽培面积的快速扩大和果品产量的大幅度增加，果树食心虫作为果树栽培中一类历史性、常发灾害性的害虫，在各地发生为害日渐严重，虫果率一般可达 30% 以上，防治水平较低或未实行套袋栽培的果园更是高达 80% 以上，成为制约果业健康发展的严重障碍。

北方果树食心虫常见种类有 10 余种，其中梨小食心虫、桃小食心虫和桃蛀螟在北方各地果区普遍发生严重，梨大食心虫、苹小食心虫、白小食心虫、李小食心虫等在局部地区猖獗发生。由于食心虫个体小、为害隐蔽、栖息环境多样、世代重叠，防治难度大，一直是果业生产中亟待解决的重大难题。国内外学者在长期的研究和防治实践中做了大量工作，如开发了食心虫的远程诊断系统；开展了果实套袋，天敌昆虫和病原微生物利用，性信息素监测、

诱捕和迷向防治, 果树—食心虫—天敌互作关系研究与利用, 化学防控药剂筛选等, 为有效控制食心虫的发生发挥了重要的作用。但是, 这些较为零散的研究, 至今无法有效地解决诸如测报技术不统一、主要依靠化学防治、防治成本高等果树食心虫防治中存在的突出问题。国内外农业有害生物防治的实践表明, 这些问题的有效解决, 必须建立在大量系统的食心虫生物学、生态学信息基础上, 通过制定科学规范的食心虫发生动态监测技术标准, 结合不同生态环境和地域条件下食心虫的发生规律, 构建包括农业防治、生物防治、物理机械防治、化学防治等在内的综合防控技术体系。

2008—2010 年, 在农业部科技教育司、财务司会同有关行业司局组织实施的国家公益性行业(农业)科研专项的资助下, 山西省农业科学院植物保护研究所、中国农业科学院植物保护研究所、中国农业大学、中国科学院动物研究所、西北农林科技大学、沈阳农业大学、山西农业大学、河北省农林科学院植物保护研究所、山东省农业科学院植物保护研究所、北京市农林科学院植物保护环境保护研究所、山西省农业科学院果树研究所和新疆林业科学院森林生态研究所等科研院所组成了攻关团队, 对以梨小食心虫和桃小食心虫为主的北方果树食心虫生物生态学、监测预报技术、环保型防治技术等进行了深入研究, 在明确我国北方不同生态区果树食心虫种类及其优势种、天敌种类及其优势种, 建立防控研究网络平台, 制定梨小食心虫调查测报技术规程和环保型防治技术方案的基础上, 大力开展防控技术体系集成试验与示范推广, 使我国北方果树食心虫的预测预报和综合防控技术水平得到了显著提升。与此同时, 我们也发现了一些新的问题, 如在气候变暖和果实套袋条件下食心虫发生规律发生了新变化、套袋后水果品质下降等。这些问题得到了农业部领导和有关专家的高度重视, 2011 年国家公益性行业(农业)科研专项滚动支持 10 家科研单位继续对该项目进行深入研究, 重点研发包括高效性诱捕技术、迷向技术、物理阻隔技术、高效致病性病原物筛选、天敌优势种保护和利用、高效低毒杀卵剂筛选, 以及农药减量化技术、高附着喷雾技术等新型实用技术。力争至 2015 年, 形成以物理阻隔和性引诱技术为核心、高效低毒农药为保障、生物制剂和天敌防控为补充的一整套简便、安全、高

效的食心虫监测和防控技术体系,构建华北、西北、东北不同生态区的果树食心虫综合防控技术体系,为降低劳动强度、增加农民收入、保障食品安全、改善生态环境、促进果业发展提供强有力的技术支撑。

为了及时总结、积淀和推广科研成果及先进经验,按照预定的计划,攻关团队经过认真讨论,一致认为很有必要编写《北方果树食心虫发生规律与控制》这本书。该书共包含 11 章,在系统总结国家公益性行业(农业)科研专项“北方果树食心虫监测与防控新技术研究与示范”工作成绩的基础上,结合国内外专家学者的研究资料,较全面、系统地归纳了以我国北方果树食心虫为对象的最新研究成果。其中,第一章由中国科学院动物研究所朱朝东、武春生、曹焕喜负责编写,第二章由河北省农林科学院果树研究所李建成、刘文旭、冉红凡负责编写,第三章由西北农林科技大学仵均祥、王艳蓉和山西省农业科学院植物保护研究所庾琴负责编写,第四章由山东省农业科学院植物保护研究所李丽莉、张思聪、于毅负责编写,第五章由中国农业科学院植物保护研究所马春森、新疆林业科学院森林生态研究所张新平和山西省农业科学院植物保护研究所赵飞负责编写,第六章由山西农业大学马瑞燕、张利军、刘金龙、赵志国和北京林业大学陆鹏飞负责编写,第七章由中国农业科学院植物保护研究所马春森、白春明和山西省农业科学院果树研究所周旭凌负责编写,第八章由北京市农林科学院植物保护环境保护研究所张帆、郭晓军和山西省农业科学院植物保护研究所李唐负责编写,第九章由中国农业大学杜凤沛、山西省农业科学院植物保护研究所张润祥和高越负责编写,第十章由沈阳农业大学王洪平、王小奇、杨瑞生负责编写,第十一章由山西省农业科学院果树研究所李捷、山西农业大学邓彩萍和王海香负责编写,参考文献由中国农业大学高灵旺整理,附录 1 至附录 7 由西北农林科技大学李新岗、山西省农业科学院植物保护研究所郭晓君整理,全书由范仁俊、李捷、马春森、仵均祥负责统稿。在本书编写中,各位编者秉承严肃认真的科学态度,为本书的顺利完成付出了艰辛的劳动,在此谨向各位编者致以诚挚的谢意。

中国科学院动物研究所杨星科研究员、北京市农林科学院植物保护环境

保护研究所张芝利研究员、中国农业大学沈佐锐教授等有关专家对本书的编写工作给予了悉心指导和帮助，在此一并向关心和支持我们的所有人员表示衷心的感谢。

由于时间仓促，编者的知识水平有限，书中错误、疏漏在所难免，恳请同行专家和广大读者批评指正。

范仁俊

2014年6月

目 录



序 前言

第一章 种类与鉴定	1
摘要	1
第一节 分类学概述	1
一、动物分类学	2
二、DNA 分类学	2
三、分类学虚拟实验室	3
四、科学和技术问题	4
第二节 研究概述	5
一、我国果树食心虫的种类与分类学研究	6
二、果树食心虫分类学研究的新进展	10
第三节 研究方法	12
一、采集策略	12
二、分类鉴定	12
第四节 研究结果	13
一、桃小食心虫	13
二、梨小食心虫	13
三、桃蛀螟	14
四、苹果蠹蛾	15
五、苹小食心虫	16
六、梨大食心虫	17
七、其他食心虫	17
附：北方果树食心虫检索表	19
第二章 分布与危害	20
摘要	20
第一节 桃小食心虫	21

一、分布	21
二、寄主植物	21
三、为害记录	21
四、为害特点	24
第二节 梨小食心虫	27
一、分布	27
二、寄主植物	27
三、为害记录	27
四、为害特点	29
第三节 桃蛀螟	32
一、分布	32
二、寄主植物	32
三、为害记录	32
四、为害特点	34
第四节 苹果蠹蛾	36
一、分布	36
二、寄主植物	37
三、为害记录	37
四、为害特点	38
第五节 苹小食心虫	39
一、分布	39
二、寄主植物	39
三、为害记录	39
四、为害特点	39
第六节 梨大食心虫	40
一、分布	40
二、寄主植物	40
三、为害记录	40
四、为害特点	41
第七节 其他食心虫	41
一、李小食心虫	41
二、白小食心虫	42
三、山楂小食心虫	44
四、山茱萸蛀果蛾	45
五、梨虎象甲	45
六、梨实蜂	46
七、桃虎象	47
八、桃仁蜂	48

九、杏仁蜂	48
十、杏象甲	49
附：北方果树食心虫分布与为害状检索表	50
第三章 人工饲养技术	53
摘要	53
第一节 人工饲养历史	54
一、桃小食心虫	54
二、梨小食心虫	54
三、苹果蠹蛾	55
第二节 初始虫源的获得	56
一、诱捕成虫	56
二、剥检幼虫	56
三、捡拾幼虫	56
四、购买试虫	57
第三节 人工饲料配方及其制备方法	57
一、幼虫人工饲料配方及其制备方法	57
二、成虫补充营养配方及其制备方法	70
第四节 饲养方法	70
一、桃小食心虫	70
二、梨小食心虫	71
三、苹果蠹蛾	71
第五节 注意事项	72
一、温、湿度和光照	72
二、消毒	73
三、环境卫生	73
四、人工饲养食心虫密度	74
第四章 生物学	75
摘要	75
第一节 桃小食心虫	75
一、生活史	75
二、主要习性	81
第二节 梨小食心虫	82
一、生活史	82
二、主要习性	85
第三节 桃蛀螟	87
一、生活史	87

二、主要习性	88
第四节 苹果蠹蛾	89
一、生活史	89
二、主要习性	90
第五节 苹小食心虫	91
一、生活史	91
二、主要习性	92
第六节 梨大食心虫	92
一、生活史	92
二、主要习性	93
第七节 其他食心虫	93
一、白小食心虫	93
二、李小食心虫	94
第五章 生态学	96
摘要	96
第一节 桃小食心虫	97
一、温、湿度对桃小食心虫的影响	97
二、光照对桃小食心虫的影响	99
三、寄主植物对桃小食心虫的影响	99
第二节 梨小食心虫	102
一、温、湿度和光照对梨小食心虫的影响	102
二、寄主植物对梨小食心虫的影响	105
第三节 桃蛀螟	106
一、温度对桃蛀螟的影响	106
二、寄主植物对桃蛀螟的影响	107
第四节 苹果蠹蛾	108
一、温度对苹果蠹蛾的影响	108
二、湿度对苹果蠹蛾的影响	108
三、降雨对苹果蠹蛾的影响	108
四、光照对苹果蠹蛾的影响	109
五、寄主植物对苹果蠹蛾的影响	109
第五节 苹小食心虫	109
一、温、湿度对苹小食心虫的影响	109
二、光照对苹小食心虫的影响	110
第六节 梨大食心虫	110
第七节 枣实蝇	110
一、不同土壤深度与枣实蝇蛹羽化率的关系	110

二、不同土壤相对含水量与枣实蝇蛹羽化率的关系·····	111
三、枣实蝇成虫羽化规律·····	112
四、枣实蝇蛹发育历期与温度的关系·····	113
第六章 化学信息通讯与寄主选择·····	114
摘要·····	114
第一节 果树食心虫性信息素基础研究·····	115
一、昆虫性信息素研究概述·····	115
二、昆虫性信息素化合物的提取、鉴定与合成·····	116
三、重要果树食心虫性信息素的研究·····	119
第二节 果树食心虫性信息素的应用研究·····	124
一、利用性信息素测报的原理与技术·····	124
二、利用性信息素诱捕法防治害虫的原理与技术·····	124
三、性信息素迷向法的原理与技术·····	125
四、性信息素的其他应用·····	125
五、重要果树食心虫性信息素应用实例·····	126
六、存在的问题与展望·····	128
第三节 果树食心虫的寄主选择·····	129
一、果树食心虫的寄主选择研究·····	129
二、果树挥发物的类别、组成和作用·····	130
三、果树挥发物的研究方法与技术·····	131
四、重要果树食心虫的寄主选择性及其应用·····	134
五、存在的问题与展望·····	137
第七章 田间调查与测报·····	139
摘要·····	139
第一节 桃小食心虫·····	140
一、田间调查·····	140
二、预测预报·····	141
第二节 梨小食心虫·····	142
一、田间调查·····	142
二、预测预报·····	144
第三节 桃蛀螟·····	146
一、田间调查·····	146
二、预测预报·····	147
第四节 苹果蠹蛾·····	148
一、田间调查·····	148
二、预测预报·····	149

第五节 苹小食心虫	150
一、田间调查	150
二、预测预报	151
第六节 梨大食心虫	151
一、田间调查	151
二、预测预报	152
第七节 其他食心虫	153
一、李小食心虫	153
二、棉铃虫	154
第八章 生物防治	157
摘要	157
第一节 生物防治的定义及其特点	157
一、生物防治的定义	157
二、生物防治的特点	157
第二节 生物防治的主要途径	158
一、基于植物多样性的生态调控	158
二、天敌的引进及应用	159
三、昆虫病原微生物的利用	159
四、杀虫抗生素	160
五、昆虫性信息素	161
六、天敌资源利用	161
第三节 果树食心虫的生物防治	162
一、天敌的保护利用	162
二、天敌赤眼蜂的释放应用	163
三、病原微生物的应用	167
第四节 赤眼蜂的大量繁殖技术	169
一、主要繁蜂机具	169
二、繁蜂生产计划的制订	170
三、赤眼蜂种质资源	170
四、蜂种的储藏、复壮及扩繁	171
五、寄主卵的生产及利用	171
六、赤眼蜂的大量繁殖	172
第九章 药剂防治	173
摘要	173
第一节 果园常用施药设备及使用方法	174
一、常用施药设备	174