

棉铃虫预测预报 与综合治理

王厚振 华尧楠 牟吉元 主编



中国农业出版社

棉铃虫

预测预报与综合治理

王厚振 华尧楠 牟吉元 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

棉铃虫预测预报与综合治理/王厚振等主编. -北京:
中国农业出版社, 1999.12
ISBN 7-109-06171-X

I. 棉… II. 王… III. ①棉铃虫-病虫害-预测②棉铃
虫-病虫害-预报③棉铃虫-病虫害防治方法 IV. S435.622

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 67260 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 王 凯

北京科报印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1999 年 12 月第 1 版 1999 年 12 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 41

字数: 933 千字 印数: 1 ~ 1 500 册

定价: 100.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

不断提高有害生物
预测预报和综合治理
水平，为保护农田生
态环境和促进可持续
发展做贡献。

中华人民共和国农业部 副部长

路 明

1998.9.27.

总结棉铃虫的预测
预报和综合治理经验,开
展可持续植物保护研究,
为有效控制棉铃虫为害,
确保棉花生产可持续发
展作出突出贡献!

中国科学院 院士
中国昆虫学会 理事长

张广学

1998年8月

棉铃虫在我国棉区 90 年代以来连续暴发, 严重威胁着棉花安全生产。但各级政府加强了领导, 农业植保部门与广大棉农共同努力, 认真贯彻“预防为主、综合治理”的植保工作方针, 积极开展棉铃虫的测报和防治, 基本上有效地控制了棉铃虫的危害。

各地群众持续与棉铃虫作斗争, 积累了大量的防治经验。科研、教学、推广部门密切配合, 在棉铃虫的生物学、生态学和大发生机制、预测预报技术、综合治理方法等方面, 有许多新的突破, 取得了不少宝贵的科技成果, 这些都是提高今后棉铃虫的预测预报和综合治理技术水平的基础, 应该有效地利用起来。针对这个问题, 山东省植保总站和山东农业大学等单位近 20 位植保专家、教授和技术推广工作者组成的编写组, 总结他们主持棉铃虫科研课题, 从事教学和指导防治工作实践的成果, 并参阅大量国内外有关棉铃虫研究与治理方面的科技文献, 编写了《棉铃虫预测预报与综合治理》。这本书内容相当丰富, 从棉铃虫的外部形态、近似种的区别、生物学、生态学和棉铃虫的预测预报、综合治理诸方面, 都作了较系统的阐述, 并结合以山东省为主的大量实例, 提出了棉铃虫预测预报和综合治理技术方法的操作要点, 便于读者应用。因此, 本书不仅具有系统性和完整性的特点, 更具有实用性的特色。这本书的出版, 对于推动棉铃虫的预测预报和综合防治技术水平的提高, 将会起到积极作用。

全国农业技术推广服务中心 姜瑞中

1999 年 9 月

前言

棉铃虫在国内外棉区均有分布，是棉花蕾铃期的重要害虫。自 90 年代以来，我国棉铃虫连续暴发危害，不仅严重地影响了棉花生产的持续发展，还威胁着玉米、小麦、花生、大豆、番茄等多种作物生产的持续发展。据山东、河北、河南、山西、陕西、辽宁及安徽北部、江苏北部等地 1992 年统计，为害各种作物面积达 2 226.7 万 hm^2 ，全国约 433.3 万 hm^2 棉花遭受为害，平均减产 30% 左右，估计损失 100 亿元，其中山东因棉铃虫、干旱等自然灾害，棉花减产 49.9%。棉花大幅度的减产极大地挫伤了棉农植棉的积极性，减少了地方的财政收入，对整个国民经济迅速发展带来了严重影响。

棉铃虫的暴发成灾，促进了对这一害虫基础生物学、大发生机制、预测预报和综合治理的深入研究，国家科委也将棉铃虫列为十大灾害性病虫害研究项目之首。在“预防为主，综合防治”植物保护工作方针的指引下，研究与实践应用相结合，棉铃虫的综合治理在全国范围内取得了很大成绩。作者本着系统性、完整性和应用性，力求理论与应用相结合，以山东为主，在分析总结关于棉铃虫研究的进展和大面积综合治理的基础上，编写了本书，以供植物保护工作者进一步研究和治理棉铃虫参考。

本书分四篇。第一篇棉铃虫的外部形态、生物学，较系统地阐述棉铃虫的外部形态特征和近似种鉴别、生活习性、发育历期、滞育和迁飞等；第二篇棉铃虫的生态学，全面叙述棉铃虫种群分布型、抽样技术、生命表、地理区划，以及影响棉铃虫种群数量变动的因素分

析；第三篇棉铃虫预测预报，从棉铃虫种群数量演变、发生程度分级、筛选预报因子和等级划分，作了较具体的叙述，并重点介绍列联表分析和乏晰分析预测棉铃虫的原理和方法，以及常用的回归分析、判别分析等统计预报棉铃虫的方法；第四篇棉铃虫综合治理，系统介绍棉铃虫的综合治理措施，包括农业防治、生物防治、诱杀成虫、防治指标、化学防治和棉铃虫抗药性治理。重点介绍山东多年综合治理棉铃虫的实践经验。

由于编著者水平和掌握的资料所限，加之时间仓促，错误、遗漏之处在所难免，恳切希望同行专家和读者批评指正。

编著者

1999年8月

目 录

第一篇 棉铃虫的外部形态、生物学

第一章 棉铃虫的外部形态	3
第一节 棉铃虫形态特征	3
一、成虫	3
二、卵	4
三、幼虫	4
四、蛹	7
第二节 棉铃虫近似种的鉴别	7
一、烟青虫	7
二、苜蓿夜蛾	12
三、大棉铃虫	13
第二章 棉铃虫的寄主植物和生活史	15
第一节 寄主植物的多样性	15
第二节 各代棉铃虫的主要寄主	17
第三节 发生世代的地理带	19
第四节 棉铃虫的年生活史	20
第三章 棉铃虫的生活习性	22
第一节 成虫	22
一、成虫活动规律	22
二、成虫产卵期	24
三、成虫产卵习性	30
第二节 幼虫生活习性	36
一、幼虫活动规律	36
二、幼虫取食行为和为害特征	36
三、化蛹	46
第四章 棉铃虫的发育起点温度和有效积温	47
第一节 计算方法的比较	47
一、直线回归法	47
二、加权计算法	49
三、直接最优法	49
四、V 值检验	50

五、各发育阶段的发育起点和有效积温	51
六、不同饲料对棉铃虫发育起点和有效积温的影响	52
第二节 有效积温法则的应用	52
一、计算棉铃虫一年发生代数	52
二、推测棉铃虫发生期	53
三、讨论	54
第五章 棉铃虫各虫态发育历期	56
第一节 温度对虫态历期的影响	56
第二节 饲料对虫态历期的影响	58
一、寄主植物	58
二、不同器官	60
三、人工饲料	60
第三节 温度和饲料对虫态历期的影响	61
第四节 饲料中营养成分对虫态历期的影响	62
一、饲料蛋白质含量	62
二、饲料含糖量	62
三、饲料含氮量	63
第六章 棉铃虫的滞育和迁飞	65
第一节 棉铃虫的滞育	65
一、滞育蛹和非滞育蛹的判别	65
二、滞育蛹和非滞育蛹主要生化成分	66
三、棉铃虫滞育的诱导和解除	67
四、滞育蛹的过冷却点和结冰点	72
第二节 棉铃虫的迁飞	73
一、国内外有关棉铃虫迁飞的报道	73
二、棉铃虫飞行能力的测定	74
三、影响棉铃虫飞行能力的因素	75
参考文献	77

第二篇 棉铃虫的生态学

第七章 棉铃虫的种群分布型和抽样技术	83
第一节 空间分布型的基本形式	83
一、随机分布	83
二、非随机分布(聚集分布)	83
第二节 种群空间分布型计算方法	85
一、频次比较法	85
二、用方差与均值描述聚集程度	92
三、Taylor 的方法	93
四、Cassie 的指标	94
五、平均拥挤度为指标的方法	95

六、Iwao 的方法	96
七、改进的 Iwao 模型	101
第三节 抽样技术	103
一、序贯抽样的基本原理和方法	103
二、负二项分布型的序贯抽样	104
三、泊松分布型的序贯抽样	108
四、Iwao 的序贯抽样	109
五、二阶抽样技术	111
第八章 棉铃虫的自然种群和实验种群生命表	113
第一节 生命表的组建	113
一、种群生命表的概念	113
二、生命表的类型	114
三、生命表的组建方法和步骤	115
第二节 棉铃虫自然种群生命表	116
一、种群存活率分析	116
二、种群趋势指数分析	120
三、关键因子分析	122
第三节 棉铃虫实验种群生命表	125
一、在恒温条件下的种群生命表	125
二、取食不同蛋白质含量饲料时的种群生命表	129
第九章 棉铃虫种群地理区划和发生程度的分区	131
第一节 农业生态系统	131
第二节 棉铃虫种群地理区划	132
一、全国棉区的划分	132
二、山东省棉区的划分	133
第三节 棉铃虫种群发生程度分区的方法	136
一、相似优先比法	136
二、模糊聚类分析法	141
第十章 食物源与棉铃虫发生的关系	145
第一节 农作物种植结构	145
一、种植结构发生变化	145
二、种植方式多样化	149
第二节 水肥条件的改善	151
一、有效灌溉面积不断扩大	151
二、施用化肥量不断增加	151
第三节 农作物产量的提高	153
一、山东省农作物产量与棉铃虫发生的相关性	153
二、相关性的测定与分析	155
第四节 从食物源分析种群动态	157
一、食料的衔接	157

二、顺境的积累	159
第十一章 虫源基数与棉铃虫种群动态	160
第一节 越冬蛹基数	160
一、越冬蛹量与第一代棉铃虫发生的关系	160
二、越冬蛹量与第二代棉铃虫发生的关系	161
第二节 成虫基数	162
一、上年蛾量与第二代棉铃虫发生的关系	162
二、上代蛾量与下代棉铃虫发生的关系	163
第三节 卵基数	167
一、世代间百株卵量的关系	167
二、上代主峰日卵量与下代百株卵量的关系	169
三、主峰日卵量与全代卵量的关系	170
第四节 幼虫、残虫基数	171
一、麦田第一代幼虫密度与第二代棉铃虫发生的关系	171
二、上代残虫量与下代棉铃虫发生的关系	171
第十二章 气象因素对棉铃虫种群数量变动的影响	174
第一节 气温与棉铃虫发生的关系	174
一、山东省棉铃虫的发生与气温的关系	174
二、不同棉区棉铃虫的发生与气温的关系	176
三、中国主要棉区棉铃虫的发生与气温的关系	178
第二节 降水量与棉铃虫发生的关系	179
一、降水量直接影响种群数量变动	179
二、降水量对棉铃虫种群数量变动的影响	183
第三节 日照对棉铃虫种群数量变动的影响	187
第十三章 棉铃虫抗药性对其种群数量变动的影响	189
第一节 抗药性的形成和发展	189
一、长期使用化学农药	189
二、抗药性不断上升	189
第二节 棉铃虫抗药性与其种群数量变动的关系	194
第十四章 天敌对棉铃虫种群数量变动的影响	196
第一节 天敌对棉铃虫种群数量变动的影响	196
一、北方棉区棉铃虫的天敌	196
二、长江流域棉区棉铃虫的天敌	199
第二节 化学防治与棉铃虫天敌的消长关系	201
第三节 气象因素与棉铃虫天敌的消长关系	203
第十五章 棉铃虫种群发生动态规律的探讨	205
第一节 从现代生态学剖析棉铃虫种群数量变动	205
第二节 影响棉铃虫种群数量变动的主因子分析	207
一、食物源是棉铃虫猖獗发生的前提	208
二、虫源是棉铃虫猖獗发生的基础	208

三、气象是棉铃虫猖獗发生的诱因	209
参考文献	210

第三篇 棉铃虫的预测预报

第十六章 棉铃虫种群的发生演变	215
第一节 棉铃虫种群发生动态	215
一、棉铃虫种群数量演变	215
二、各代棉铃虫种群数量的演变	215
第二节 棉铃虫发生程度分级的研究	217
一、历年棉铃虫发生程度分级	217
二、各代棉铃虫发生程度分级	220
三、有关棉铃虫发生程度分级的几个问题	223
第十七章 棉铃虫预报因子的筛选	227
第一节 筛选预报因子的原则	227
第二节 初选预报因子的方法	229
一、简单相关系数	229
二、灰色关联度	232
第三节 精选预报因子的方法	235
一、因子相关选择	235
二、主因子筛选法	238
三、V 值筛选法	239
第四节 因子在预报中的作用	241
一、主导因子	242
二、因子组合	242
第十八章 棉铃虫预报因子等级的划分	244
第一节 点聚图法	244
一、平均条件频率公式	244
二、预报因子划分两级	246
三、预报因子划分多级	248
四、因子划分等级的基本条件和原则	250
第二节 等差分级法	251
一、预报要素历年数值	251
二、常规等差分级法	252
三、去掉 max 和 min 值等差分级法	252
四、分级尺度代换历年数值	252
第三节 直线回归法	253
一、组建直线回归方程	253
二、预报对象划分等级	253
三、预报因子划分等级	253
四、预报要素数值蜕化为分级值	253

第十九章 列联表分析和应用于棉铃虫预测	255
第一节 列联表组建的原理和方法	255
一、基本原理	255
二、自由度	256
三、组建方法	256
第二节 列联表显著性检验	258
一、对角线分析	258
二、概率贡献	258
三、条件频率差	260
四、列联表数据 χ^2 检验	261
五、列联系数	265
六、列联表频数相关系数	269
七、列联表数据相关系数	270
第三节 列联表预测方法	271
一、两级条件频率差法	271
二、多因子交叉相关法	273
三、简化综合相关法	277
四、分级统计法	281
五、权重列联比法	285
六、转移概率法	289
七、综合列联表法	293
八、加权条件概率法	295
第四节 列联表检验预报方法质量	297
一、误差法	297
二、列联表数据相关系数法	299
三、列联表频数相关系数法	300
四、等级相关系数法	300
五、讨论	302
第二十章 乏晰分析和应用于棉铃虫预测	303
第一节 模糊数学的基本概念	303
一、模糊数学和统计数学	303
二、模糊随机事件和模糊概率	304
三、普通集合和模糊集合	305
第二节 模糊综合评判的方法	308
一、基本原理	308
二、方法的多样化	309
三、抉择最优模糊综合评判数学模型	317
第三节 模糊列联表预测法	317
一、区间权重列联比法	318
二、模糊权重列联比法	323
第四节 多层次模糊综合评判法	329

一、基本原理·····	330
二、一级模糊综合评判·····	330
三、二级模糊综合评判·····	331
四、实例运算·····	331
五、讨论·····	335
第五节 模糊综合评估聚类法 ·····	336
一、基本原理·····	336
二、应用实例·····	337
三、讨论·····	340
第六节 模糊综合决策模型 ·····	340
一、广义 Fuzzy 模型·····	340
二、实例运算·····	341
三、讨论·····	344
第七节 模糊关系方程 ·····	346
一、基本思路·····	346
二、模糊关系方程的解法·····	347
三、模糊关系方程的应用·····	352
四、讨论·····	357
第八节 隶属度预测法 ·····	357
一、隶属函数·····	357
二、综合隶属度预测法·····	366
三、模糊向量内积法·····	369
四、模糊集判别法·····	372
第九节 模糊聚类分析 ·····	375
一、模糊聚类分析的方法和步骤·····	376
二、两次聚类法·····	381
三、直接聚类法·····	384
四、编网聚类法·····	390
五、最大树聚类法·····	391
六、讨论·····	392
第十节 模糊模式识别 ·····	392
一、贴近度和择近原则·····	393
二、模糊度和距离·····	398
三、模糊相似优先比·····	402
四、讨论·····	406
第十一节 多元模糊回归分析 ·····	407
一、多元模糊回归模型·····	407
二、应用实例·····	408
三、讨论·····	410
第二十一章 灰色系统分析和应用于棉铃虫预测 ·····	411
第一节 灰色系统的基本概念·····	411

第二节 灰色因素的关联分析	412
一、绝对值关联度	413
二、速率关联度	417
三、优势分析	419
四、讨论	421
第三节 灰色建模与预测	421
一、灰色预测模型	422
二、季节灾变预测	426
三、拓扑预测	429
四、讨论	432
第四节 灰色马尔柯夫链预测模型	433
一、建立预测数学模型	434
二、三种灰色马尔柯夫链预测方法	435
三、预测效果验证	440
四、讨论	441
第二十二章 回归分析和应用于棉铃虫预测	443
第一节 一元线性回归	443
一、预测、检验数学模型	443
二、预测棉铃虫发生量	445
三、预测棉铃虫发生期	449
四、讨论	452
第二节 多因子综合直线回归	453
一、预测棉铃虫发生量	453
二、预测棉铃虫发生期	456
第三节 多元线性回归分析	457
一、多元线性回归方程和方差分析	457
二、多元线性回归预测方程	459
第四节 逐步回归分析	468
一、逐步回归的数学模型	468
二、预测棉铃虫的发生量	471
三、逐步回归程序	478
第二十三章 判别分析和应用于棉铃虫预测	481
第一节 两级判别	481
一、基本原理	481
二、计算步骤	482
三、实例运算	483
四、讨论	486
第二节 逐次两级判别	487
一、实例运算	487
二、讨论	492
第三节 逐步判别分析	492

一、基本思路·····	492
二、计算步骤·····	493
三、实例·····	495
四、讨论·····	496
附：棉铃虫发生量和发生期预测方法索引·····	496
参考文献·····	498

第四篇 棉铃虫的综合防治

第二十四章 棉铃虫的综合治理·····	503
第一节 国外棉铃虫综合治理概况·····	503
一、越南·····	504
二、美国·····	504
三、印度·····	504
四、澳大利亚·····	505
第二节 棉铃虫综合治理体系·····	505
一、害虫综合治理的基础工作·····	506
二、控制棉铃虫的 APM 对策·····	506
三、棉铃虫综合防治技术推广体系·····	508
四、棉铃虫综合防治技术体系·····	509
第三节 棉铃虫综合防治技术规程·····	510
一、棉花播种前和播种期的综合防治措施·····	511
二、第一代棉铃虫的综防措施·····	511
三、第二代棉铃虫的综防措施·····	512
四、第三代棉铃虫的综防措施·····	512
五、第四代棉铃虫的综防措施·····	512
第二十五章 棉铃虫的农业防治·····	514
第一节 利用有利的生态条件控制棉铃虫·····	515
一、粮棉插花种植·····	515
二、小麦与棉花套种·····	516
三、调整棉花播种期·····	519
第二节 耕锄灌水消灭虫蛹·····	520
一、耕锄灌水灭蛹的效果·····	520
二、大面积耕锄灌水灭蛹的效果·····	521
第三节 利用田间管理控制棉铃虫为害·····	523
一、整枝灭虫卵·····	523
二、加强管理促早熟，减轻棉铃虫发生·····	524
三、合理施肥控制棉铃虫为害·····	524
四、喷施过磷酸钙、草木灰避虫·····	526
五、人工抹卵捉虫·····	526
第四节 抗虫品种的培育与推广·····	526
一、棉花抗虫性分类·····	527