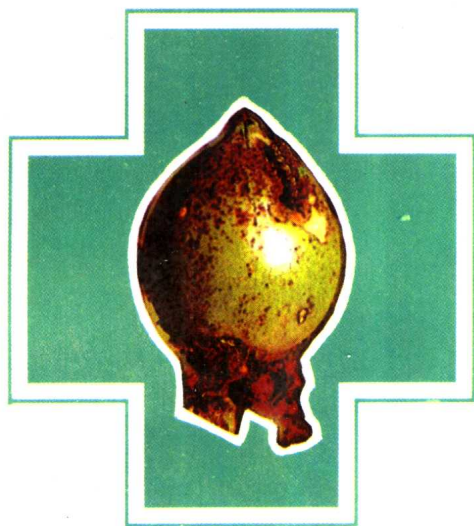


沈晋良 吴益东 编著



棉铃虫抗药性 及其治理

中国农业出版社

5.62

3

棉铃虫抗药性及其治理

沈晋良 吴益东 编著

中国农业出版社

棉铃虫抗药性及其治理

沈晋良 吴益东 编著

* * *

责任编辑 伏月华

中国农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)
新华书店北京发行所发行 中国农业出版社印刷厂印刷

850×1168mm32开本 10印张 259千字

1995年7月第1版 1995年7月北京第1次印刷

印数 1—4000册 定价18.50元

ISBN 7-109-04116-6/S·2560

前 言

有机合成农药的使用已有半个世纪，人们之所以要使用农药来防治农作物病虫害，既是因为人类赖以生存的生态环境的需要，也是为了适应世界人口日益增长的需要。农药的使用与许多现代科学技术的应用一样，如使用不当，也会给人类带来副作用，这些副作用主要包括农药残留污染、生物抗药性的提高及害虫再猖獗。有害生物的抗药性问题已成为当前病、虫、草害化学防治所面临的一场严峻挑战。

有害生物抗药性的发生和发展，如果得不到有效控制，就会导致农作物的严重损失。特别是 80 年代以来，在澳大利亚、泰国、印度及印度尼西亚等许多国家，棉铃虫对高效的拟除虫菊酯类杀虫剂产生严重抗性；90 年代以来，我国棉铃虫连续大发生，并猖獗对菊酯类农药的抗性；棉铃虫抗药性问题严重影响着棉花生产、农药工业和国民经济的发展，这就是为什么当今世界各国都十分重视有害生物抗药性的研究和抗性治理的原因。

在 70 年代末~80 年代初，我校植保系谭福杰先生组织了部分同志开始进行棉铃虫、棉蚜等害虫抗药性的调查研究。国家“六五”、“七五”农业病虫抗药性攻关研究期间，在我校尤子平先生主持下，与谭福杰先生一起，组织了南京农业大学、中国科学院动物研究所、中科院上海昆虫研究所、中国农业科学院植保所、北京农业大学及河北省农业科学院植保所等单位，对我国稻、麦、棉、果、蔬等五大类作物的 24 种重要农业害虫（螨）及 8 种病害的抗药性进行了系统深入的研究。“八五”攻关期间，继续对棉铃虫、棉蚜、小菜蛾等多种害虫进行抗药性预报及抗药性治理研究。

作者根据在 10 多年攻关研究期间棉铃虫抗药性的研究成果，并收集了国内外有关棉铃虫抗药性研究的成果和进展，将本书分为国内外棉铃虫的分布、发生及为害；抗药性概况；抗药性研究方法；抗药性机理；抗药性遗传及抗性治理等章节。希望能使读者对棉铃虫大发生的由来，抗药性形成及发展规律，抗药性监测的标准化及其作用，制定抗性治理各项措施的原则，控制棉铃虫大发生与抗性治理的关系等方面有一个比较全面系统的了解。近年来，我国棉铃虫大发生的频率加快，延缓或阻止棉铃虫抗性发展的任务非常艰巨，希望本书能起到抛砖引玉的作用，为我国棉铃虫抗药性治理作出一些贡献。

本书第一、二、三（部分）及六章由沈晋良编写，第三（部分）、四及五章由吴益东编写。第七章的抗药性生物测计数据处理及管理系统（BA 系统）软件由周保华开发。在书稿的计算机录入及校对过程中，得到了郭蔼平和周威君等同志的大力协助。同时，作者对在国家攻关研究期间，参加棉铃虫抗药性研究的所有其他教师（包括外校进修教师）、研究生和参加实习的本科生表示感谢！

澳大利亚新南威尔士州农业部的 N. W. Forrester 博士、英国雷丁大学的 A. R. McCaffery 教授、英国自然资源研究所的 N. J. Armes 博士、美国加州大学河边分校的 G. P. Georghiou 教授和得克萨斯农工大学的 F. W. Plapp Jr. 教授等提供了许多宝贵的文献资料，在此谨致谢忱！

由于作者水平有限，再加之编写时间仓促，书中定有不少疏漏之处，恳望读者批评指正。

作 者

南京农业大学植保系

1995 年 5 月

目 录

第一章 棉铃虫的分布、发生及为害.....	1
第一节 概况	1
一、棉铃虫的分布及为害	1
二、棉铃虫形态特征	4
第二节 我国棉铃虫的发生演变概况	5
第三节 国外棉铃虫的发生演变概况	11
一、印度棉铃虫的概况	11
二、澳大利亚棉铃虫的概况	17
三、泰国棉铃虫的概况	20
四、坦桑尼亚棉铃虫的概况	23
五、以色列棉铃虫的概况	23
第二章 棉铃虫抗药性概况	25
第一节 害虫抗药性的几个基本概念	28
第二节 害虫对化学农药抗性简史	29
第三节 我国农业害虫抗药性现状	33
第四节 全球棉铃虫、烟夜蛾、斑实夜蛾、烟芽夜蛾 及美洲棉铃虫对各类杀虫剂抗性现状	52
第五节 棉铃虫对常用各类杀虫剂的抗性	58
一、棉铃虫对 DDT 抗性	58
二、棉铃虫对 DDT 加毒杀芬的抗性	61
三、棉铃虫对硫丹及异狄氏剂的抗性	63
四、棉铃虫对有机磷杀虫剂的抗性	67
五、棉铃虫对氨基甲酸酯类杀虫剂的抗性	70
六、棉铃虫对拟除虫菊酯类杀虫剂的抗性	71
第三章 棉铃虫抗药性研究方法	89
第一节 棉铃虫大田试虫采集	89

第二节 棉铃虫室内人工饲养	91
第三节 棉铃虫抗药性监测方法	95
一、抗药性测定方法	95
二、敏感品系和敏感毒力基线	109
三、区分剂量的标定	114
四、棉铃虫不同龄期幼虫对杀虫剂敏感性的比较	124
第四节 棉铃虫抗药性测定资料的统计分析	131
一、抗药性测定的统计基础	132
二、抗药性测定原始数据的记载	135
三、抗药性测定资料的统计分析方法	136
四、致死中量的差异显著性测验	150
第五节 棉铃虫抗药性生理生化机理研究方法	150
一、解毒酶抑制剂的活体研究	151
二、棉铃虫表皮穿透研究	151
三、棉铃虫微粒体多功能氧化酶 (MFO) 艾氏剂环氧化活性测定	153
四、棉铃虫酯酶活性测定	159
五、棉铃虫酯酶同工酶的聚丙烯酰胺凝胶电泳	160
六、棉铃虫酯酶同工酶的等电聚焦电泳	163
七、棉铃虫乙酰胆碱酯酶活性测定	167
第六节 棉铃虫抗药性遗传分析方法	169
一、品系	169
二、正交与反交试验	170
三、回交与杂交 F_2 代试验	171
四、重复回交法	173
第四章 棉铃虫抗药性的生理生化机理	177
第一节 昆虫抗药性的生理生化机理概述	177
第二节 棉铃虫对拟除虫菊酯类杀虫剂抗性的生理生化机理	181
一、代谢作用增强与棉铃虫对拟除虫菊酯类杀虫剂的抗药性	181
二、神经敏感性下降的证据	188
三、拟除虫菊酯在抗性和敏感品系棉铃虫幼虫的表皮穿透速率比较	189
四、有利于棉铃虫氧化代谢抗性机理演化的因素	190
五、几个国家的棉铃虫对拟除虫菊酯抗性机制的比较	192
六、抗性机理与交互抗性的关系	193
七、棉铃虫对 DDT 和拟除虫菊酯抗药性的关系	201

第三节	棉铃虫对有机磷杀虫剂的抗性机理	203
第四节	棉铃虫的食料条件与抗药性的关系	204
第五章	棉铃虫抗药性遗传	208
第一节	我国棉铃虫对氰戊菊酯抗性遗传	209
第二节	我国棉铃虫对溴氰菊酯的抗性遗传	213
第三节	澳大利亚棉铃虫对拟除虫菊酯的抗性遗传	215
第四节	美国烟芽夜蛾的抗性遗传	216
第五节	烟芽夜蛾抗药性遗传研究的新进展	216
第六章	棉铃虫抗性治理	219
第一节	害虫抗药性治理的基本原则和策略	219
一、	害虫抗药性治理的由来及基本原则	219
二、	害虫抗药性治理的策略	220
三、	抗性监测在抗性治理中的作用	221
第二节	棉铃虫抗性治理的基础研究	222
第三节	杀虫剂抗性治理的实例	224
一、	津巴布韦棉虫抗性的治理	224
二、	以色列棉区杀虫剂抗性治理	225
三、	澳大利亚棉铃虫抗性治理	227
四、	泰国棉铃虫抗性治理	243
五、	印度棉铃虫抗性治理	243
六、	埃及棉虫的抗性治理	244
第四节	控制棉铃虫大发生与棉铃虫抗药性治理的关系	244
第五节	我国棉铃虫抗性治理措施	246
一、	农业防治	246
二、	生物防治	247
三、	成虫诱杀	248
四、	化学防治技术	248
第七章	抗药性生物测计数据处理及管理系统	259
第一节	抗药性生物测计数据处理及管理系统的介绍	259
一、	BA 系统的特点	260
二、	BA 系统的计算步骤	260
三、	BA 系统计算的准确性与国外软件的比较	260
四、	BA 系统的其他功能	263

第二节 系统运行环境	264
一、硬件环境	264
二、软件环境	264
第三节 安装使用程序	264
一、系统安装	264
二、菜单的使用	265
第四节 数据管理	267
一、数据输入	267
二、数据处理	269
第五节 数据查询	269
一、查询原始数据	269
二、机率值分析结果的查询	270
第六节 报表	271
一、报表结构及概念	272
二、报表格式(结构)的定义	272
三、修改报表格式	274
四、报表格式存盘及打开报表格式	274
五、自动生成所需报表	275
第七节 系统维护	277
一、将新的药剂名称和害虫名称加入标准名称库	277
二、数据库的整理	278
第八节 参数设置	278
一、屏幕色彩的设定	278
二、工作传单输出方式的设定	279
三、设定参数的存盘	279
第九节 退出系统	279
附录	281
参考文献	288

第一章 棉铃虫的分布、发生及为害

第一节 概 况

一、棉铃虫的分布及为害

棉花是重要的经济作物，也是纺织工业的重要原料。世界上主要产棉国包括：中国、美国、前苏联、印度、巴基斯坦、巴西、土耳其、埃及、澳大利亚、阿根廷、墨西哥、希腊、巴拉圭、苏丹、哥伦比亚、叙利亚、津巴布韦、坦桑尼亚、以色列、秘鲁、伊朗等。根据自然条件，我国可分为黄河流域棉区、辽河流域棉区、西北内陆棉区、长江流域棉区、华南棉区共 5 个棉区。前 3 个棉区统称为北方棉区，后 2 个棉区统称为南方棉区。其中以黄河流域棉区和长江流域棉区分别约占全国植棉面积的 50% 和 40% (张广学 1982)。最近有人从生态条件，集中连片种植的原则划分成黄淮海棉区、长江中下游棉区及新疆棉区三个棉花集中产区。并认为近年内棉花产业大有向西北部、北部转移的趋势。

棉花生产已有数千年的历史，长期以来有多种昆虫和叶螨适应在棉株上取食生活。世界上已记载有 1326 种昆虫可取食棉株 (Hargeaves 1948)。据《中国棉虫之研究与防治》记载，我国棉花害虫名录为 310 种，我国棉田常见害虫约 30 种左右，而各棉区常年的主要害虫仅为少数几种。每年造成的损失通常在 15% 以上，大发生年份可高达 30% 以上。

从棉花受害的主要时期来看，大致可分成苗期害虫和蕾铃期害虫两大类：

苗期害虫 从播种到现蕾前，为害种子和幼苗根部的有种蝇、

金针虫及蛴螬等；咬断嫩茎和咬食叶片的有地老虎、蜗牛等；刺吸汁液的有棉蚜、蓟马及棉红蜘蛛等。为害后造成叶片卷缩、变色及棉株畸形等症状。

蕾铃期害虫 从现蕾到收花期，刺吸嫩头、嫩叶和蕾的有棉盲蝽；刺吸棉汁液的有棉蚜、棉红蜘蛛及棉叶蝉等；蛀食蕾铃的有棉铃虫、红铃虫、金刚钻、玉米螟等，前者还受害嫩头，后两者还钻蛀嫩茎及叶柄；食叶害虫有棉小造桥虫、棉大卷叶蛾及斜纹夜蛾等。为害后造成叶片变色、脱落、卷叶、枯头（茎）、落花、落蕾、落铃、僵瓣及烂桃等。

棉铃虫 *Helicoverpa armigera* (Hubner) 为鳞翅目夜蛾科害虫，原属实夜蛾属 *Heliothis*，1965 年哈德威 (Hardwick) 将它划归为 *Helicoverpa*，与棉铃虫同属于该二属的世界性重要害虫有 5 种，其中烟芽夜蛾和棉铃虫对拟除虫菊酯类杀虫剂已产生抗药性。这五种重要害虫为：

(1) 烟芽夜蛾 *Heliothis virescens* (Fabricus) 分布在南北美洲。已对有机氯、有机磷酸酯、拟除虫菊酯及氨基甲酸酯类杀虫剂产生抗药性。

(2) 美洲棉铃虫 *Helicoverpa zea* (Boddie) 分布在南北美洲。除对有机氯、有机磷及氨基甲酸酯类杀虫剂产生抗性外，至今对拟除虫菊酯类杀虫剂仍是敏感的。

(3) 棉铃虫 *Helicoverpa armigera* (Hubner) 分布在亚洲、大洋洲、非洲及欧洲。已对有机氯、有机磷酸酯、拟除虫菊酯及氨基甲酸酯类杀虫剂产生抗药性。

(4) 斑实夜蛾 *Helicoverpa punctigera* Wallengren 分布在大洋洲。至今对各类杀虫剂仍是敏感的。

(5) 点实夜蛾 *Helicoverpa peltigera* Schiffermuller 分布在亚洲（如印度等）、欧洲及非洲北部。至今对各类杀虫剂仍是敏感的。

与棉铃虫同属的害虫在中国有 6 种：

(1) 棉铃虫 *H. armigera* (H.) 分布在亚洲、大洋洲、非洲及

欧洲。

(2) 烟夜蛾(烟青虫) *H. assulta* Guenee 分布在亚洲(中国、朝鲜、日本、印度、斯里兰卡、印度尼西亚及缅甸)、非洲及澳大利亚。主要为害辣椒、烟草、番茄及酸浆等茄科植物。

(3) 苜蓿夜蛾 *H. virescens* [Syn. *H. dipsacea* (Linnaeus)] 分布在中国(黑龙江、辽宁、河北及新疆)、日本、印度、缅甸、叙利亚及欧洲。幼虫为害苜蓿、棉、苹果、柳穿鱼、矢车菊及芒柄花。

(4) 焰实夜蛾 *H. fervens* Butler 分布在中国(河北、黑龙江及湖北)及日本。

(5) 点实夜蛾(大棉铃虫) *H. peltigera* (Schifferrmuller) 分布在中国(新疆及西藏)、印度、伊朗、尼泊尔、叙利亚、土耳其、欧洲及非洲北部。为害芒柄花属和蚤缀属植物, 并为害棉铃铃。

(6) 花实夜蛾 *H. ononis* Schifferrmuller 分布在中国(黑龙江、青海、华中及西南)、前苏联、欧洲及美洲。为害芒柄花属和亚麻属植物。

棉铃虫是一种世界性害虫, 分布于北纬 50°至南纬 50°的亚洲、大洋洲、非洲及欧洲各地, 在海拔 1821.5 米高处尚有其踪迹。包括中国、印度、泰国、印度尼西亚、巴基斯坦、澳大利亚、土耳其、南非、津巴布韦、以色列、坦桑尼亚、苏丹、赞比亚、埃塞俄比亚、象牙海岸、上沃、塞浦路斯、前苏联的东格鲁吉亚、阿塞拜疆、撒马尔罕州及南塔吉克等。

国内各棉区均有分布和为害, 北方棉区比南方棉区受害重。黄河流域棉区为害严重, 是常发区; 长江流域棉区为间歇性发生区。大发生时, 使棉花大幅度减产, 造成惨重损失, 特别是 1992 年全国大爆发, 损失近百亿元。

棉铃虫是一种多食性害虫。据报道有 60 种栽培植物和 67 种野生植物(Reed 等 1982), 我国已知有 20 多科 200 余种寄主, 主要为棉花、玉米、小麦、番茄、豌豆、高粱及苜蓿等。

棉铃虫主要发生在棉花生长的中后期, 幼虫主要为害棉花的

繁殖器官，造成蕾、花及铃的大量脱落和烂铃，一头幼虫一生能为害十多个蕾铃，发生严重的田块，如防治失时，蕾铃脱落率可达50%以上。不防治田块，大发生年可造成绝收。在黄河流域棉区，棉田第一代发生严重的田块，除为害棉苗嫩叶外还取食嫩头，甚至生长点，造成“无头苗”或“公棉花”。

二、棉铃虫的形态特征

1. 成虫

(1) 棉铃虫 体长14~18毫米，翅展30~38毫米。头胸部淡灰褐色。前翅长度约等于体长，青灰或淡灰褐色，中线由肾纹斜至后缘，末端达环纹的正下方，外线很斜达翅后缘的肾纹中部后下方，亚端线的锯齿较均匀，距外缘的宽度大致相似。后翅灰白色，翅脉褐色，外缘两灰白色斑相连，斑与缘毛间有浅褐色区相隔开，有些个体无灰白色斑。腹部灰褐色，背面和腹面杂有黑色鳞片，个体间绝无例外（烟青虫蛾腹部腹面无黑色鳞片）。雄性外生殖器抱器瓣宽，基部至近端部宽度大致相等。阳茎内角状器粗，排列较整齐，阳茎端膜腹面有腹向的锥形突起。

(2) 烟青虫 体长15~18毫米，前翅长度短于体长，中线向翅后缘直伸，末端达环纹外下方，外线较直，末端仅达翅后缘肾纹外下方，亚端线锯齿参差不齐。后翅黄褐色，翅脉同色，黑色带稍窄，中部灰白斑直达外缘与缘毛相接，有一外线与黑色斑相平行。

(3) 大棉铃虫 体长20毫米左右，前翅长度短于体长，肾纹与前缘间有棕褐色斑相连，环纹只一棕黑点。后翅淡褐色，棕黑色带很宽，上有一淡褐斑，翅脉棕色。2. 卵：高0.51~0.55毫米，宽0.44~0.48毫米。卵孔不甚显著，花冠只1层，为菊花瓣形，12~15瓣，外圈光滑。纵棱达底部，每2根纵棱间有1根纵棱为2岔或3岔式。卵的中部周围有纵棱26~29根，纵棱间有横道26~29根。初产时乳白色，约2天后顶部有紫黑色圈。

3. 幼虫：体长40~45毫米。体色多变，可分为淡红、黄白、

淡绿、绿色 4 型。头部黄色，有不规则的黄褐色网状斑纹。背线 2 或 4 条，气门上线可分为不连续的 3~4 条，其上有连续的白色纹。体表布满褐色及灰色长而尖的小刺，腹面有十分明显的黑褐色及黑色小刺。前胸气门下方的一对毛的连线穿过气门或至少与气门下缘相切。而烟青虫幼虫此线不穿过气门亦不与气门相切。各龄幼虫头宽、体长及体重见表 1-1。

表 1-1 棉铃虫各龄幼虫头宽、体长及体重

项 目	1 龄	2 龄	3 龄*	4 龄*	5 龄*	6 龄*
头宽 (mm)	0.21~0.28	0.38~0.46	0.59~0.79	1.10~1.27	1.44~1.86	2.56~2.80
体长 (mm)	2.0~2.8	4.0~5.2	5.5~7.1	10.4~16.8	16.5~29.0	30.8~42.2
体重 (mg)	0.28±0.07	1.61±0.43	8.09±2.91	30.5±8.33	90.38±22.4	400.40±78.82

注：* 3、4、5 龄为 12~24 时龄幼虫，6 龄为 3 日龄幼虫

4. 蛹：长 17~10 毫米，宽 5~6 毫米，体色黄褐色。头部前端无乳头状突起。腹部第 5~7 节背面与腹面有 7~8 排密集而小的马蹄形刻点，腹部末端圆形，有一对很小的突起，2 个突起基部分开，相距较远，每个突起上着生有长而直的刺一根。非滞育蛹后颊部的 4 个眼点在蛹发育至 3 级时，全部消失。越冬滞育蛹在冬前此眼点不消失。

第二节 我国棉铃虫的发生演变概况

在 50 年代以前，我国棉花成灾的害虫主要为造桥虫、金钢钻及卷叶虫等。从 50 代初期应用棉油皂、烟叶水及六六六到中后期的有机磷酸酯类杀虫剂如对硫磷 (E605)、内吸磷 (1059) 及乐果，发展到 60 年代用甲拌磷 (3911) 拌种，使防治棉蚜的有效期得到

延长,基本控制其成灾为害。用 DDT、甲萘威防治棉铃虫效果明显,昔日为害严重的卷叶虫、棉叶蝉得到控制。从棉红铃虫的生态特性研究成果出发,北方棉区的辽宁和山西利用冬季低温消灭越冬幼虫,来控制其发生为害取得成功,并使黄河流域棉区的红铃虫得到基本消灭。长江流域棉区采用越冬防治与发生期防治相结合,为害损失由 30% 下降到 15% 左右。金钢钻问题在 60 年代初曾一度冒尖,翠纹金钢钻的发生从华南延伸到华北,由于该虫在长江以北棉区不能越冬,虫源来自南方,60 年代后期南方停止发展棉花后,金钢钻问题亦趋于缓解。北方棉区由于绿肥面积减少,棉盲蝽为害也下降。从上可以看出,从研究害虫的生态生理特性着手,通过越冬防治,减少食料来源,杜绝虫源等措施确实可以使一些成灾害虫(如红铃虫、金钢钻等)在较大范围内得以控制;使用化学农药控制了某些害虫(如造桥虫、卷叶虫等)或暂时控制某些害虫(如棉蚜、棉红蜘蛛等,但不到十年产生抗药性,并再次成灾);与此同时,过去的一些次要害虫在适宜其生理生态特性的环境条件下,变为主要害虫,并得以猖獗,甚至爆发成灾。棉铃虫的发生演变正说明了这点。

50 年代以前棉铃虫在我国发生为害很轻,50 年代中期开始在个别田块有所发生,如少数长势较好的棉田,由于为害轻未引起注意;50 年代后期至 60 年代初,发生面积有所扩大,但尚不普遍,主要是当时棉花长势较差,发育较晚,种植形式以单作为主,因此常以三代部分田块为害较重,二代发生较轻。60 年代中后期,由于以间作套种及推广高产品种为主要内容的栽培制度的变革,逐步扩大了复种面积,作物种类增加,生长期的延长,扩大了棉铃虫的时空间分布,增加了食料来源和生存场所。由于生态环境发生了很大变化,对生物学特性为多食性的棉铃虫来说是非常有利的,这可使每代种群都能与多种寄主植物的物候期相匹配,棉铃虫可以找到适合自身生存繁殖的寄主,能顺利完成全年生长季内的各个世代。这可以说农业生态体系的变革为棉铃虫在 70 年代后

的大发生奠定了坚实的物质基础。

河北省深泽县总结了该县随农业生态系的演变, 20 多年中棉铃虫发生经历以下的几个阶段: 1953~1957 年主要集中在局部丰产棉田, 发生面积仅占棉花种植面积的 0.2%~0.5%; 1958~1963 年扩大到 18%; 1964~1968 年几乎遍及全县, 但重点仍集中在高产田。1969 年以来, 以间作套种为主要内容的种植变革, 环境条件发生了很大变化, 棉铃虫的危害连年严重, 田间消长参差不齐, 同时高粱、玉米等粮食作物的被害也显著加重, 棉铃虫成了该县棉粮生产上的一个极大威胁。表 1-2 和 1-3 表明河北正

表 1-2 棉铃虫在棉田百株落卵消长比较

(河北正定县和陕西泾阳县)

地 点	年度 世代	1955 ~1957	1958~1964		1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
河北 正定 县	二代	5~10	20~30		333	195	873	119	51	233	257	450	1237	348
	三代	10~20	50~60		332	123	221	68	138	72	87	230	156	72
陕西 泾阳 县	二代	1962 12.0	1963 9.0	1964 25.3	36.3	80.6	109.1	143.8	53.2	84.6	126.6	134.0	146.2	129.9

表 1-3 河北正定县棉铃虫历年发生程度比较

年度 世代	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
一代					轻	中	中	轻	严重	轻
二代		中	重	轻	轻	中	重	重	严重	中
三代	严重	中	重	中	中	轻	轻	重	中	轻
四代		中			轻	中	轻	重	重	轻

摘自《昆虫知识》(1975、1976)

定县、陕西泾阳县在这段时期内棉铃虫种群数量逐年增多, 发生

面积逐渐扩大,为害逐年严重的发展趋势。至1972年正定县调查表明,棉铃虫第一代卵和幼虫绝大部分集中在小麦、豌豆等田块占98%,而棉田仅占2%;第二代则高度集中在棉田,占95%~97%,玉米田占3%~5%,第三代棉田占35%,麦玉米田占22%,杂交高粱田占33%,其它如豆类、蔬菜田占10%;第四代棉田占28%,玉米雌穗占47%,杂交高粱穗占25%。百株玉米雌穗上有棉铃虫幼虫26头,多者达40多头;百株杂交高粱上有幼虫73~95头,最多一穗上有4~5头。另外棉花发育早晚、长势好坏,棉铃虫产卵量也有差异。一般移栽或单作棉田发育早、长势较好,则招致棉铃虫第二代发生量大;而间作棉田,棉花前期长势缓慢,发育较晚,则二代落卵量较低,而后期棉花长势快,蕾、花、铃集中,所以对三代棉铃虫招引力强。长江流域棉区也有类似演变过程,50年代至60年代初棉铃虫发生比较轻,从60年代后期开始,棉铃虫成了长江流域下游棉区的主要害虫,70年代期间,虫量时大时小,为害时轻时重,其中71、72、78年为大发年。70年代如江苏大丰,由于玉米、棉花间作面积逐年扩大,耕作制度的变革,农田生态环境的变化,害虫在各种作物间的传递规律也产生变化。如越冬后的第一代棉铃虫以苕子留种田为繁殖基地,积累数量,第二代转向玉米和棉花。早玉米收获后,第三、四代全部集中棉田,造成严重为害。

农业生态环境是害虫赖以生存发展的物质基础,虽然它在害虫大量爆发时所引起的作用有限,却是稳定害虫发生的重要手段,也是研究防治策略的重要依据。从生产要求出发,在现行栽培制度下,探找可以利用的条件,发挥耕作栽培技术的综合防治作用,是可以有所作为的。但是,必须看到,现代农业耕作栽培制度方面所进行的这场变革,即以间作套种、增加复种指数及推广丰产品种等为主要内容的农业生态体系的变化,从根本上说是有利于棉铃虫这种多食性害虫爆发成灾的。这不仅提醒我们任何栽培制度、农业生态体系的变革,必须考虑害虫爆发成灾这个因子,而