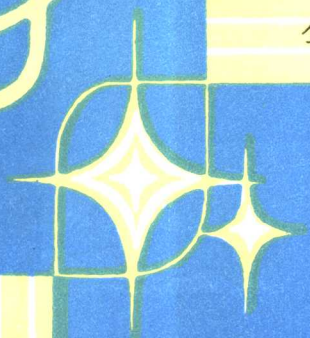




全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教材指导委员会审定



害虫综合治理

● 植保专业用

● 陈杰林 主编

农业出版社

全国高等农业院校教材

害虫综合治理

陈杰林 主编

植保专业用

农业出版社

(京) 新登字060号

主 编 陈杰林 (西南农业大学)
编著者 程退年 (南京农业大学)
程家安 (浙江农业大学)
黄方能 (南京农业大学)
审定者 张孝羲 (南京农业大学)

全国高等农业院校教材

害 虫 综 合 治 理

陈杰林 主编

* * *

责任编辑 杨国栋

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 农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm16开本 17.25印张 1插页 368千字

1993年5月第1版 1995年5月北京第2次印刷

印数 2,001—3,850册 定价 10.20元

ISBN 7-109-02325-7/S·1519

内 容 简 介

本书除前言外，共分七章，包括五个方面内容。第一、二、三章介绍害虫综合治理基本理论（概念、特点、原理和方法等），并详细讨论了害虫综合治理的生态学、经济学原理；第四章在简要介绍系统分析基本原理的基础上，集中讨论系统科学在害虫综合治理中的应用技术，如系统最优化、系统模拟等，并用实例说明作物—害虫系统的最优化管理方法；第五章从生态经济学角度全面评价现行各种害虫防治技术，讨论农业防治、生物防治、化学防治、昆虫信息化合物的利用和遗传防治等在综合治理系统中的地位；第六章介绍国内各类作物生态系统的特点和目前综合治理技术、模型研究的进展情况；第七章从发展的观点出发，介绍害虫综合治理的计算机系统、原理、方法及有关技术。

全书取材新颖、理论与实际紧密结合，除作为高等农业院校植保专业和昆虫专业教材外，可供其它有关专业师生、各级农业科研人员和农业技术干部参考。

前 言

《害虫综合治理》涉及生态学、经济学、环境保护学和系统科学等领域，并与社会生产技术水平有密切关系，是一门新兴学科。

目前，国内许多高等农业院校植保专业已先后开设了这门课程，可是迄今尚无一本统编教材。

本书是根据农业部关于《高等学校农科本科教材“七五”和“八五”教材建设规划》的通知，由西南农业大学、南京农业大学、浙江农业大学组成编写组。内容包括害虫综合治理的理论和方法、现代害虫管理及最优化技术，从IPM角度对各项防治技术进行评价，国内目前各类农作物害虫综合治理进展情况和害虫综合治理展望等。目的在于使学生在学完农业昆虫学基础上，进一步掌握现代害虫防治的最新理论和方法，了解国内各类作物害虫综合治理的技术水平，并对系统科学的应用有所认识。

本书初稿由陈杰林、程遐年、程家安、黄方能写成后，由主编陈杰林统稿，最后由张孝羲审订。由于编写时间仓促，加上我们水平有限，文中错误在所难免，恳切希望读者批评指正。

编 者

1990年3月

目 录

前言

第一章 概论	1
第一节 害虫综合治理概念	1
一、概念的发展概况	1
二、害虫综合治理的特点	2
第二节 制订害虫综合治理规划的原则和方法	6
一、分析各种害虫(或复合体)在生态系中的地位	6
二、发展可靠的监测技术	7
三、制订压低主要害虫平衡密度的方案	10
第三节 实施害虫综合治理的制约因素及对策	14
一、害虫综合治理技术推广和实施系统	14
二、实施害虫综合治理的限制因素	15
三、对策	18
第二章 害虫综合治理的生态学原理	22
第一节 农田生态系统	22
一、生态系统和农业(田)生态系统	22
二、农田生态系统中节肢动物群落的发展和物种间的协同进化	25
三、农田群落的多样性和稳定性问题	29
第二节 害虫种群的自然控制	31
一、害虫生命系统	31
二、害虫种群的自然控制	34
三、害虫种群自然控制模型	37
四、害虫种群的形成及其生态学控制途径	42
第三章 害虫综合治理的经济学原理	45
第一节 作物受害损失估计与预测	45
一、害虫对作物的经济危害	45
二、作物受害损失估计	47
三、作物受害预测	58
第二节 经济损害允许水平和经济阈值	61
一、经济损害允许水平和经济阈值的概念及其关系	61
二、经济损害允许水平和经济阈值的制定方法	65
第三节 害虫混合种群的经济阈值	70
一、根据标准害虫经济阈值进行确定	70
二、根据混合为害损失模型进行确定	71
三、根据经验的经济损害允许水平计算公式进行确定	72

第四章 系统分析与害虫的科学管理	73
第一节 系统分析	73
一、系统的特点	73
二、系统分析的基本要素和方法	74
第二节 系统最优化技术	78
一、决策分析	78
二、动态规划	90
第三节 模拟技术	95
第四节 作物—害虫系统的最优化管理	98
一、作物—害虫的最优化管理系统模型	98
二、模型的求解	104
第五章 综合治理系统中的害虫防治技术	105
第一节 农业防治	105
一、耕作防治	106
二、作物抗虫性的利用	111
第二节 生物防治	128
一、昆虫天敌在综合治理系统中的重要地位	128
二、天敌作用估计	131
三、害虫天敌在综合治理系统中的利用	139
第三节 化学防治	149
一、化学防治的作用评价	149
二、防止和控制农药污染的对策	164
第四节 昆虫信息化化合物的利用和遗传防治	187
一、昆虫信息化化合物的利用	187
二、遗传防治	203
第六章 我国农作物害虫综合治理的进展	218
第一节 水稻害虫综合治理	218
一、稻田生态系统的特点	219
二、我国水稻害虫综合治理的策略和技术	219
三、水稻害虫综合治理实例	228
四、水稻害虫综合治理模型	230
第二节 棉花害虫综合治理	233
一、棉田生态系统的特点	234
二、棉花害虫综合治理的技术对策	234
三、棉花害虫综合治理实例	240
第三节 蔬菜害虫综合治理	243
一、蔬菜园生态系统特点	243
二、蔬菜害虫“无公害”治理技术	245
三、蔬菜害虫治理模型	246
第四节 柑桔害虫的综合治理	249
一、柑桔园生态系统特点	249

二、柑桔害虫综合治理实例	251
三、桔始叶螨种群系统最优化管理模型	252
第七章 害虫综合治理展望	256
第一节 联机害虫管理系统	256
一、数据库管理系统	256
二、害虫发生时间预测系统	258
三、信息传递系统	259
第二节 辅助决策系统	260
一、模拟模型技术	260
二、管理信息系统	260
三、决策支持系统	262
四、专家系统	263
主要参考文献	266

第一章 概 论

第一节 害虫综合治理概念

害虫综合治理 (Integrated pest management, 简称IPM) 的概念是人类在与害虫斗争过程中逐步形成和发展起来的。

一、概念的发展概况

远在害虫生物学知识被充分了解以前, 人类为了保护作物, 创造了许多生物的、栽培的、物理的方法。虽然这些从直观经济利益出发所导出的方法是原始的, 但后来科学证明了其中许多方法是有效的, 并且有些防治实践已包含了现代害虫综合治理的内容。

随着人类社会的发展, 科学技术的进步, 人类的植物保护水平也在不断提高。在第二次世界大战结束后的20多年中, 人类的植物保护方式主要依靠 DDT 等有机合成农药, 从而促进了农业生产的发展, 大大减少了因病虫害造成的损失。化学防治曾兴盛一时, 并被誉为“昆虫学的黄金时代”, 认为有了灵丹妙药, 从此防治虫害可高枕无忧。

然而, 事实并非如此, 1946—1947年仅在使用DDT两年之后, 就在瑞典、丹麦、意大利、美国发现家蝇产生抗性。此后有关害虫对农药产生抗性的报道越来越多, 而且出现了天敌及其它有害生物被杀伤、环境被污染等一系列严重问题。

人们从化学防治实践中得到启发: 任何一种防治措施都不是万能的, 有优点也有缺点, 决不能片面地孤立地看待。害虫防治决不是利用某一项措施便可期望得到彻底解决。必须综合利用各种防治措施, 取长补短, 用优避劣, 使它们协调一致, 才能达到控制害虫的目的。从而诞生了“综合防治”的概念。

“综合防治”一词, 我国在50年代中期已开始应用, 它是在根治东亚飞蝗的实践中提出的“防治结合”和“改治并举”的治虫策略的基础上发展起来的。

国外早期的综合防治是从“把生物防治和化学防治结合起来”和加拿大人把他们的研究称之为“喷雾改良计划”开始的, 他们的主要目的是改进杀虫剂的应用方法。使之对天然存在的有益生物造成的伤害最小, 让它们尽可能地发挥潜在效力 (H. C. Coppel等, 1977)。

害虫综合治理是从“综合防治”发展起来的。它首先是由害虫防治专家和昆虫生态学家提出。然而只是在60年代以后, 它才受到学者和公众的普遍承认。

1967年联合国粮农组织 (FAO) 在罗马召开害虫综合防治专家小组会时, 给综合治

理下了一个定义:

“综合治理 (IPM) 是一种害虫管理系统。按照害虫种群的种群动态和与它相关的环境条件, 利用适当的技术和方法, 使尽可能地互不矛盾。保持害虫种群处在经济受害水平之下。”

1975年, 全国植保工作会议正式制定了“预防为主, 综合治理”的植保工作方针, 提出“把防作为植保工作的指导思想, 在综合治理中, 要以农业防治为基础, 因地制宜地合理地应用化学防治、生物防治、物理防治等措施, 达到经济、安全、有效地控制病虫害的目的。”可见国内提出的“害虫综合治理”与“害虫综合治理”的基本内容是一致的, 其区别仅在后者进一步充实了“系统理论”的内容, 它把害虫防治看成为资源管理的一部分。这个概念包含三个基本观点。即:

(一) 生态学观点 农业的高产稳产必须建立在植物 (农作物如果树、蔬菜等) 与周围生物 (包括病菌、昆虫、螨类、线虫等有害生物及其它有益生物、微生物等) 和非生物环境之间的协调基础上, 保持最好的“农业生态系统”。不断促进和培养环境资源, 而不是破坏或榨取环境资源。害虫综合治理要求从上述农业生态总体出发, 充分重视自然控制因素。有计划地和灵活地协调、选择、运用必要的防治措施 (如抗虫品种、天敌、化学药剂、农业技术等), 避免生态系统受到破坏。

(二) 经济学观点 不要求全部杀死害虫, 而只要求控制害虫的种群数量。讲究实效, 降低生产成本, 把害虫控制在经济受害允许水平之下。在评价害虫综合治理的经济效果时, 不但要考虑防治措施保护作物的直接效果, 也要考虑对生态系统其它因子的间接效果。从长远观点来看, 只有遵循农田生态平衡规律, 正确处理防治措施与环境的关系, 才能取得最大的经济效益。

(三) 环境保护学观点 不仅考虑害虫控制, 同时也考虑其有关环境, 害虫综合治理并不排斥化学防治, 而是要求根据环境保护原则, 科学地选择和使用农药, 少用或不用农药。尽量减少对农业生态系统以至整个生物圈的有害副作用。

二、害虫综合治理的特点

害虫综合治理与以往害虫防治比较有如下特点。

(一) 允许害虫在经济受害允许水平下继续存在 以往害虫防治的目的在于消灭害虫。但害虫综合治理摒弃这样的观点, 即害虫一旦存在就必须进行防治, 也就是“有虫必治”的观点。

害虫综合治理的基础哲学是容忍哲学 (philosophy of containment), 它允许少数害虫存在于农田生态系中。

“害虫和益虫”是相对的概念, 究竟一种昆虫是否是害虫, 决定于它的种群密度与造成经济损失的程度。目前, 农林“害虫”约有 8 万多种, 其中大部分是不能称为害虫的。有些是偶而虫口密度增高造成经济损失, 这些只有在当时是害虫, 大多数虽然也造成一些

为害,但损失还不到经济阈限,不能称为害虫。既然如此,对于这些植食性昆虫就不必予以防治。真正的害虫,当它的种群数量低于经济阈值时,也不是害虫,因此,可以容忍它们的存在。

事实上,某些害虫在经济阈限水平下继续存在是合乎需要的,对人类有害的昆虫,对鸟类却是不可少的食物。并且,一种害虫也不是全都有害,有害的动物可能具有有用的基因,每一种动物(包括昆虫)从遗传多样性考虑,从基因库来考虑,都应保留,可能将来会找到有用的基因。目前强调保护濒危的动植物,保护自然资源就是为此。各种害虫都可能是自然资源的一部分,不必彻底消灭它们,这样做对维持生态多样性及遗传多样性显然是有利的。如害虫被全部消灭,它们的天敌也将因缺乏寄主而死亡;反之,保留一部分害虫就可以维持天敌的生存,这在害虫综合治理中是有特殊意义的,因为它维持了自然控制的因子,而自然控制因子是害虫综合治理中最主要的抑制害虫的因素。

只有在某些特殊的情况下,即只有对一些危险性检疫对象,才能使用“根除”的策略,对绝大多数农业害虫来说,建立在根除基础上的害虫防治哲学与综合治理是相违背的。

(二) 以生态系统为管理单位 以往的害虫防治习惯于根据害虫生活史提出防治办法,这种防治虽说有很大进步,但只达到个体生态学水平。从系统生态学角度来看,害虫是农田生态系统中的一个组分(或分量),因而防治害虫必须全面考虑整个生态系统,即以生态系统为管理单位,既要考虑生态系统各组分的改变如何影响或改变害虫数量的变化,也要考虑害虫数量的变化(防治后果)对整个生态系统的影响。

既然害虫综合治理以生态系统为单位,那么管理范围一般应根据害虫的迁移能力来决定。对具有强迁移能力的害虫,其综合治理范围应包括较大的区域,切忌以一个农户或一小块地为单位。如果不进行合作,一个农户一天的努力可以由于邻近田块的有害生物的迁入而一笔勾销。国家范围内的合作和地区性甚至国际间立法的执行对于保证一些迁飞性害虫的综合治理的成功是不可缺少的(Rabb 1970)。

(三) 充分利用自然控制因素 在全部昆虫中,植食性昆虫占30%左右,而在这些植食性昆虫中,90%左右虽然取食植物,并不严重为害,这主要是由于大多数害虫都存在着自然控制因子。害虫综合治理应高度重视生态系统中与害虫种群数量变化有关的自然因素的作用,如有限资源(包括害虫的食料、生活空间和隐蔽场所)、周期发生的严酷气候条件或其它的危险因素(热、冷、风、干旱和降雨等)、种内竞争和种间竞争(动植物间或害虫与天敌间)等。

害虫综合治理的目的,不是简单地消灭农业生态系中的有害成分,而是在详细分析各项因素关系的基础上,推动系统中害虫控制问题的解决。

在诸多自然因素中,虽然资源、气候和竞争者的存在对害虫有一定的影响,但在许多害虫和害螨的控制中,天敌是一个非常重要的因素,它们普遍存在,具有很大的数量。当然,也可能在某些害虫的控制系统中,天敌因素不重要,而各种自然遏制因素的联合对害

虫的控制,可能产生重要的作用。所以综合治理的一个重要措施就是控制“环境”,增强自然因素的作用。一切人为防治措施都应该与自然控制协调,促进自然控制而不是削弱自然控制。

(四) 强调防治措施间的相互协调和综合 对于农作物害虫,通常在害虫密度增高时,使用化学防治,以促使害虫种群密度下降。然而,即使在合理使用农药的情况下,由于有利于害虫发生的其他条件未变,因此,在一定残虫基数的基础上,下代或来年密度又行回升。这就是为什么单纯依靠化学农药要年年防治,年年在不同程度上又可发生的简单原因。

物理防治方法有多种多样,利用害虫的趋性进行诱杀,如黑光灯诱蛾,是近年广泛使用的一种。此种方法如安排适时,能大量减少许多种成虫期害虫数量。但大量发生时,残余成虫的繁殖量仍可能对下一代造成危害,所以必须与其他措施结合。

在害虫发生时,适时地释放适量天敌,可以有效地抑制害虫为害。但生物天敌有效性的大小,取决于天敌自身的密度和活动性能,一般还要求一定的物候期及环境条件。同时,大量繁殖昆虫天敌需要一定的过程,大量储备天敌的技术,也是一个必须解决的问题。由于在自然情况下,昆虫天敌数量常尾随寄主数量增减而变化。因此,为了使生物防治发挥更有效的作用,往往要采取一些措施为天敌开路。

广义的农业技术防治包括改变环境、调整物候关系和抗虫品种利用等多种内容,就所起作用的性质而言,主要是属于预防性的。在害虫大发生时,单独依靠此类措施,一般不能及时而迅速地制止害虫蔓延为害。此外,许多地区的经验亦证明,有些农业措施大面积实施后,有的害虫被抑制,另一些害虫则有所抬头,发生害虫种类的更替现象。

上述说明,影响害虫大发生的因素是多方面的,现行的防治措施都有各自的优点和局限性。因此,控制害虫就须有针对性地采取防与治相结合的手段,根据虫情及环境条件,从整体出发,有选择地运用和系统地安排这些手段。

“协调”的意义不应该理解为几种措施的简单相加,不是以多取胜。而是要求发挥各项措施的优点,避免其缺点,充分利用措施之间的相辅相成作用。

为了尽可能地利用自然控制因子,首先必须强调各项防治措施与自然防治间的协调。

一般说来,生物防治、农业技术防治等一般不与自然防治发生矛盾。有时还有利于自然防治,因此是应该优先采用的方法,而化学防治往往与自然控制有矛盾。它不但杀死害虫,同时也杀死害虫的天敌,因此应尽量少用。除非没有别的有效代替办法。

遗憾的是,目前多数害虫(包括农业、卫生和检被害虫等)都还必须依靠杀虫剂,估计有90%左右的害虫主要控制手段仍是化学防治,因此,化学防治与自然防治的协调在现阶段显得特别重要。

强调各项防治措施的协调和综合,就要改变以往单用杀死害虫百分率来评价防治效果,而应对任何一项防治措施进行生态学、经济学、环境保护学观点的全面评价。如果不用这些观点进行全面衡量,目前所用的很多单一化学防治措施对害虫来说,都是十分“高

效”的。但若用上述三种观点来进行评价,就不难发现,任何单一的防治措施都可能产生预料不到的或不能令人满意的后果,包括培育抗性品种在内。如在防治大豆食心虫的农业措施中,抗虫品种效果显著。但已知的抗虫品种如吉林一号、吉林三号、吉林四号、群选一号、铁英四粒黄等,它们的抗虫性都是相对的,有一定的地区性,在一定的条件下,由于混杂、退化等原因,抗性较强的品种也能转化为感虫品种,有的品种虽然抗逆性强,但丰产性状一般,因此要注意观察,做好提纯复壮工作。在此基础上考虑与其它控制措施协调使用。

又如美国加利福尼亚州引进一个抗病的草莓新品种,但这个品种对当地一种樱草跗线螨非常敏感。而这种螨对原来的旧品种只能产生微小的影响 (Smith and Van den Bosch, 1967)。

因此必须充分了解每一种防治措施可能对生态系产生的影响。估计它们的作用和局限性,考虑多种防治措施的综合使用,协调它们在生态系中的相互关系。

(五) 提倡多学科协作 因为生态系统的复杂性,在系统研究、信息的收集、综合治理策略的制定和实施过程中,需要多学科进行合作。如对害虫种群特性的了解,需要昆虫学方面的知识;对作物特性的了解,需要作物栽培学方面的知识;对环境特性的了解,需要气象学方面的知识;要了解生态系统中各复杂因子的相互关系,需要应用系统工程学方面的知识;进行综合治理效果的评价,需要有生态学、经济学和环境保持学方面的知识……。

又如作为害虫综合治理的重要技术——一项完整的作物抗虫性计划包括: (1) 鉴定抗虫性来源; (2) 说明抗虫性机制; (3) 把抗虫特征培育和较好的农艺性状结合起来; (4) 抗虫特性的遗传学分析; (5) 鉴定抗虫性的化学基础和物理学基础等。这些计划必须建立在集体努力的基础上。育种计划的改进,需要综合昆虫学方面、植物遗传学方面和作物育种学方面技术人员的共同努力。昆虫学方面的任务是鉴定抗虫性来源、阐明所包含机制的特性,以及在整个育种过程中田间和实验室的抗虫性测定工作。而且,通常还需要与植物生理学和有机化学方面的技术人员合作,共同努力了解作物的抗虫生理。

随着综合治理水平的提高,系统分析、数学模型和计算机程序对制订最佳害虫防治对策很有帮助。在系统分析的基础上,努力发展一个计算机模型,对特定时间内(对一种作物来说从播种到收获)某一作物、森林或其它生态系统中的各种事件进行模拟,用以决定怎样控制某种作物(如用品种、肥料、杀虫剂联合控制等),以便获得最佳管理对策,这样一个复杂系统的完成,没有多学科进行协作是难以实现的。

从以上害虫综合治理的定义和内容来看,这一概念确是理想的,它的理论和原则,是现代化农业生产不可缺少的一环。有人认为IPM是一种“哲学”,所以它是大家都能接受的,尤其是希望少用或不用化学农药,使所有食品和加工品上没有残毒,环境不受污染,都是大家所要求的。根据IPM的理论可以找出使化学农药的缺点减少到最小程度的途径,同时还能使它们的优点提高到最大程度 (Metcalf, 1975)。

但必须指出的是,综合治理并不是对所有有害生物问题都是最有效的,并不总是能够认为是最好的途径,例如很多报告表明,依靠除草剂控制田间杂草比起手工劳动、中耕机械和作物轮作的效果还要好,对于刚从外地传入的有害生物,为了防止有害生物在当地建立种群或继续蔓延,一开始就应进行检查,宁可在种群数量处于很低水平时就把它彻底消灭。

第二节 制订害虫综合治理规划的原则和方法

害虫综合治理是根据经济、生态和社会后果的预测,对害虫控制方案进行选择、综合和实施的过程。

由于不同作物,不同害虫(或害虫复合体)、不同地域的生产水平、生态条件各异,综合治理不可能有一个一成不变的模式。然而,一个完善的综合治理体系的建立,仍然存在着一般的指导原则和方法。

一、分析各种害虫(或复合体)在生态系中的地位

一般说来,一种作物可能有许多种害虫或其它有害生物为害。但能定期发生,并造成严重损失的种类就不多。植物的主要害虫和次要害虫之间的数量关系可比作一座冰山,主要害虫(通常缺乏有效自然天敌)有如冰山表面的冰,次要害虫约占全部害虫种类的80—90%,如果它们的自然天敌不被消灭的话,将维持无害状态(DeBach, 1964)。

用来判断一种害虫是否属于真正有害的种类的标准是经济阈值。据此,可把为害植物的害虫分为四类:

第一类是害虫种群平衡位置永不超过经济阈值,对作物不造成经济损害。这类害虫并不是真正有害种类(图1—1a)。

第二类是偶发性害虫,当受到异常气候条件或杀虫剂使用不当的影响时,其种群密度才超过经济阈值(图1—1b)。

第三类害虫的平衡密度常在经济阈值水平上下变动,属于主要害虫,必须密切注意。否则将造成经济损害(图1—1c)。

第四类是害虫种群波动水平始终在经济阈值之上。这是最严重害虫(或称为关键性害虫),每种作物上多数有一至数种(图1—1d)。

然而,一种害虫对不同作物的侵害情况极不相同。如在四川为害水稻的玉米螟,从不引起经济损失,属第一类。也就是说,玉米螟对于水稻来说,并不是真正有害的种类。但对玉米来说却是主要害虫,属第三类。又如在以苜蓿为食的棉铃虫的种群密度不致引起经济损失,属第一类,但棉铃虫是棉花的主要害虫,其经济阈值每株4条幼虫(Stern, 1965),每年通常施药若干次,因此属第三类;而为害甜玉米的棉铃虫是严重害虫,它的经济阈值为零,应列为第四类(Metcalf, 1975)。

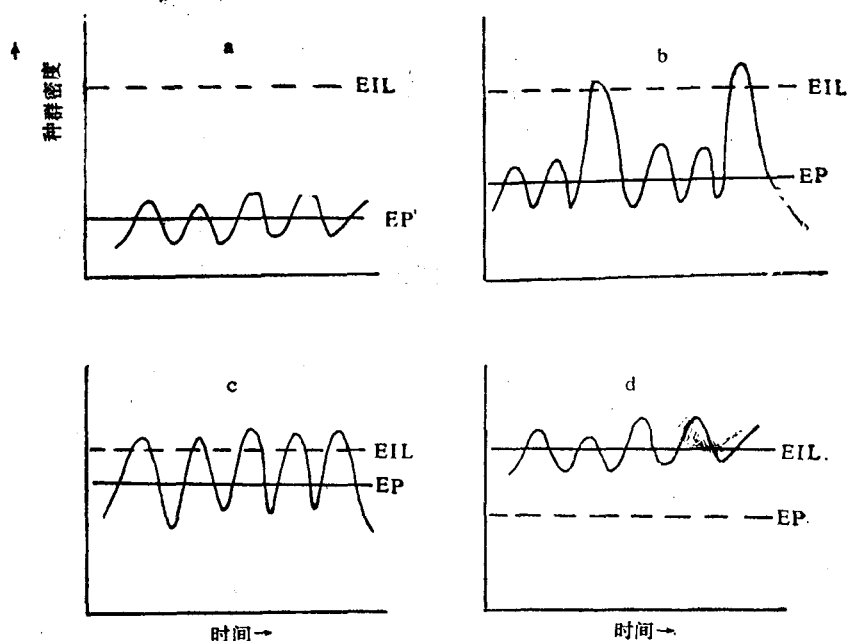


图1-1 各类害虫平衡密度 (EP) 与经济受害允许水平 (EIL) 的关系

同一种害虫在不同场合下, 为害也是不同的。如贵阳玉米被玉米螟的为害株率为30—50%, 严重时达100%; 在云南昭通、开远等县被害株率均为100%; 昆明为5—31%, 丽江为15%左右。所以关键性害虫并不是一成不变的。往往有这样的情况, 由于人们对生态系统的干扰, 例如不加选择地使用杀虫剂, 使某些次要害虫上升为主要害虫。

在综合治理体系中, 只有在预测害虫密度超过预先规定的经济阈值时, 才有防治的必要。故此必须首先分析害虫在生态系统中的地位, 明确它是否属于真正的害虫。

二、发展可靠的监测技术

害虫综合治理的实质就是监测与控制, 它要求在预测害虫种群达到经济阈值时才采取控制措施。由于气候条件、作物生长、自然天敌和其它因素随时都在变化, 害虫种群数量也随之变化, 所以必须对生态系统中的害虫种群和与种群数量有关的环境条件进行监测, 获取有关信息。显然, 有两类监测是绝对必要的。一类是为科研目的的监测, 如测定害虫经济阈值, 评价气候、天敌或其它自然控制因素的影响, 测量一项技术措施的潜在效果, 或确定害虫为害最烈的阶段, 这些都是探索性的, 它要求对各有关生态因子进行仔细的测量和观察。另一类是直接用于IPM行动的监测, 必须尽可能地快速、省工、简单易行, 并能正确反映田间实际情况, 预测作物生长、害虫及天敌的群体变动, 以及气象和其它有关变量。严密注视生态系统内部各因素的变化。只有通过监测, 才能随时掌握生态系统的进展情况, 为正确决策提供依据。

下面几方面的监测对指导综合治理计划的制订,无疑是非常重要的。

1. 当地主要害虫及其天敌的田间动态 害虫种群数量变化首先决定于种内和种间的相互关系。食料基地的作用和气候条件对害虫种群形成和分布有重要影响,一般田间害虫种群发生发展动态包括如下几个阶段:

第一阶段。害虫种群数量很少并只分布在发生基地。

第二阶段—迁移。当发生基地内外的生活条件改善时,害虫由发生基地向外迁移,并形成可大量繁殖的小生境种群。大多数害虫的这一过程是自动进行的,如同一般种的适应一样,而与种群内的复杂关系无关。

第三阶段—种群在新的栖境内大量繁殖。这一时期害虫的特点是生活力高,对致死因子的抗性也高,害虫数量迅速增加。

第四阶段—数量高峰。在生活条件恶化的影响下,繁殖减弱,种群对致死因子的抗性衰退,数量停止增长并开始衰减。在这个阶段,捕食者、寄生者、病原和颢颢体对有害种类数量的降低作用增强并加强传播。

第五阶段—数量衰减。种群失去实现繁殖潜能的条件,致死因子对种群的作用加强,使它们很快在扩散地区逐渐死亡,只保存在发生基地,发生基地的生活条件对它们是相对有利的。

上述害虫的数量动态周期通常是不完全的。例如,如果生存条件剧烈恶化时,第一阶段会在迁移开始后立刻到来。

不同害虫对环境反应的敏感程度不同,因此在传播蔓延和发生数量上表现出不同的变化速度和幅度,就是同一种,这些指标也因自然分布区的不同而异。这是由于发生基地面积(容量)和迁移地面积的不同组合以及有利于迁移的不同条件决定的(Поляков, 1964)。

自然天敌种群数量的发生发展一般因害虫种群的发生发展而变化。根据害虫和天敌种群数量动态监测,结合环境资料,可以分辨出影响它们变化的重要的环境因子,根据环境因子的数量特征可以判断种群在某些地区的发生、蔓延的大概变化。害虫及天敌的种群数量动态理论以及数学模型,不仅用于害虫种群的发生和蔓延预测,而且可以为提出预防控制措施提供依据。

在作物的一个生育期可能同时有几种害虫存在,其中往往只有一二种是该生育期的主要害虫。根据作物不同发育阶段害虫种群动态监测,则是害虫治理者掌握主要害虫和主要为害期,安排控制措施的重要依据。

2. 作物受害预测 作物受病虫侵害都有相对的敏感期,即耐害性较弱的生育阶段。处于敏感期的作物,受害程度是否严重,还要看害虫的虫态、龄期和数量。如为害虫期吻合,数量又较大,不防治就可能造成严重损失。因此,要适时采取措施就必须依靠掌握的苗情与虫情的关系资料进行分析。苗情适宜,虫情不严重,可以不治;虫情比较严重,但苗情不适宜,虽减少防治措施,亦不致遭受较大损失。害虫治理者必须了解作物及其害虫

的生物学和生态学,并知道当地及周围的生态系是如何以其各因素对二者产生影响的,这是拟定害虫综合治理规划要求掌握的重要信息。

国内在虫情预测预报方面发展较快,但作物受害产量预测方面刚刚开始,许多有关害虫—产量关系的模型尚停留在受害分析,并局限于以确定害虫防治经济阈值为目的。如何在虫情预测和作物受害分析基础上,促使作物受害产量预测预报的客观化和定量化,制订更切合实际的经济阈值,对指导害虫综合治理无疑是非常重要的。

3.气象及植物保护环境的监测 农业生产直接受气候条件的制约。不利的气候条件依然是造成作物经济损失的重要原因。在害虫治理体系中,对害虫、作物进行监测的准确性很大程度依赖于天气、气候监测的准确性,特别是对一些迁飞性害虫的大区监测更是这样。控制措施的效果也直接受天气所影响。

然而,目前许多为农业服务的气象部门仅提供一般气象情报、天气预报和普通气象资料等,往往不能满足害虫综合治理的需要。因此,一些补充手段,如小气候预测或田间小气候预测等有时是非常必要的。

对害虫综合治理来说,具有决定意义的是这样一些环境因子:即决定害虫数量变化的,决定害虫对环境反应本质的,决定害虫与被害作物的相互关系的因子。这些因子包括食料资源及其可给性(其中包括决定食料基地的状况和有害生物本身对食料的需求),环境的物理状况,作物发育速度和一般的天气状况。在这些因子影响下,害虫种群动态、种群对环境的适应能力,种内与种间的关系等将发生变化。当环境处于有利的组合时,由于许多致死因子被抑制,害虫有较高的存活率,容易引起猖獗。如果环境条件不利,则形成繁殖力衰退和对所有致死因子抗性低的种群。

害虫综合治理必须有助于既通过创造最适宜的农业技术环境,又通过相应的最佳植物保护环境,建立起有利于产量形成的统一系统。为此必须加强对作物产量形成过程中植物保健环境的监测,包括必要的农药危害环境可能性的监测,以便于及时论证和采取必要的预防措施。

4.控制措施的有效性监测 任何一项控制措施都不仅对目标害虫起作用,而且将对农田生态系其它生物及环境产生影响,如果生态系中固有的群落结构被破坏,则可能引起难以预料的后果。因而需要对其进行多方面的生态学(甚至生理学)监测,以揭示处于控制条件下的害虫及其它生物的关系,特别是害虫与天敌的数量变化机制。

在目前广泛采用的各类措施中,都有不同程度的兼治作用。有的单项措施具有兼治作用,有的两种措施混合使用后,不仅对防治危害对象有增效的现象,还可兼治其它同时发生的有害生物。一旦采取控制措施,必须对其控制效果进行正确评价,如果某一控制措施(或某一综合性措施)未能取得预期的效果(如压低害虫为害),说明生态系可能出现新的问题,如害虫对所用药剂产生抗性,或有系统外害虫迁入,或是施药技术不佳等。

近代害虫监测工作愈来愈多地应用了数学方法,这是一个显著的进步。事实上,一切联系着的数量关系都存在某种函数关系,而数量预测的数学分析方法就是对已发现的函数