

害虫综合治理

张宗炳 编著

45
39-2

上海科学技术出版社

害虫综合治理

张宗炳 编著

上海科学技术出版社

害虫综合治理

张宗炳 编著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 4.25 字数 39,000

1986 年 10 月第 1 版 1986 年 10 月第 1 次印刷

印数 1—32,000

统一书号: 16119·905 定价: 0.68 元

前 言

害虫综合治理从1966年提出,至今已18年了。全世界的害虫防治策略从该时起都有了极大的改变,都遵照害虫综合治理的方法进行着,我国在六十年代末也提出了害虫综合治理,并且出版了几本书。可惜,这些书都只介绍了各种害虫的综合治理方法,没有对于害虫综合治理的哲学思想、基本概念等予以介绍;使得很多农民及植保干部都只认为害虫综合治理就是各种防治方法的协调配合。因此,这本小册子就是介绍害虫综合治理的哲学思想、基本概念、具体做法,特别是讨论了化学防治在害虫综合治理的地位与作用,以及如何使生物防治(及自然防治)与化学防治协调起来。

必须认识,害虫综合治理不同于二、三十年代时提出的害虫综合防治,它已有了很大的发展,并且有了新的内容、新的概念等;它也不同于四十年代的单纯依赖杀虫药剂的害虫防治法。这就是为什么它必须重新提出,讲明白、并宣传与教育农民与植保干部的主要原因。

例如,前两种害虫防治策略都要求的是彻底消灭害虫,而害虫综合治理却认为,不必彻底消灭害虫,留一些害虫使天敌有寄主或食物,反而更为有利,这一点就是很大的不同。例如

二十年代虽然也提出和强调过害虫综合防治应是各种防治方法配合起来应用以便取长补短；但是它却没有指出，在协调配合中，要以自然防治为主，各种方法都必需与自然控制因子协调这一点。而这一点却是很大的改变。虽然，前二种害虫防治方法也都强调经济收益，必须使防治费用小于经济损失；但是，它们都没有谈到另一个经济观点，即防治害虫对于社会经济学的影响，如污染环境、破坏生态平衡等经济损失。

总之，害虫综合治理是一个完全崭新的东西，许多人还没有完全懂，有必要予以介绍及说明，使得我们的害虫防治工作做得更好、更有效。

必须强调指出，作者是完全赞同以害虫综合治理作为防治策略的，因此是完全反对四十年代以来单纯依赖杀虫药剂及滥用杀虫药剂的做法的。杀虫药剂的广泛应用带来了破坏生态平衡、污染环境，并且造成了一些无害或有益的鸟兽鱼虫的死亡，甚至于威胁到人类的健康等；因此，必须改变化学防治，采用合理用药与用选择性杀虫药剂这两条途径。目前对付许多害虫，除了采用化学防治法应急之外，还没有别的有效方法，因此急切改变单纯地使用化学防治乃是当务之急。作者觉得，提出害虫综合治理，而完全否定化学防治也是错误的。

在本书的最后“杀虫药剂对人类的危害”中，作者提出了杀虫药剂的污染已经杀死了不少鱼类、鸟类、无害及有益的昆虫以及其他少数几类动物，但是过份渲染污染对人类的为害却不是事实。以污染最严重的两种杀虫药剂 DDT 及六六六而言，它们污染十分普遍，几乎人人体内都有一定的积累，DDT 用了将近 40 年了，六六六在我国用了也将 30 年了，还没有听到 DDT 和六六六污染后直接造成疾病及死亡的报

道。因此，一方面我们要反对因使用杀虫药剂所致的环境污染，而提倡少用或合理使用杀虫药剂，因为它们确实造成了许多不良的后果；但是，另一方面，必须承认事实，杀虫药剂的污染基本上对人类还没有直接造成严重为害。至于为什么要写“杀虫药剂对人类的危害”这一节，并不是为使用杀虫药剂作辩护，而只是列举一些事实。杀虫药剂还是要少用，还应该采取害虫综合治理的防治策略。

为了搞好害虫综合治理，必须加强非化学防治法的研究，特别是生物防治，以求将来尽量取代化学防治法。另一方面，目前还没有许多有效的非化学防治法时，大力加强化学防治的合理施药及采用选择性药剂，也是必要的。

这本小册子中的许多篇，笔者曾在各处做过报告，为了编写本书，把它们合在一起，做了一些改写及删节。由于作者水平有限，难免有错误之处，有些可能了解得不当，请读者们批评指出。

张宗炳

1984年10月于北京大学生物系

目 录

前言.....	(1)
一、害虫综合治理的基本概念.....	(1)
二、害虫综合治理与彻底消灭害虫的防治策略···	(19)
三、害虫综合治理的经济原则.....	(26)
四、害虫综合治理中化学防治的地位与作用····	(34)
五、害虫综合治理与环境毒理学.....	(46)
六、如何使化学防治与生物防治(及自然防治)协调起来.....	(63)
七、害虫综合治理事例.....	(75)
八、杀虫药剂对人类的危害.....	(91)

一、害虫综合治理的基本概念

害虫综合治理(Integrated Pest Management, 简称IPM)的基本概念: 害虫综合治理既是一个旧概念, 又是一个新提法。在二十世纪早期, 经济昆虫学家就提出过对害虫进行防治的所谓“综合防治法”, 他们的着眼点是要把各种害虫的防治方法——农业技术防治法、化学防治法、生物防治法、机械防治法和物理防治法等——通过取长补短, 综合成一个整体来防治害虫。他们认为各种防治方法都有其优缺点, 应该协调起来, 共同起作用来防治害虫, 这样才是最有效的。这个观点始终是正确的, 也没有人反对过。但是, 四十年代之后, DDT 及其他有机杀虫药剂的出现改变了整个害虫防治的做法, 而较多或甚至于完全依赖化学防治。20 多年来, 各种杀虫药剂得到了极大的发展, 害虫防治也取得了一定的成绩; 但是, 不幸的是, 害虫的发生反而变得越来越严重了, 愈用杀虫药剂就愈要用杀虫药剂, 许多原来为害不严重的害虫, 现在变得严重了, 如红蜘蛛、棉铃虫以前只是偶尔发生, 并且也不严重, 现在却成了主要害虫。同时, 许多原来可以防治的害虫, 产生了抗性, 如家蝇、蚊子、菜青虫等, 也变得不容易防治了, 就在这时期, 人们发现应用杀虫药剂还带来了一些不良的副作用,

如污染了环境,破坏了生态平衡,造成了一些无害的、甚至有
益的鸟、兽、鱼、虫的死亡,并且对于人类的健康安全都造成了
威胁。1962年, Rachel Carson 写了一本书,叫《寂静的春天》
(《Silent spring》),畅谈了这一问题,她完全否定了化学防治。
这虽然是一种偏见,但是她却提醒人们注意:过份依赖化学防
治及滥用杀虫药剂会产生不良后果。

人们于是重新考虑了害虫防治的策略,而害虫综合治理
就在这一时期被提出的。但是这个提法却又 不完全是旧的
提法,它有新的概念。它虽然也强调各种防治方法的配合与
协调,但还强调以自然防治为主,它不着重于害虫的彻底消
灭,而只要求对害虫的数量予以控制、调节,达到不为害的水
平,也即容忍一部分害虫的存在,甚至于认为这样更有好处
(为天敌保留了食物或寄主);它不单看防治效果,同时还着
重于生态平衡、社会安全及经济利益,也即考虑到环境。因此它
虽然也叫害虫综合防治(起初不叫害虫综合治理),却有着新
的内容。

1966年联合国粮农组织(FAO),及生物防治的国际组织
(IOBC)共同提出了“害虫综合防治”(Integrated Pest Control,
简称 IPC)的名字,一直应用在欧洲。在美国晚了一些时候,也
被应用。于1972年,经过环境质量保护会议后,把害虫综合
防治改为害虫综合治理,从此以后,更多人用后一个名词。我
们也认为用后一个名词比较合适一些,因为它究竟不同于二
十年代提出的害虫综合防治。但是,在文献中,还可以看到
IPC 与 IPM 通用,它们的含义是相同的。

联合国粮农组织1966年对害虫综合治理所下的定义是:
“害虫综合防治是一套害虫治理系统,这个系统考虑到害虫种
的种群动态及其有关环境,利用所有适当的方法与技术以尽

可能互相配合的方式,来维持害虫种群达到这样一个水平,即低于引起经济为害的水平。”在这个定义中,已经明确地提出了:①用经济阈来决定是否有防治的必要,②不要求彻底消灭害虫,③充分考虑到自然环境因素所起的作用。

1972年,Rabb 为害虫综合治理下了一个简单的定义,这就是“明智地选择及利用各种防治方法来保证有利的生态方面的、经济方面的及社会方面的防治效果”。这个定义进一步提出了对环境的要求(维持生态平衡)及社会安全,除了防治的经济效果之外。他提出的实际措施主要包括,①测定一个害虫的生态系统,决定是否需要改变其数量,降低到可忍受的水平,也即低于经济阈之下。②应用生物学的知识及目前的技术来研究如何达到这一需要的改变,也即应用生态学。③设计害虫防治的方法,既适应于现代的技术,又符合环境的要求,即社会的可接受性。

还有许多人下了其他定义,大致意义相同,但是有一点得到了进一步的阐明,那就是关于各种防治方法的协调与配合。为了使各种防治方法协调起来,必须首先强调自然防治,因而与自然防治有矛盾的化学防治法应当尽可能的不用。害虫假如能由自然控制因子予以控制到不为害水平,那就根本用不着防治。在自然控制因素不能控制时,要加以人工防治,但这些人防防治方法应与自然防治相配合,如农业技术防治、利用抗虫品种及生物防治等。实在不得已时,即上一类人工防治方法还没有时或还不可靠、不稳定时,才允许使用传统的杀虫药剂。在任何情况下,害虫综合治理都是要使所有的防治方法与环境中的自然调节或限制因素配合起来。

因此,害虫综合治理的基本概念,到1972年时已经明确,它可以归结为以下3点:

(1)从生态学观点出发,全面考虑生态平衡、社会安全、经济利益及防治效果,提出最合理及最有益的治理措施。

(2)不着重害虫的彻底消灭,而着重于害虫的数量调节达到不造成经济为害的地步。这就是容忍一部分害虫的存在。害虫综合治理甚至于认为,保留下一部份害虫,即保留了生态的多样性,对于自然平衡反而有好处,如有利于天敌的存在。害虫全部消灭了,天敌也就死亡了。为加强自然控制因子,保留一部分害虫往往更有好处。

(3)各种防治方法的配合,但尽量不单独采用化学防治法。只有在为害达到经济限阈,而又没别的防治方法时,才允许用化学防治法。这里,必须附加一句,化学防治法也在改进之中。如利用选择性杀虫药剂以及生态选择性的合理用药,使得化学防治能与自然防治协调起来,在不久的将来,化学防治将克服这一缺点,使其能在害虫综合治理中也占有一定的地位。

由此可见,害虫综合治理与以前单纯依赖杀虫药剂的防治方法有很大的不同,与以前提的害虫综合防治也不同,且有很大的发展。主要的差别在于:

(1)害虫综合治理不要求彻底消灭害虫,可以保留一些害虫的残余,这对于维持自然控制因子更有利。以前的彻底消灭害虫的想法必须改变,虽然在某些场合下还适用(见本书中“害虫综合治理与彻底消灭害虫的防治策略”)。

(2)害虫综合治理中强调害虫为害的经济水平与防治费用的关系,凡是不达到经济限阈的一般不进行防治。这与以前只要有虫就防治也不相同,因而防治没有规定的日历,而是根据虫情发生及为害水平来决定(见本书“害虫综合治理的经济原则”)。

(3)害虫综合治理不但强调了各种防治方法的协调与配合,并且指出要以“自然防治”为基础,因此一切方法都要与自然控制因素协调。因此,如化学防治法若与自然防治有矛盾,就应尽量不用;换言之,在害虫综合治理中,必须使化学防治与自然防治及生物防治协调起来〔见本书中“如何使化学防治与生物防治(及自然防治)协调起来”〕。

(4)害虫综合治理不单纯考虑防治效果,而且还考虑到环境污染、生态平衡及社会安全;若仅仅是防治效果高,而影响环境与人、畜安全等的防治办法是不足取的,因此对于传统的化学防治方法要研究如何还需应用而不产生副作用(参阅本书中“害虫综合治理与环境毒理学”及“杀虫药剂对人类的危害”)。

在许多方面来讲,害虫综合治理是比以前单纯依赖杀虫药剂来得优越。首先,它提倡更多地用非化学防治法,因而减少了杀虫药剂的使用,即使必须使用杀虫药剂时,也由于合理用药,减少了剂量及施药次数,以及用选择性杀虫药剂,对人、畜及害虫天敌无害;这样就减少了环境中杀虫药剂的污染,不破坏生态系统,保证了人畜的安全与健康;其次,许多次要性害虫由于天敌被保留下来而得到控制,不致成为严重为害的主要害虫。四十年代以来,在美国苹果园中的次要害虫,由于滥用杀虫药剂,使为害变得十分严重。苹果的主要害虫实际上只有四种,即苹果蠹蛾(*Laspeyresia pomonella*)、赤带卷叶虫(*Argyrotaenia velutinana*)、李象蚜(*Conotrachelus nenuphar*)及苹果实蝇(*Rhagoletis pomonella*),它们年年发生,危害总在经济水平之上,必须予以防治。但是,多种介壳虫(如 *Quadraspidiotus perniciosus* 及 *Lepidosaphes ulmi*)、蚜虫(*Aphis pomi*、*Anuraphis roseus*、*Eriosoma lanigerum*)、叶蝉

(*Typhlocyba pomaria*, *Empoasca fabae*) 及 蟻 类 (*Panonychus ulmi*, *Tetranychus urticae*, *Aculus schlechtendali*) 等都不是经常为害,并且即使为害也是不严重的种类。可 20 多年来由于施用杀虫药剂不当,杀死了害虫的天敌,使它们失去了控制,变成了严重的害虫。害虫综合治理提出并实施之后,已经看到,有些次要的害虫受到了抑制,这是一个十分显著的优越性,自然控制恢复了,害虫的种类减少了;最后,很奇怪而又突出的一点就是防治效果反而比大量施用杀虫药剂更高。有人估计,全世界农作物由于病、虫、草的为害,损失约 33% (13% 由于虫害,12% 由于病害,8% 由于草害),这是用了杀虫药剂后的情况;假如用各种其他方法而完全不用杀虫药剂,损失率可能还要大些(42~50%)。因此,大家觉得用杀虫药剂还是有用的,挽回了一定量的损失。但是,另一方面,调查统计表明,从四十年代到现在,杀虫药剂的用量增加了十倍,而受益只增加了二倍;显然,杀虫药剂单用的效果越来越降低了。在提出及实施了害虫综合治理之后,杀虫药剂的用量减少了;因为附加了其他防治方法,而效果非但没有减低,反而增加了。同时,从经济方面考虑,由于用药量减少,经济利益也增加了。今天并不是说,单用杀虫药剂已经无效,而是它们的效果反而低于害虫综合治理的方法;实际上,不用其他附加的防治方法,单独合理用药这一项就比大量施用杀虫药剂的效果高,因为自然控制因素起了作用。这就是为什么今天我们极力推广害虫综合治理方法的主要理由。

但是,要实施害虫综合治理却并不容易,它不象以前单纯施用杀虫药剂时那样简单,只需要知道杀虫药剂的性质、用法等就行了,它涉及的面极广,至少要多包括生态学、经济学二门,并要做好害虫预测预报,研究害虫生活习性、害虫与天敌

的关系、各种防治方法的优缺点,其中也同样包括施用化学防治的优缺点。在目前开始实行害虫综合治理时,还需要宣传、推广及重新教育农民(与植保干部),因为他们一向的做法是大量施用杀虫药剂来消灭害虫。

为了做好害虫综合治理, Croft 提出了要做到以下几条:

(1)对害虫分类学、生物学、毒理学、行为学及生态学的基本研究。必须认识害虫,知道它的生活习性,它与环境的关系,它对杀虫药剂的反应,等等,这是做好害虫综合治理的基础。

(2)对各种防治方法予以评价,比较其优缺点。研究各种防治方法,在使用中可能出现的问题及使用的效果等。

(3)对于化学防治,由于它目前在害虫综合治理中还占着重要的地位,研究它的合理使用,特别强调研究及发展选择性杀虫药剂。

(4)组织形成一个整套的害虫综合治理系统,考虑到以上各种防治法的配合与协调,并考虑这样防治对于环境(如农田生态系统及社会环境)的安全与可接受性。

(5)要有一套生物监测设施,在害虫生物学及生态学等的基础上,测报害虫发生的情况(时间、范围、数量等)。

(6)要有一套农业气象监测系统,测报气候的变化,并由此预测其对害虫发生的影响。

(7)要有一套对防治前及防治后的经济评定的系统,必须在防治前,估计害虫发生后可能造成的经济为害程度,决定是否采取防治策略,以及采取什么防治策略,然后在防治后,统计经济效益的价值。

(8)要有一套推广系统,将这种害虫综合治理的做法推广到农民中间。

(9)要有一套教育系统,重新教育农民,使其了解什么是

害虫综合治理,它与以前的做法有什么不同,有什么优点。这在害虫综合治理开始实行时,是必要的。

Huffaker 等对于害虫综合治理提出了以下五条基本要求,以及具体的做法:

(1) 发展及详尽地了解作物生长中的生物学过程、生态学过程及经济学过程,详尽了解害虫的种群动态,它们的天敌的种群动态,以及二者之间在作物生长过程中的相互作用与关系。这里涉及的有①作物作为一个系统,②害虫作为一个系统,及③害虫天敌作为一个系统,它们三者各自的发生、发展与变化以及相互关系。这是害虫综合治理的基本知识,也就是全面生态学的考虑。

(2) 发展更好地收集、处理及解释有关的害虫生物学的、气象学的、作物生产的及经济方面的资料的方法。这是提出防治方法的依据。

(3) 研究及发展各种防治方法,特别是发展非化学防治法(如抗虫品种、农业技术、生物防治等),因为这些方法是与自然控制协调的,并且它们的发展将使我们减少一般农药的使用,减少环境污染。在不得不用化学防治法时,应研究及发展合理用药及选择性杀虫药剂。

(4) 利用系统分析作为一个研究工具,把上述的三个系统与防治加上去的影响进行系统分析。系统分析是近年来发展较快的一门学科,它是分析一个系统中各部分之间的关系的,每一部分又可以是一个子系统,它也由各部分组成。整个害虫、作物、天敌及气候是一个复杂的系统,因此要了解害虫的数量变动,不能单独考虑害虫本身,还需考虑其他系统对它的影响,在害虫综合治理中,还需考虑防治方法对它们各自的影响及相互作用。因此,必须用系统分析法,才能了解这

个复杂系统的发展与变化。

(5)在系统分析的同时,建立一个模型,包括害虫系统、作物系统、天敌系统等,把它们与经济分析综合起来。对模型进行试验,观察其效果。以所得的结果,改进模型,并按照模型的改进,改变防治措施。

在这些工作中还需注意以下几点:

①必须把主要害虫与次要害虫(由于用杀虫药剂杀死天敌而引起其发生的)予以区分。对于前一类,要研究其数量变动、生活习性、为害程度等,确定其经济界限,制定防治策略;对于后一类,重点放在研究其主要控制它们的天敌,它们与天敌的关系。因此,重点在于如何恢复其自然控制,而不是设计防治策略。在防治前一类主要害虫时,必须考虑到保护后一类害虫的自然控制因子。

②经济水平的确定,是采取或不采取防治策略的决定因素,要确定经济为害水平(Economic Injury Level)及经济界限(Economic Threshold),要考虑防治费用与经济受益的关系,经济受益与所担风险的关系等。

③各地区、各时间的防治策略不会是相同的,因为在系统分析及模型中,时间、地点都是一个输入的因素,它们会影响到最后防治策略的决定。

因此,害虫综合治理的具体实施并不容易,一般目前只是研究及考虑各种防治方法的配合,尽量使其不影响自然控制因子,以及确定经济界限来决定是否需要防治。但是,要真正做好害虫综合防治,还必需全面研究及考虑整个作物、害虫、天敌系统,必须用系统分析。

由于这些系统是极其复杂的,甚至于其模型也是极复杂的,因此需要用电子计算机;否则害虫综合治理根本无法

进行。

这里不可能详细地介绍系统分析方法，但是可以把害虫综合治理系统列于图 1。

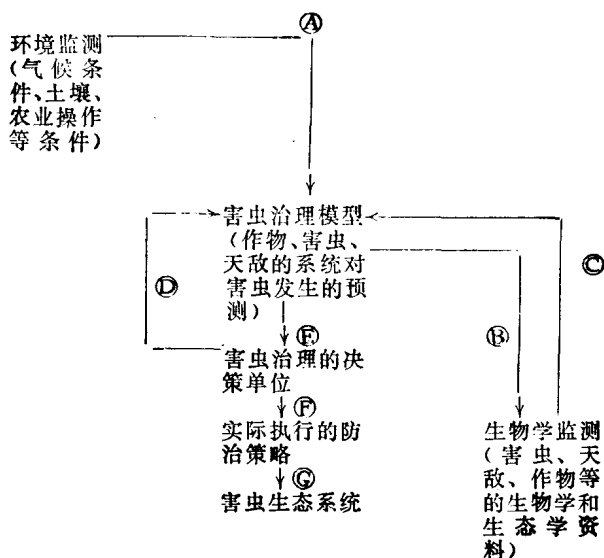


图 1 害虫综合治理系统

环境监测提供有关气候条件、土壤、水分及农业操作影响环境的各种资料(通过④)，这是建立作物害虫天敌系统的必要数据之一。生物学监测提供作物生长情况，害虫发生情况、阶段、数量等，天敌的发生情况、数量等生物学及生态学资料，它是构成作物、害虫、天敌整个系统的第二部分必要的情报(通过⑤)。这两部份合在一起形成了整个作物、害虫、天敌的系统，由此可以建立一个模型，这个模型中包括了作物、害虫及天敌三部份的种群动态，数量特征，相互联系，以及环境对它们的影响，由此可以预测害虫何时何地会发生，在这个模型