

防治棉铃虫的新策略

盛承发 著

35.62
312

科学出版社

防治棉铃虫的新策略

盛承发 著

科学出版社

1987

内 容 简 介

提高第二代棉铃虫经济阈值、加强防治第三代棉铃虫、辅以合理摘蕾是最近形成的防治棉铃虫的新策略。本书系统地介绍了这一新策略。

本书内容侧重于制定新策略的依据和方法。共分六部分，依次是：介绍新策略产生的背景；筛选影响因素；测定棉花的补偿力；确定第二、三代棉铃虫的经济阈值；介绍新策略的基本内容、应用技术和效益；进一步讨论补偿作用。

本书可供从事生态学、植物保护学和棉花栽培学的研究人员及大学、中专有关专业师生参考，其中第五章可单独供基层技术人员阅读。

防治棉铃虫的新策略

盛承发 著

责任编辑：谢仲屏、彭小幸

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行，各地新华书店经售

1987年10月第一版 开本：787×1092 1/32

1987年10月第一次印刷 印张：3 3/4

印数：0001—2,000 字数：82,000

ISBN 7-03-000003-X/Q·1

统一书号：13031·3899

定价：0.92元

序

棉铃虫是我国的重要棉作害虫，也是世界性的大害虫，为了控制它的危害，七十年代以前，各国主要依靠大量施用化学杀虫剂，但随着害虫抗药性的产生，杀虫剂的施用量亦日益增多，这样不仅降低棉产的经济效益，亦加重农业生态环境的污染，直接影响人民群众的健康。以生物防治为骨干的害虫综合防治，在我国已推行了10多年，取得了一定成绩，然而由于在天敌的繁殖、释放技术和引进定居等方面尚存在一些问题，田间定量研究工作亦未跟上去，因而群众感到生物防治不如化学杀虫剂使用方便，影响到生物防治的推广及其实际效益。基于上述情况，如何大幅度地减少化学杀虫剂施用量，并防止农业生态环境进一步破坏，成为农业生态学工作者及植保工作者共同关心的问题。

棉田是以棉株群体为中心的生态系统，防治害虫的主要目的是保护棉株正常生长、发育，并使其实现优质高产，因此，设计棉虫防治方法，要把棉田看成是一个整体，对棉株及害虫的生理生态特性有比较清楚的了解，特别是棉株群体自身适应环境的功能，包括对害虫的侵害，以及二者相互影响的时空变化，进而找出棉田生态系统各组分间的相生相克作用，最后以增加棉产为目标，协调各组分间的关系，从中找出符合生态效益和经济效益的综合防治措施，这是当前国际上研究害虫防治的主要趋势，盛承发同志写的这本小书，即是此种趋势在棉田防治方面的一项尝试。

马世骏

1986年9月

前 言

棉花在国民经济中占有重要地位。棉铃虫是我国棉区一大害虫，在我国植棉面积最大的华北棉区发生严重，尤以第二代幼虫为害最严重，集中为害早期棉蕾，是最重要的蕾铃害虫。防治棉铃虫的传统策略是重点防治第二代、力保伏前桃。经济阈值（过去常称为防治指标）定为百株15粒卵或5头小幼虫。近一、二十年来，棉铃虫种群数量上升了几倍乃至十倍以上，按这一阈值防治，势必大量施药，造成防治成本加大，天敌被杀伤，环境被污染，中毒事故增加等一系列严重的生态学问题。因此迫切需要制定新的防治策略。

七十年代以来，系统生态学和生态经济学的有关理论和技术迅速发展，为制定新的防治策略提供了可能。笔者在业师马世骏教授精心指导下，自1980年起投入华北棉区棉铃虫防治策略的研制工作。依据经济生态学原则，从整体与局部的结合上研究棉田生态系统中各主要组分间的关系，着重研究了棉花作物对棉铃虫为害的补偿力，发现经济阈值随产量水平的上升而上升的规律。结合分析害虫、天敌、农药、栽培、气象以及经济等因素的影响，进而组建了兼顾复杂性和可行性的经济阈值模型，算出不同肥力水平地块的第二、三代棉铃虫的经济阈值，其中亩产皮棉65公斤以上的高肥地第二代阈值为百株累计330粒卵。在大幅度提高第二代经济阈值的同时，进一步利用棉株的超越补偿特性，提出人工摘蕾辅助措施，调控系统功能，从而形成一个与传统策略完全不同的防治棉铃虫的新策略。经1983—1985年在华北棉区北部

和南部不同条件下的验证，取得了省药、省工、治虫、增产的良好效果，引起了研究和应用方面的广泛兴趣。为了满足有关科研、教学及推广人员的需要，本书介绍这一新策略的产生背景、理论依据、制定方法、基本内容以及应用技术和效益（其中第五部分可单独供基层工作者阅读）。

防治棉铃虫新策略的产生，与中国科学院动物研究所集体努力密不可分。马世骏教授指导了从选题、设计、试验、分析到大田验证的整个研究工作。丁岩钦副教授、孟祥玲副教授、张广学教授和李典谟副教授等提出宝贵的改进意见并参加部分工作。国内其他单位许多专家也参与讨论，提出不少有价值的意见。河北省衡水地区农科所孟文等同志、饶阳县农业局李树清等同志、饶阳县五公村周元久等同志以及安徽省涡阳县农业局姚玉红等同志给予大力支持与协助。乔运周、赵承显、杨月玲、李爱君、李同跃、张秀菊和刘爱华等同志参加野外试验和调查。在此一并致谢。

由于害虫防治策略的复杂性，加之笔者水平有限，书中欠妥之处肯定不少，希望各方批评指正，以利改进。

盛承发

1986.9

目 录

前言.....	iii
一、防治棉铃虫的新策略产生背景.....	1
(一) 传统的防治策略.....	1
(二) 传统防治策略遇到的问题.....	5
(三) 新防治策略的理论准备.....	9
二、影响棉铃虫防治策略的主要因素.....	13
(一) 建立选择因素的模型.....	13
(二) 模型组分的定量描述.....	15
(三) 灵敏性分析.....	20
三、棉株对于蕾铃损失的补偿力.....	25
(一) 测定棉花补偿力的方法.....	25
(二) 棉株对早期蕾损失的补偿力.....	28
(三) 棉株对于中期蕾铃损失的补偿力.....	46
(四) 肥力对补偿力的作用.....	47
(五) 补偿作用分析.....	49
(六) 产量作为补偿力的测度指标.....	63
四、第二、三代棉铃虫的经济阈值.....	66
(一) 经济阈值的概念和模型.....	66
(二) 第二代棉铃虫的经济阈值.....	74
(三) 第三代棉铃虫的经济阈值.....	83
五、防治棉铃虫的新策略.....	86
(一) 提高第二代棉铃虫经济阈值.....	86
(二) 加强防治第三代棉铃虫.....	87

(三) 二代期人工摘蕾辅助措施.....	88
(四) 预期应用效益.....	91
(五) 应用效益验证.....	95
六、对棉花补偿作用的进一步认识.....	101
(一) 补偿作用是生物的本质特征之一.....	101
(二) 受害棉株的生长、发育效应大.....	102
(三) 棉花过早的生殖生长对产量不利.....	104
(四) 棉花产蕾过剩.....	105
(五) 早期去蕾不会引起徒长.....	106
参考文献.....	108

一、防治棉铃虫的新策略

产生背景

(一) 传统的防治策略

棉铃虫 *Heliothis armigera* (Hübner) 属鳞翅目夜蛾科，是世界性大害虫，我国南、北棉区均有发生为害，一般以华北棉区（黄河流域棉区）发生量最大。棉铃虫在华北棉区一年发生四代。该棉区防治棉铃虫的传统策略¹⁾是重点防治第二代、力保伏前桃。这一策略出自一定的理论依据。

1. 对伏前桃作用的传统认识

(1) 对于降低蕾铃脱落率的作用

久已知道，陆地棉的蕾铃脱落率一般在60—70%，严重的达80%以上。因此，减少蕾铃脱落是棉花生产上的一个关键问题。

按照以往的认识，伏前桃对于减少脱落具有重要意义。根据棉花生理研究结果，棉花蕾铃的生理脱落是由于营养生长和生殖生长发生矛盾，引起植株体内有机养料的形成、运输和分配的不平衡所造成的（汤玉玮等，1964）。虽然棉株体内的激素水平与棉铃脱落是密切相关的，但是激素通过调配有机养料的运输分配可能是调节控制棉铃脱落的原因之

1) 防治策略是关于防治的一般的指导思想，有别于具体的防治技术如化学防治、生物防治等。

一。或者认为，碳水化合物供应的限制，阻止了棉铃的发育，破坏了幼铃里的激素的平衡，诱发了脱落（郑泽荣等，1980）。如果棉株徒长，不但制造的有机养料少，而且又多运向长势旺盛的茎尖，引起中下部蕾铃大量脱落。座了伏前桃，可以调节棉株体内的有机养料的运转，减低棉株徒长的可能性，为后来的减少蕾铃脱落、保伏桃、争秋桃奠定良好的基础（汤玉玮等，1964）。

（2）伏前桃成铃率高

棉株各部位的成铃率，愈是内围圆锥体的愈高，第一圆锥体的成铃率一般为80—90%，平均铃重，也是内围的比外圍的重。那些早现蕾、早开花的蕾铃，蕾期和铃期比较短、铃大、成铃率高，因为它们多位于内围，靠近主茎，从植株上优先取得营养，而且当时的气温比较高，有机物的形成也较快（中国农业科学院棉花研究所，1959、1983）。

（3）伏前桃不受低温的影响

我国多数棉区在棉花生长季节的气温都是两头低，中间高。为使棉花的生长发育适应这种气温条件，就应抓早苗、促早发、争早熟，这样既有利于多结铃、结大铃，又可避免后期低温、霜冻的影响（中国农业科学院棉花研究所，1983）。

（4）伏前桃在施肥方面的作用

施肥是棉花丰产的基本条件，花铃肥尤其重要。然而花铃肥的施用要适时，一般是在棉株下部已座住1—2个或2—3个成桃时施用，这时营养生长的高峰期将过或已过，营养物质的分配中心转向生殖器官，消耗养分多，重施花铃肥，不致引起徒长（中国农业科学院棉花研究所，1977）。这里的成桃基本上是伏前桃。

简单说来，多座伏前桃有两个意义：第一，入伏前开的

花，容易成铃，产量稳定，成熟早；第二，伏前座桃多的棉株发育良好，在增肥增水后，有利于多座伏桃和秋桃，这样的棉株，在肥沃棉田，一般也不容易徒长郁闭。因此，从五十年代以来，国内就提出要求多座“三桃”，实现带桃入伏，伏桃满腰，秋桃盖顶，达到早熟丰产的目的。这一丰产生育进程，体现了棉株地上部与地下部、营养生长与生殖生长、丰产要求与有限生长季节之间的矛盾统一的辩证关系，具有一定的普遍性（中国农业科学院棉花研究所，1977）。三桃齐全，是棉花高产中不可分割的三个环节，必须一环扣一环，高产才能实现，而这三个环节的第一环节就是伏前桃，因此，明确提出争第一个蕾，结“主动桃”（江苏省启东县农业大学作物栽培教研组，1977）。

以上就是国内以往对于伏前桃作用的一般看法。

2. 华北棉区第二代棉铃虫对伏前桃的影响

棉铃虫虽分布于全国各棉区，但以华北棉区的发生量为大，受害重，为常发区。棉铃虫在华北棉区一年发生四代，第一代卵盛期在5月上、中旬，第二代在6月中、下旬，第三代在7月中、下旬，第四代在8月中、下旬。进入6月份，华北棉区春播棉先后开始现蕾，棉铃虫有趋向现蕾开花作物上产卵的习性，在棉田的产卵期与现蕾期经常吻合（中国农业科学院棉花研究所，1959），加上此时现蕾开花的大田作物主要是棉花，于是第一代成虫就集中于棉田产卵，一年中棉田的落卵量也以第二代的为最大。

棉铃虫幼虫嗜食寄主的繁殖器官，对棉花的为害主要是蛀食蕾铃。由于第二代为害期，棉株上一般只有一些早期棉蕾，因此第二代幼虫对这些早期蕾的为害甚烈，被害蕾苞叶张开，随后脱落。在发生严重时，如果防治失时，被害蕾可

达50%以上(中国农作物病虫害编辑委员会, 1979)。1982年河北省第二代棉铃虫大发生, 饶阳县未防治的观察区被害蕾高达80%。

早在五十年代, 棉铃虫在蕾铃害虫中就占第一位, 第二位是盲蝽象(中国农业科学院棉花研究所, 1959)。此后, 棉铃虫的为害明显加重, 而盲蝽象的为害却明显减轻, 因而使棉铃虫的为害更显突出。

第二代棉铃虫幼虫蛀食的蕾以最早出现的一批蕾居多。据1984年7月在河北省饶阳县棉田调查, 在棉蕾平均被害率为9.0%时, 第一圆锥体蕾的被害率为27.0%, 第二圆锥的为14.5%(图1.1)。该年第二代棉铃虫的发生量小, 为当地七年来最轻的一年。若遇棉铃虫发生量大些的年份, 第一圆锥体蕾的被害率应更高些。

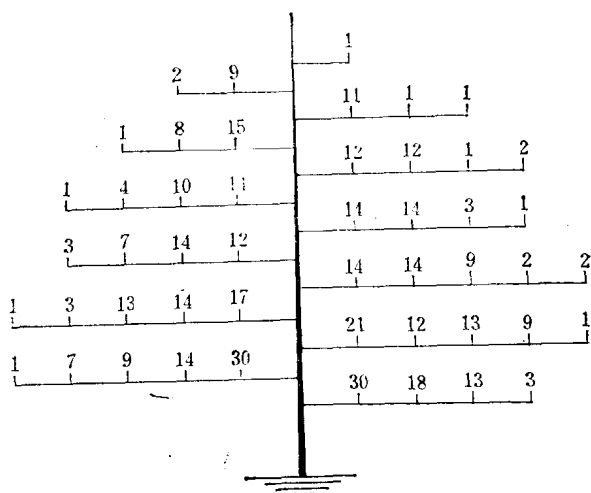


图1.1 第二代棉铃虫对不同果节蕾的为害率(%) 100株棉花, 被害蕾总数443个。(河北省饶阳县, 1984年)

3. 重治第二代，力保伏前桃

如上所述，在全国各主要棉区，华北棉区的棉铃虫发生量大；在华北棉区，第二代棉铃虫的发生量最大；第二代棉铃虫幼虫在棉田主要蛀食棉蕾，一般情况下，棉株上最早出现的几个蕾被害的可能性最大；这几个蕾若不被害，将以80—90%的可能形成伏前桃；伏前桃被认为是使棉花产量稳定、成熟早的关键，尤其是座住伏前桃有利于制止徒长、多座伏桃和秋桃。根据这一认识，为了实现三桃齐全的高产要求，必须争第一个蕾、保第一个蕾、结第一个桃（江苏省启东县农业大学作物栽培教研室，1977）。其中，第二代棉铃虫的防治是个关键（中国农业科学院棉花研究所，1983）。1959年提出加强病虫防治，特别是彻底防治蕾铃期害虫（中国农业科学院棉花研究所，1959）；1977年提出当棉铃虫百株卵量骤然上升，达到15粒左右，立即开展防治，3—5天防治一遍（中国农业科学院棉花研究所，1977）；1983年提出当百株卵量达15—30粒，幼虫2—3头时，即应开展防治（中国农业科学院棉花研究所，1983）。一般规定百株15粒卵或5头幼虫时开展防治（中国农作物病虫害编辑委员会，1979）。

（二）传统防治策略遇到的问题

解放初期，我国的棉花生产水平十分落后，亩产皮棉仅二、三十斤。三十多年来，尤其是近年来，我国棉花生产水平迅速提高，1980年全国棉花亩产上升到73斤，1984年达百斤，人均产棉12斤。在我国发展棉花生产的进程中，力保伏前桃的防治策略受到我国棉农的广泛采纳，对棉花生产的发

展无疑起到了一定的作用。但是，随着生产的发展，这一防治策略也碰到了一些新的问题，并加剧了它本来就存在着的一些难以克服问题。这些问题主要是防治费用大幅度上升，生态影响严重以及日益严重的烂铃问题。

1. 防治费用大幅度增加

我国北方棉区从六十年初期前后，南方棉区从七十年代起，棉铃虫种群有明显上升趋势。据河北省成安县资料记载，棉铃虫发生为害面积占棉田总面积的比率：1953年为26%，1958年为57.1%，1970年扩大到全部棉田。1973年百株卵量和幼虫量比1958年分别增加13.2倍和29.5倍（樊孝贤等，1979；张广学，1982）。据河北省饶阳县资料记载，第二代棉铃虫百株累计卵量：1974年为69粒，1978年为576粒，1982年为1814粒，1985年为557粒。在如此大的发生量下，按百株15粒卵或5头幼虫的经济阈值进行防治，势必导致多次数、高浓度施药。例如1982年河北省饶阳县的一个生产队，第二代棉铃虫6月7日见卵，7月4日绝卵。至6月14日，百株卵量已超过15粒，即抖散粉剂防治；棉田卵量继续迅速上升，于18日进行喷雾，药剂为2.5%溴氰菊酯（Decamethrin）乳剂，实际使用浓度约3,000倍；此后田间残虫量仍然很大，于24日左右进行涮棵；余下残虫龄期较大，全队发动群众下地捉虫，开始规定每个劳动日捕捉幼虫200头，后减至50头。尽管如此，仍未达到上述经济阈值的要求，而每亩耗费的人力、物力的代价应在10元以上。而1974年，全代卵量仅69粒，防治费用不过1.5元。

上述生产队棉花害虫综合防治工作做得不算差，在其他较差的社队，由于第二代棉铃虫数量的大幅度上升，施药更为盲目。张广学（1982）指出，过去防治棉虫大都不计成

本，不问收益，常常是有虫必治，没虫也要打预防药，或定期打药，常常把打药次数作为农村生产评比先进的内容，甚至还提出过将害虫灭种，并将其作为任务来完成。由此不难想象防治第二代棉铃虫的耗费之大。

2. 生态学问题

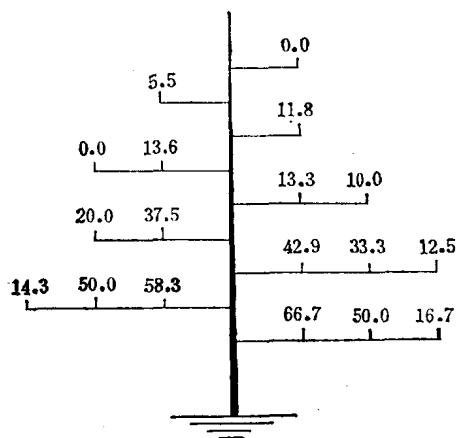
由于过度施药，引起了一系列严重的生态学问题：（1）加快害虫抗药性的发展，棉蚜、棉铃虫等多种棉虫已产生抗药性；（2）杀伤天敌昆虫，减少天敌微生物和土壤中的有益生物；（3）使主要害虫重新猖獗，使潜在害虫大发生；（4）杀死无害昆虫，使天敌的食料条件恶化；（5）污染环境，影响鱼类、鸟类、蜜蜂等；（6）增加人、畜中毒机会（赵善欢等，1979；张广学，1982）。此外，由于施药浓度过大，不同程度的植物药害是普遍存在的。如1983年在河北省饶阳县一块棉田发现，药害严重的棉株，上部棉叶、棉蕾及幼铃全部脱落。

由于害虫的抗药性的产生与发展，天敌作用的下降，使得施药次数与浓度逐步增加，形成恶性循环，引起社会的普遍关注，迫切要求把农药使用量降下来。

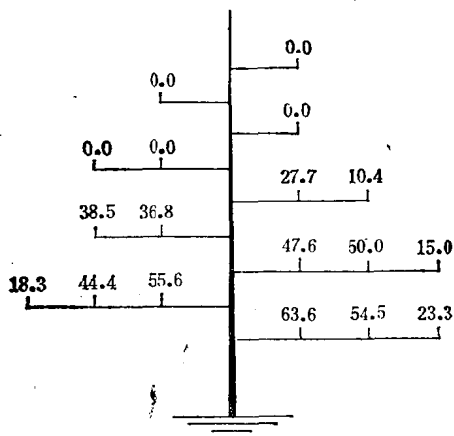
3. 棉花烂铃问题

棉花烂铃是我国各主要棉区棉花生产上长期存在的普遍而严重的问题。1958年曾估计全国棉花烂铃造成的损失约为10—30%（中国农业科学院棉花研究所，1959）。据1962年在河南省安阳县测定，与健铃比较，烂铃籽棉重量减轻40.8%，皮棉减少53.5%，衣分降低22.8%，绒长缩短24.3%，强度降低49.3%。1965年在江苏省如东县测定，烂铃的经济收益损失80%（中国农业科学院棉花研究所，

1983)。近几年来，我国的棉花产量供大于求，烂铃籽棉价格进一步下降，1983年河北省饶阳县农贸集市上，烂铃籽棉



1981年



1982年

图1.2 高肥地棉株不同部位成铃的烂铃率(%) (冀棉4号, 河北省饶阳县)。

每斤售价仅0.1元。随着棉田水肥条件的改善，棉花烂铃与丰产的矛盾越来越大。而防止烂铃迄今还缺乏比较成熟的经验（中国农业科学院棉花研究所，1983）。

烂铃的严重程度，与不少因素有关。华北棉区大部分春播棉都是直播的，这些直播棉总是下部第一、二果枝上内围的棉铃烂铃率最高，伏前桃正处在这些最易腐烂的棉铃之中。据在河北省饶阳县高肥棉田调查，第一、二、三圆锥体成铃中完全腐烂的成铃，1981年分别占56.0%、33.0%和10.1%，1982年分别占55.6%、35.6%和6.3%（图1.2）。这些烂铃还不包括感病不甚严重尚有部分产量的轻病铃。由此可见，伏前桃虽然成铃率高，但因后期易于腐烂，其本身的产量贡献很小。

（三）新防治策略的理论准备

随着棉花生产水平的提高以及棉铃虫数量的增多，重点防治第二代、力保伏前桃的传统策略遇到了其自身不可克服的三大问题，因而迫使人们寻求新的防治策略。但这决非易事。我们面临的是一个复杂的经济生态系统，欲制定防治农业害虫的合理策略，必须掌握该系统中的自然的和社会的许多因素及其相互关系。在此情况下，单凭以往的经验和方法不能奏效（Huffaker等，1977）。解决这个问题的基础是生态学的有关理论和技术的发展。

1. 系统生态学的形成

六十年代前后，生态学进入比较精确的定量阶段。Watt（1963）将数学模型用于害虫控制的研究。此后系统分析在生态学中的应用日益广泛，形成了系统生态学这门独立的