

蚊 虫 综 合 防 治

陆 宝 麟 著

科 学 出 版 社

蚊 虫 综 合 防 治

陆宝麟 著

科 学 出 版 社

1984

内 容 简 介

蚊虫防治是除害灭病的重要环节之一。由于蚊虫抗药性的不断扩大,杀虫剂的污染环境和破坏自然生态平衡有增无减,综合防治的方针日益受到重视。作者根据我国三十多年蚊虫防治的实践和其本人长期从事蚊虫研究工作的体会,并参考国外这方面的进展,对蚊虫综合防治的含意、原则以及基本概念等等,提出了比较全面的解释。同时,本书介绍了目前蚊虫防治的几种主要手段(包括化学、环境、生物、遗传防治等等)及进展,并阐述了我国9种重要媒介蚊虫的生物学特点、防治方法和建议。

本书不仅为从事医学昆虫研究、尤其是蚊虫防治的卫生防疫人员提供了现代防治的基本概念和基础知识,也可供医学昆虫学、流行病学和公共卫生学专业人员作参考。

蚊 虫 综 合 防 治

陆 宝 麟 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

*

1984年8月第 一 版 开本:787×1092 1/32

1984年8月第一次印刷 印张:6 1/4

印数:0001—5,100 字数:139,000

统一书号:13031·2659

本社书号:3659·13—7

定价: 1.00 元

前 言

近年来,由于蚊虫抗药性的不断扩大,杀虫剂污染的继续发展,人们逐渐认识到,在蚊虫防治方面,尽管现代杀虫剂起有重要作用,但是单靠一种手段是不能完全解决问题的。因此综合防治的方针日益受到重视。例如去年世界卫生组织曾在土耳其召开了蚊虫综合防治学术讨论会。我国最近也由卫生部组织了疟疾媒介综合防治座谈会,介绍并讨论了这方面的意义和内容。这些都说明综合措施已是蚊虫防治今后发展的必然趋势。

我国是提倡综合防治较早的国家,但在医学昆虫,包括蚊虫方面,对此尚少研究讨论。我国的蚊虫防治,虽然经过专业机构和广大防疫站多年的努力,取得了明显的成绩,在控制疟疾、丝虫病、乙型脑炎和登革热发病或流行方面起了很大作用,但还有不少问题迄未解决,需要进一步理解并运用这一方针,改进和提高我们的防治工作。为此,作者结合我国实际情况,根据我国三十多年防治实践,以及个人体会,对综合防治的含意、基础、原则和手段,提出一些看法和介绍,并对我国九种重要媒介的综合防治,加以探讨,以供有关同志参考。

在本书几年写作的过程中,得到了全国很多同道和卫生防疫工作同志的热情支持和鼓励。有的提供尚未发表的资料,介绍宝贵经验,充实了本书内容。有的对本书的部分内容,进行了热烈讨论,提出了不少有益的意见,提高了本书水平。这些都是写成本书的重要动力和泉源。对此种种,作者致以衷心的感谢。作者也承世界卫生组织媒介生物学和防制处的

Drs. N. Gratz, H. A. Rafatjah 和 C. Kuo 以及西太区的 Dr. L. S. Self 等惠赠不少资料作参考,张京生同志为本书绘制插图,一并附志谢意。

蚊虫综合防治是一个复杂的问题,也是国内外近年来才进行研究的课题。作者的看法未必一定正确,建议的防治设想,也犹待通过实践不断提高和改进。这里所以提出来只是作为进一步研究的基础,以期促进它的发展。不妥和错误之处,希望读者不吝指正。

陆宝麟

一九八二年五月一日

目 录

第一章 蚊虫防治问题.....	1
一、近代蚊虫防治及其存在问题	1
二、蚊虫抗药性和杀虫剂污染	3
三、走向综合防治	9
第二章 综合防治概念.....	12
一、蚊虫综合防治的含意	12
二、综合防治的基础	15
三、控制与消灭	18
四、措施综合的原则和方法	20
五、我国蚊虫的综合防治	25
第三章 环境防治.....	28
一、环境防治的依据	28
二、环境改造	32
三、环境处理	33
四、改善人类居住条件和习惯	39
五、大规模应用环境治理防治蚊虫实例	41
第四章 化学防治.....	46
一、杀虫剂和驱避剂	46
二、室内滞留喷洒	52
三、空间喷洒	59
四、杀灭幼虫	64
五、烟剂杀蚊	71
六、合理和安全使用杀虫剂	72
第五章 生物防治.....	78

一、生物防治的原则和方法	79
二、鱼类治蚊	81
三、昆虫治蚊	88
四、病原微生物治蚊	91
五、索虫治蚊	101
第六章 遗传防治、物理防治和法规防治	111
一、遗传防治	111
二、物理防治	119
三、法规防治	122
第七章 稻田型媒介蚊类的综合防治	125
一、生物学特性	126
二、综合防治措施	134
第八章 缓流型和丛林型媒介蚊类的综合防治	143
一、微小按蚊	143
二、大劣按蚊	152
第九章 污水型媒介蚊类的综合防治	158
一、生物学特性	158
二、综合防治措施	163
第十章 容器型媒介蚊类的综合防治	169
一、生物学特性	169
二、综合防治措施	174
参考文献	179
索引	190

INTEGRATED CONTROL OF MOSQUITOES

LU BAO-LIN

Contents

Chapter 1	Problem of Mosquito Control.....	1
1.	Current Mosquito Control and Its Problem.....	1
2.	Insecticide Resistance and Insecticide Pollution.....	3
3.	Towards Integrated Control	9
Chapter 2	Concept of Integrated Control	12
1.	Meaning of Integrated Control of Mosquitoes	12
2.	Bases of Integrated Control	15
3.	Control and Eradication	18
4.	Principles and Methods of Integrated Control	20
5.	Integrated Control of Mosquitoes in China	25
Chapter 3	Environmental Control	28
1.	Theoretical Bases of Environmental Control	28
2.	Environmental Modification	32
3.	Environmental Manipulation.....	33
4.	Modification or Manipulation of Human Habitation or Behavior	39
5.	Examples of Environmental Management of Mos- quitoes in Large Scales.....	41
Chapter 4	Chemical Control	46
1.	Insecticides and Repellents	46
2.	Inside Residual Sprays	52
3.	Space Sprays.....	59
4.	Larval Control with Larvicides	64

5. Adult Control with Insecticide Smokes	71
6. Rational and Safe Use of Insecticides	72
Chapter 5 Biological Control	78
1. Principles and Methods of Biocontrol of Mosquitoes	79
2. Control of Mosquitoes with Fishes	81
3. Control of Mosquitoes with Predatory Insects	88
4. Control of Mosquitoes with Entomopathogens	91
5. Control of Mosquitoes with Mermithids	101
Chapter 6 Genetic Control, Physical Control and Legal Control	111
1. Genetic Control	111
2. Physical Control	119
3. Legal Control	122
Chapter 7 Control of Vectors of Paddy-Field Type	125
1. Biological Characteristics	126
2. Integrated Control Measures	134
Chapter 8 Control of Vectors of Stream and Jungle Types	143
1. <i>Anopheles minimus</i>	143
2. <i>Anopheles dirus</i>	152
Chapter 9 Control of Vectors of Polluted-water Type	158
1. Biological Characteristics	158
2. Integrated Control Measures	163
Chapter 10 Control of Vectors of Container-breeding Type	169
1. Biological Characteristics	169
2. Integrated Control Measures	174
References	179
Index	190

第一章 蚊虫防治问题

蚊虫是最普通的吸血双翅昆虫。远在古代,人类就利用烟熏、捕打等方法来驱除这类吸血双翅昆虫的骚扰。然而直到1878年 Patrick Manson在我国福建厦门提出了班氏丝虫(*Wuchereria bancrofti*)由库蚊所传播之说,1898年 Ronald Ross证明了疟原虫(*Plasmodium*)在蚊体内发育的事实,接着相继证明了黄热病、登革热等等一些人体严重疾病都以蚊虫为媒介之后,人们才真正认识到蚊虫防治的重要意义,从而成为医学昆虫学、流行病学和公共卫生学的一个重要组成部分。

近一个世纪以来,人们在这方面作了很大的努力。虽然现在我们在蚊虫的分类区系、生物学、生态学以及疾病传播等领域已积累了丰富的知识,与蚊虫作斗争的武器和方法也已有很大的发展,但是蚊虫防治迄今仍然是除害灭病的一个重要问题。

一、近代蚊虫防治及其存在问题

本世纪初期的蚊虫防治,主要着重在控制孳生场所和杀灭幼虫,也获得了一定的成效,例如南美洲一些都市的防治黄热病媒介埃及伊蚊(*Aedes aegypti*)。当时杀虫剂的应用则限于无机化合物,如巴黎绿(Paris green),以及天然产物,如石油、除虫菊素等等,只是作为环境防治的辅助手段。

从四十年代起,由于发现了DDT的高效杀虫性能,继之许多有机合成杀虫剂的不断发展和广泛应用,以及杀虫器械

和杀虫剂使用方法的改进,医学昆虫,尤其是蚊虫防治,进入了一个新的时期,在蚊媒病的防治上起了很大作用。在五十年代初,有些地区采用 DDT 或其他有机氯杀虫剂作室内滞留喷洒(52 页),成功地控制了疟疾的传播。

根据这些经验,世界卫生组织于 1956 年提出了“全球消灭疟疾规划”,并推行以室内滞留喷洒为主要手段的消灭疟疾的 4 个阶段¹⁾。许多国家或地区参加了这一运动。在它的全盛时期 1961 年,进行室内滞留喷洒的达一亿户,包括约 5.75 亿人口;从事喷洒的人员共达 190,000 人;使用的 DDT 为 64,000 吨、狄氏剂(dieldrin) 4,000 吨和六六六 500 吨(Brown, 1980)。杀虫剂应用于防治蚊虫达到了空前的规模。在这全球性“消灭疟疾运动”中,疟疾流行情况有所改善,例如 1959—1968 年,全世界约有在疟区的 4 亿人口解除了本病的威胁。少数国家和地区还基本上消灭了疟疾。但是,由于防治方针、技术措施以及政治经济等原因,这规划迄今未能实现,疟疾仍然是人类最普遍的常见病。甚而非洲有些地区本病的流行,未见根本好转。

上述合成杀虫剂也广泛应用于防治丝虫病、流行性乙型脑炎等等其他疾病媒介。

这一个时期蚊虫防治的主要特点是,使用杀虫剂几乎替代了早期的环境或其他防治方法,毒杀成蚊在很大程度上替代了早期的幼虫防治。化学防治从而占着主导地位。

这防治特点也反映在蚊虫生物学的研究上,即和室内滞留喷洒有关的成蚊生态习性,如白日栖息场所、进屋和出屋活动等等,受到了很大注意。在防治研究上,则着重在寻找新的

1) 这 4 个阶段是: (一)准备阶段,需要 6 个月到一年的时间; (二)进攻阶段,进行全面室内滞留喷洒,需要连续 3—4 年时间; (三)巩固阶段; (四)保持阶段。以后在防治方法上略有改变。

高效杀虫剂。世界卫生组织组织了广大协作,对各化学公司或实验室提供的样品,进行7个阶段的实验室和现场试验,评价并推荐良好的新杀虫剂(Wright, 1971)(46页)。

现在,经过了三十多年的实践,我们既看到了蚊虫防治取得的进展,但也愈来愈认识到,这种过分依赖或单靠化学防治而忽视其他手段的严重缺点。这也正是近代蚊虫防治问题的症结所在。

事物总是一分为二的。随着杀虫剂的长期和大量使用,特别是同时应用于防治农业害虫,蚊虫的抗药性(insecticide resistance)愈来愈严重,杀虫剂的污染环境及其对自然生态平衡的影响,也有增无已。它们都成为现代蚊虫防治中的突出问题。

二、蚊虫抗药性和杀虫剂污染

蚊虫的抗药性已有广泛的调查研究。所谓抗药性是指一原来对某种杀虫剂敏感的蚊种,经与这杀虫剂接触一定时期后,形成对之敏感性下降的现象,或对之产生的抵抗力。因而抗药性和天然不敏感性(natural insusceptibility)不同,是由于杀虫剂选择的结果。在停药一个长时期后,抗药性也会随之衰退或消失。例如上海中华按蚊(*Anopheles sinensis*)对六六六的抗性,由于农业上久不应用,已明显下降。它对六六六丙体的 LC_{50} 已从1973年的1.87%,下降到了1979年的0.095%(刘, 1981)。所以抗药性是种群(population)而非物种(species)的特征,亦即不同地区的同种蚊虫,可因使用杀虫剂的情况而出现不同的抗性。

至于一个种群产生抗药性的因素则是多方面的,包括遗传(如R基因等)、杀虫剂处理(如使用种类和方法以及处理种

群的死亡率等等),以及种群生物学和生态学特点(一年的世代数、种群隔离程度等)等等。为此调查而测定蚊虫敏感性的方法,世界卫生组织和我国协作中心都有统一规定(刘等,1979)。

早在1947年,美国佛罗里达州(Florida)的盐泽伊蚊(*Ae. sollicitans*)在连续3年使用 DDT 之后,就对之产生了抗性。五十年代初,亦即在抗疟中大规模使用 DDT 和狄氏剂之后不久,有些地区的媒介按蚊,如希腊的萨氏按蚊(*An. sacharovi*),也发生了抗这类杀虫剂的种群。现在的问题在于抗药的蚊种日益增多,抗药的范围不断发展,抗药的强度逐渐加深,以及抗药的地区继续扩大。

关于有抗药性种群的蚊种数,世界卫生组织媒介生物学和防治专家委员会(WHO Expert Committee on Insecticides, 1976; WHO Expert Committee on Vector Biology and Control, 1980)曾有下列统计:

年份	抗药按蚊类种数	抗药库蚊类种数	合计
1968	38	19	57
1975	42	41 ¹⁾	83
1980	51	42 ²⁾	93

可见从1968年以后的12年间,全世界产生抗药种群的蚊种总数已增加了36种(63%),其中按蚊和库蚊类种数分别增加了13(34%)和23种(121%)。库蚊类抗药种数的急剧增加,与近年来大规模化学防治逐渐扩展到这类蚊虫有关。因此,现在全球绝大多数疟疾、丝虫病、黄热病、乙型脑炎、登革热等等的重要媒介,都有抗药种群形成。

1) 包括伊蚊、阿蚊、库蚊、脉毛蚊(*Culiseta*)和骚蚊(*Psorophora*)等5属。

2) 包括伊蚊、阿蚊、库蚊、脉毛蚊、曼蚊(*Mansonia*)和骚蚊等6属。

蚊虫抗药范围以对有机氯类最为普遍。例如在 51 种抗药按蚊中,抗 DDT 的有 34 种,抗狄氏剂的 47 种,同时抗这两种杀虫剂的 30 种。应该指出,DDT 原是抗疟中最有效、安全和经济的,因而是使用最广的杀虫剂。近年来,作为有机氯的替代物,有机磷杀虫剂应用日益广泛,随之而产生的抗药种群已大大增多。交互抗性 (cross resistance) 和多种抗性 (multiple resistance) 现象也很普通,从而加深了抗药的复杂性。最突出的例子是中美的疟疾媒介淡色按蚊 (*An. albimanus*),它对有机氯、有机磷和氨基甲酸酯类杀虫剂都具抗性 (表 1-1)。又如班氏丝虫病主要媒介致倦库蚊 (*Culex pipiens quinquefasciatus*) 也具有对多类杀虫剂易于产生抗性的潜力。由于它过去普遍抗有机氯杀虫剂,迫使人们改用有机磷杀幼剂 (larvicides),但近年来,这种库蚊对很多有机磷,包括双硫磷 (abate, temephos)、毒死蜱 (chlorpyrifos, dursban)、倍硫磷 (fenthion)、杀螟松 (fenitrothion, sumithion) 等,也产生了抗性。

表 1-1 拉丁美洲不同国家淡色按蚊的抗药谱系
(根据 WHO Expert Committee on Vector Biology and Control, 1980)

国家	人口 (百万)	抗 药 范 围					
		DDT	狄氏剂	杀螟松	马拉硫磷	氯辛硫磷	残杀威
墨西哥	0.25	+	+	+	+		+
危地马拉	1.5	+	+	+		+	+
尼加拉瓜	1.8	+	+		+	+	+
洪都拉斯	0.24		+		+		+
萨尔瓦多	1.2	+	+	+	+	+	+

我国邻近地区蚊虫的抗药性情况也很普通。兹选列其我国也有分布的重要种类及其抗药范围和地区 (表 1-2、1-3),

以供参考。

近年来,我国蚊虫的抗药性也发展较快。在世界卫生组织
在我国的合作中心上海昆虫研究所主持下,我国大陆很多地区都进行了这方面的调查,但调查结果尚未全部或系统地发表。尽管如此,我们有理由相信,有些地区的中华按蚊对 DDT、六六六、马拉硫磷、杀螟松等;致倦库蚊对敌敌畏 (di-

表 1-2 我国邻近地区重要按蚊的抗药性及其区域
(摘自 WHO Expert Committee on Vector Biology and Control, 1980)

蚊种	DDT	狄氏剂/六六六	有机磷类	其他杀虫剂
环纹按蚊 (<i>An. annularis</i>)	缅甸、印度、尼泊尔、巴基斯坦、泰国*	印度、尼泊尔、巴基斯坦*	—	—
库态按蚊 (<i>An. culicifacies</i>)	阿富汗、缅甸、印度、尼泊尔、巴基斯坦*	阿富汗、印度、尼泊尔、巴基斯坦*	印度(1,2)	—
溪流按蚊 (<i>An. fluviatilis</i>)	印度	+	—	—
米赛按蚊 (<i>An. messeae</i>)	苏联*	+	+	—
微小按蚊 (<i>An. minimus</i>)	—	(印尼)	—	—
菲律宾按蚊 (<i>An. philippinensis</i>)	印度	+	—	—
萨氏按蚊 (<i>An. sacharovi</i>)	苏联*	+	+	+
中华按蚊 (<i>An. sinensis</i>)	日本、越南	朝鲜	日本(1,3)、朝鲜(2,3)	—
美彩按蚊 (<i>An. splendidus</i>)	—	巴基斯坦	—	—
斯氏按蚊 (<i>An. stephensi</i>)	阿富汗、印度、巴基斯坦*	阿富汗、印度、巴基斯坦*	印度(1,2,4)、巴基斯坦(1)*	巴基斯坦(5)

* 其他地区未列入。

1. 马拉硫磷; 2. 杀螟松; 3. 倍硫磷; 4. 碘硫磷 (jodfenphos); 5. 合成菊酯。

表 1-3 我国邻近地区重要库蚊亚科的抗药性及其区域

(采自 WHO Expert Committee on Vector Biology and Control, 1980)

蚊 种	DDT	狄氏剂/六六六	有机磷类	其他杀虫剂
埃及伊蚊 (<i>Ae. aegypti</i>)	除非洲以外的全世界大部地区		印度(1)、泰国(1)、越南(1)*	泰国(8)
白纹伊蚊 (<i>Ae. albopictus</i>)	印度、日本、泰国、越南*	印度、日本、泰国、越南*	越南(1)*	—
东乡伊蚊 (<i>Ae. togoi</i>)	朝鲜	—	朝鲜(3,7)*	—
骚扰阿蚊 (<i>Ar. subalbatus</i>)	日本*	日本*	日本(1)*	—
白霜库蚊 (<i>C. gelidus</i>)	印度、泰国*	印度、泰国*	—	—
淡色库蚊 (<i>C. pipiens pallens</i>)	日本、朝鲜	日本、朝鲜	日本(1,2,6,7)、朝鲜(1,2)	—
尖音库蚊 (<i>C. pipiens pipiens</i>)	日本、朝鲜、苏联*	朝鲜*	+	—
致倦库蚊 (<i>C. pipiens quinquefasciatus</i>)	普遍	普遍	印度、日本(1,6,7)、越南(1)*	+
三带喙库蚊 (<i>C. tritaeniorhynchus</i>)	日本、朝鲜*	日本、朝鲜*	日本(1,3,7)、朝鲜(1,2,3)	—
常型曼蚊 (<i>M. uniformis</i>)	—	泰国	—	—

* 其他非邻近地区未列入

1. 马拉硫磷; 2. 杀螟松; 3. 倍硫磷; 6. 双硫磷; 7. 毒死蜱; 8. 生物苄英菊酯 (bioresmethrin)。

chlorvos); 淡色库蚊 (*C. pipiens pallens*) 对敌百虫 (dipterex, trichlorfon)、马拉硫磷、双硫磷以及三带喙库蚊 (*C. tritaeniorhynchus*) 对双硫磷等, 已产生有不同程度的抗性。我国台湾省的致倦库蚊对马拉硫磷, 棕头库蚊 (*C. fuscocephalus*) 对 DDT、狄氏剂/六六六、马拉硫磷、杀螟松、双硫磷、倍硫磷、毒死蜱, 三带喙库蚊对 DDT、狄氏剂/六六六、双硫磷, 以及环带库蚊 (*C. annulus*) 对 DDT、狄氏剂/六六六、马拉硫磷、双硫

磷等都有抗性记载 (Mitchell and Chen, 1974)。

更值得注意的是, 蚊虫对有些尚未普遍或大量使用的新杀虫剂, 如合成拟菊酯 (pyrethroids) 和昆虫生长调节剂 (insect growth regulators), 至少在实验室, 可以选育出抗药品系。例如抗 DDT 的埃及伊蚊对合成拟菊酯有交互抗性。尖音库蚊 (*C. pipiens*) 用阿尔多息 (altosid, methoprene) 选育 8 代之后, 其 EC_{50} 可增加到 0.051 ppm, 与对照蚊群的 0.004 ppm 相比, 增加了 13 倍 (Brown and Brown, 1974); 到 40 代, 可增加到 100 倍 (Brown *et al.*, 1978)。甚至生物防治物 (biocontrol agents) 应用长久之后, 蚊虫对之也会产生抗性(103页)。由此可见, 蚊虫对绝大多数杀虫剂, 经过一定时期使用之后, 产生抗性是难于避免的。

蚊虫抗药性严重地影响了疟疾以及其他疾病媒介的防治。以疟疾而论, 据世界卫生组织 1974 年的估计 (WHO Expert Committee on Insecticides, 1976), 全世界疟区人口约为 8.7 亿, 其中媒介抗性已成为问题的达 2.56 亿。蚊虫对过去常用杀虫剂如 DDT、狄氏剂的抗性降低了它们的防治效果, 因而必须换用, 以至不断换用新药。而新药一般价格较贵。据国外估计, 如用马拉硫磷替代 DDT, 其费用将增加 3 1/2 倍, 如换用残杀威 (propoxur), 其费用将增加 10 倍。加上换用的杀虫剂较之 DDT 往往需要更多的处理次数以及安全措施, 更增加了防治费用。这对于经费有限的第三世界国家, 必然使媒介防治工作受到很大的影响。

杀虫剂的污染环境, 也引起广泛的注意。近年来公众反对不断使用持久性的杀虫剂。他们深怕环境中的微量杀虫剂, 通过食物链而富集起来, 会引起人类和动物慢性中毒, 包括致癌和诱变作用, 以及破坏自然平衡。确实, DDT、狄氏剂等减缓缓慢的杀虫剂, 由于过去大量使用, 特别是使用于防治农业