



昆虫线虫学

李福春编著



农业出版社

昆 虫 线 虫 学

李福春 编著

农 业 出 版 社

昆虫线虫学

李福春 编著

* * *

责任编辑 杨国栋

农业出版社出版(北京朝阳区枣营路)

新华书店北京发行所发行

通县向阳印刷厂印刷

787×1092mm 32 开本 7印张 136千字

1989年5月第1版 1989年5月北京第1次印刷

印数 1—2,270册 定价 2.95元

ISBN 7-109-00608-5/Q·20

Nematodes of Insects

By
Li Fu-Chueng

Agricultural Publishing House
Beijing China

前 言

《昆虫线虫学》的研究工作，世界上处于少年时代，我国处于童年时代。国外对寄生于昆虫线虫的研究工作取得了较大的成果。有的国家已进入了人工繁殖，工厂化大量生产，施放大田防治害虫。但因某些线虫与细菌共生，即线虫细菌复合体。因此，国外将其纳入病原体的范畴。其实，线虫是一种低等动物，属圆形动物门 Nematelminthes，线虫纲 Nematoda。因此，根据当前国内外寄生于昆虫的线虫研究工作的发展和生产的需要，昆虫寄生线虫应单独成为一门科学——昆虫线虫学。

我国对昆虫线虫研究，过去甚少，近年来发展很快。但还没有一本有关昆虫线虫方面的专著。特别是昆虫线虫的分类，世界上还没有统一的分类系统，而且国外研究的昆虫线虫也很少涉及稻、棉等农作物主要害虫的昆虫线虫，故撰写《昆虫线虫学》是当前科研和生产实践的需要，也是笔者多年的心愿。现根据多年来从事昆虫线虫科研工作的成果和有关文献资料，戮力进行总结、整理遂于此书。力图以此促进和推动昆虫线虫学的研究工作，宣传发动更多的人来研究推广昆虫线虫的技术应用，了解掌握保护利用昆虫线虫，控制害虫的方法。以便不断提高昆虫线虫研究工作的水平和利

用效果，迅速发展我国的昆虫线虫学科。

在编著过程中，得到了湖南省科委、科协，岳阳地区科委、科协，岳阳地区农业局和农校领导的奖励和支持。并承蒙中国科学院水生生物研究所研究员伍惠生的热忱的指导，提供文献资料，鉴定昆虫线虫学名，湖南农学院教授陈常铭、詹扬桃，湖南农科院研究员雷惠质、夏松云，湖南师范学院教授王洪全，广东昆虫研究所研究员李丽英、刘南欣、李素春，湖南寄生虫研究所副研究员陈祥麟，湖北农科院钱汉良，岳阳农校校长、农艺师张履邦等同志的热情帮助、指导，或修改部分章节。湖南农学院廖熙逸绘部分图，殷有琴、胡淑恒等同志显微摄影。特此致谢。岳阳县步仙区农技站、中村公社、花苗公社，平江县栗山区农技站，岳阳地区农业气象站以及本校夏金明、焦育文、刘丙坤、任伏军、张重阳、方兴群、丁纪茂、许正久、刘秋波、万方平、余运宏、刘克义、李西初、刘同盛、李丰国、罗嗣华、殷君山、彭孟军、李玉新、彭峰、宋庆云等同学协助调查采集部分标本，还有常德县测报站、石门县测报站惠赠部分线虫标本，夏金明编写拉丁学名、中文名称对照，绘部分图等，谨此一并感谢。

由于本人水平有限，加之昆虫线虫学是一门新的科学，错误在所难免，敬请广大读者惠予批评指正。

李福春

1982. 4

目 录

第一章 概论	1
一、昆虫线虫研究应用的概况	1
(一) 研究昆虫线虫的意义	1
(二) 国外利用昆虫线虫防治害虫的概况	4
(三) 我国昆虫线虫研究的概况和展望	8
二、形态特征	14
(一) 成虫	14
(二) 卵	20
(三) 幼虫	22
(四) 内部解剖	22
三、昆虫线虫的生物学	29
(一) 卵的发育	29
(二) 幼虫的生长	31
(三) 昆虫线虫的繁殖与习性	33
(四) 昆虫线虫的生活与寄生规律	36
(五) 昆虫线虫与环境条件的关系	51
(六) 昆虫线虫对高等动物的安全性	64
第二章 昆虫线虫的分类	67
昆虫线虫目、科检索表	67
一、咀刺目	71
分科检索表	71
(一) 索科线虫	71
分属检索表	72
1. 多索线虫属	75
分种检索表	76

(1) 浮尘子索线虫	77
(2) 无尾多索线虫	79
(3) 多索线虫	80
2. 两索线虫属	83
分种检索表	86
(4) 螟虫索线虫	86
(5) 秀丽复索线虫	89
(6) 复索线虫	90
(7) 两索线虫	98
附 关于两索线虫属 <i>Amphimermis</i> 和复索线虫属 <i>Complexomermis</i> 在索科线虫中的分类位置	102
3. 六索线虫属	105
分种检索表	105
(8) 细小六索线虫	105
(9) 粗壮六索线虫	107
(10) 短六索线虫	109
(11) 基氏六索线虫	110
(12) 地老虎六索线虫	111
4. 罗索线虫属	115
(13) 噬蚊罗索线虫	116
5. 八索线虫属	117
分种检索表	117
(14) 莫氏八索线虫	117
(15) 钻穴八索线虫	118
6. 袋索线虫属	119
(16) 蚊袋索线虫	119
7. 斯索线虫属	120
(17) 彼氏索线虫	120
8. 水索线虫属	121
分种检索表	121
(18) 眼蝇水索线虫	121
(19) 弯突水索线虫	124

(20) 彻奇尔水索线虫	124
9. 沼索线虫属	125
(21) 玫红沼索线虫	125
10. 中索线虫属	126
(22) 河流中索线虫	126
11. 腹索线虫属	127
(23) 绿腹索线虫	127
12. 等索线虫属	128
分种检索表	128
(24) 威州等索线虫	128
(25) 菜氏等索线虫	129
(26) 等索线虫	130
13. 索线虫属	131
(27) 黑色索线虫	131
14. 菲氏索线虫属	133
(28) 离沙菲索线虫	133
(二) 四线科	134
分属检索表	135
1. 四线属	135
(1) 蟠旋四线虫	135
2. 异线虫属	137
(2) 壮卵异线虫	137
二、小杆目	139
分科检索表	139
(一) 双胃线虫科	139
分属检索表	140
1. 双胃线虫属	140
分种检索表	140
(1) 空栖米双胃线虫	140
(2) 具唇双胃线虫	141
2. 中双胃线虫属	142

分种检索表	142
(3) 莱氏中双胃线虫	142
(4) 一色锯双胃线虫	143
(二) 小杆线虫科	144
1. 小杆属	144
分种检索表	144
(1) 嗜虫小杆线虫	144
(2) <i>Rhabditis cylindrica</i>	145
(三) 异小杆线虫科	146
1. 异小杆线虫属	146
分种检索表	146
(1) 41088线虫	147
(2) <i>Heterorhabditis hoplha</i>	147
(3) 嗜菌异杆线虫	148
(4) 棉铃虫异杆线虫	149
(5) <i>Heterorhabditis hambletani</i>	149
(四) 斯氏线虫科	150
分属检索表	150
1. 新线虫属	150
分种检索表	151
(1) 蠹蛾新线虫	152
(2) 格氏新线虫	153
(3) <i>Neoplectana menozzii</i>	155
(4) 褐夜蛾新线虫	156
(5) 毛蚊新线虫	156
(6) 克氏新线虫	158
(7) 粘虫新线虫	159
(8) 简氏新线虫	159
(9) 鲫金龟新线虫	160
(10) 乔治亚新线虫	160
(11) <i>Neoplectana arenaria</i>	161

(12) <i>Neoplectana kirjanovas</i>	161
(13) <i>Neoplectana belorussica</i>	162
(14) <i>Neoplectana semiothisae</i>	162
(15) 金龟新线虫	163
2. 斯氏线虫属	163
(16) 锯峰斯氏线虫	163
三、垫刃目	164
分科检索表	164
(一) 新滑刃科 (拟茎科)	165
1. <i>Decadenus</i> 属	165
(1) <i>Decadenus siricidicola</i>	165
(二) 腊肠线虫科	167
分属检索表	167
1. 秋异垫刃线虫属	168
(1) <i>H. autumnalis</i>	169
2. 霍氏线虫属	169
分种检索表	170
(2) <i>H. husseyi</i>	170
(3) <i>H. medecassa</i>	170
(4) 仁慈霍氏线虫 (拟)	171
(三) 球线虫科	172
分属检索表	172
1. <i>Tripus</i> 属	172
第三章 昆虫线虫的保护利用途径	174
一、昆虫线虫侵害害虫的途径	174
(一) 经口侵染	174
(二) 经害虫体壁侵染	175
二、昆虫线虫对害虫的控制作用	175
(一) 对害虫的机械作用	176
(二) 夺取寄主营养, 破坏生殖系统	176
(三) 线虫对寄主的毒害作用	177

(四) 线虫导致病原微生物侵入寄主.....	178
三、昆虫线虫对害虫的控制效能.....	178
四、昆虫线虫的保护利用.....	188
(一) 加强调查研究.....	189
(二) 多种方法协调, 各种措施配套.....	190
(三) 助迁与释放.....	190
第四章 昆虫线虫的研究方法.....	192
一、实验室的建设.....	192
(一) 一般设备.....	192
(二) 采集用具.....	193
(三) 标本制作用具.....	193
(四) 化学药剂.....	194
二、昆虫线虫的采集.....	194
(一) 从昆虫中采集.....	195
(二) 从土壤中采集.....	196
三、昆虫线虫标本的制作与保存.....	197
(一) 标本的固定.....	197
(二) 透明.....	197
(三) 保存和制片.....	198
四、昆虫线虫的测绘.....	199
五、昆虫线虫标本的寄递.....	201
主要参考文献.....	202
附录 昆虫线虫拉丁学名对照表.....	205

第一章 概 论

一、昆虫线虫研究应用的概况

(一) 研究昆虫线虫的意义

昆虫线虫是一种体细长如线的寄生虫。昆虫线虫有别于寄生于人体肠道里的蛔虫，寄生于猪、牛、鸡、鸭肠道里的钩虫，也不同于寄生在植物体内的水稻干尖线虫、小麦粒线虫、根结线虫。这些都是寄生于人体、禽、畜和植物体上的寄生线虫。它们所危害的是动、植物和人类。而寄生于昆虫体内的线虫，如寄生于稻飞虱、稻螟虫、蝗虫、稻苞虫、棉铃虫、蚊子、金龟子等体内的线虫。它们能控制或消灭害虫，是一些对人类有益的寄生线虫。

某些地区由于化学农药的用量逐年增加，环境污染逐步严重，天敌逐渐减少，害虫就逐年增多，人、畜的疾病也逐渐增加，特别是癌症等疾病越来越多，耕牛等牲畜大量死亡，农副产品中有机氯、有机磷的容量大大增加，粮食、油料、水产品、茶叶等农药的含量大大超过了国家规定标准，这样长期发展下去，情景是不可想象的。

随着化学农药使用范围的扩大和农药种类的增多，害虫

的化学防治面临着两大难以解决的问题：一是农药对环境的污染，中毒问题严重，越来越引起人们的不安；二是害虫对农药产生的抗药性逐年增强，造成了“药多—害虫多—天敌少—药再多—害虫更多—天敌更少”的恶性循环，使自然界的生态平衡遭到破坏。鉴于上述情况，植保工作中提出了研制高效低毒农药和积极开展生物防治两项并行不悖的课题。据中国科学院伍惠生报道，近20年来，索线虫已成为世界各国作为生物防治的资源，应用于控制蚊类等害虫方面，已取得了显著的效果。而对昆虫线虫的研究，在我国还是一个薄弱的学科。开展这项研究工作，无论对线虫的分类学、生态学的基础研究，还是有益线虫病的防治，对植物保护学及生物防治学都有重要的意义。

由于人类的长期实践，使人们对自然的认识逐渐深入，生物防治的内容也日益丰富。目前，世界各国生物防治试验成功的约有一百多例。寄生性线虫是生物防治中一类重要的自然资源。1918年国外就有人探讨过利用线虫来自然调节昆虫种群的可能性。近20多年来，发展到能利用人工大量繁殖线虫，人工释放于大田防治害虫。实践证明，线虫在控制害虫种群中起着相当大的作用。它能避免环境污染，减少残毒，保证人畜安全，保护天敌，有利于维护生态平衡，降低生产成本，增产增收。它为综合防治充实了新的内容。利用寄生线虫防治害虫的好处很多。

1. 种类多，数量大。线虫是一个庞大的类群，地球上的动物界中，昆虫（100多万种）是最大的类群，而线虫的种类之多仅次于昆虫。根据海曼（Hyman, 1951）估计，

全世界约有50多万种，其中寄生于昆虫体内的线虫大约有五千多种。法国曾列出100多种和亚种与树皮小蠹昆虫有关的线虫。1956年在德国调查了同样数目的与小蠹昆虫相关的线虫，其中，格氏线虫在每平方厘米的面积内，5—7天可由600条增加到12,000条；DD-136线虫每周可产1亿条。我国三十多年来，对昆虫的寄生线虫研究进展很快，据文献报道，这类寄生线虫有寄生于蚊虫体内的，也有寄生于蝗虫、叶蝉、棉铃虫、地老虎、飞虱……等虫体内。每亩稻田中，仅寄生于飞虱体内的线虫就多到达100万条以上。

2. 分布广。昆虫线虫在自然界的分布很广。它可以生活在江、河、池沼的水中，也可以自由生活在水稻田、棉花地等土里，还能生活在潮湿的腐殖质中。既寄生于粮、油、棉等一年生作物的害虫，又能寄生于果、茶、林等多年生植物的多种害虫。总之，只要环境条件适合它的寄主存在，线虫就能在这些地方生存。

3. 适应性强。从昆虫线虫分布的地区之广，可见其适应性强。昆虫线虫无论在粘土、砂土、壤土中或是粘壤土、砂壤土中都能正常生长发育。对土壤的酸碱度要求不严。在中性偏酸的环境中，发育良好，繁殖很快。它耐严寒，抗炎暑，即使缺氧的深水泥中，仍能正常生长发育。

4. 寄主多。据国外报道（1928），被昆虫线虫寄生的昆虫，有9目共759种。1968年据美国南部调查，有13种蚊为线虫的自然寄主。埃及对35种昆虫进行调查，发现17种与线虫有关。日本报道，金龟子、稻螟、蚂蚁……均有线虫寄生。我国的棉铃虫、地老虎、斜纹夜蛾、螟虫、飞虱、叶蝉、

稻螟蛉、菜白蝶、蔗金龟子……等都有线虫的寄生。

5. 寄生率高。昆虫线虫对稻飞虱的寄生率一般是40—70%最高达93%以上, 较低的也有10%左右。因年份不同, 寄生率互有高低, 稻虱线虫在岳阳地区对稻飞虱的寄生率, 1977—1982, 分别为72.7%, 65.5%, 89.9%, 79%, 57.3%, 91.1%。对螟虫的寄生率一般是20—75%, 对粘虫为70%左右, 对稻叶蝉为5—20%, 对棉铃虫、地老虎、稻苞虫、稻螟蛉均有不同程度的寄生。

6. 效果好。被稻虱线虫寄生后的昆虫, 体色变淡, 失去光泽, 行动呆板, 食欲减退, 一般不交尾不产卵, 最后死亡。据作者几年来观察, 凡被线虫寄生的飞虱, 每百苑禾在800只以上者, 可以不施药。由此可见, 依靠线虫等天敌的作用, 完全可以控制稻飞虱的为害。每百苑禾有飞虱933—1670只, 飞虱与线虫的比例为1.3:10, 线虫寄生率在80—91.9%, 线虫完全可以控制飞虱的为害, 而不使稻谷遭到损失。百苑禾有飞虱5720只, 线虫的寄生率为82.4%, 可基本控制为害。

(二) 国外利用昆虫线虫防治害虫的概况

国外对昆虫线虫的研究工作开始较早。1918年克拉塞(Claser)和韦洛克斯(Wilox)就讨论过利用线虫来自然调节昆虫种群的可能性, 主要用于蚊蝇、蚋等昆虫。19世纪初期主要是调查昆虫被线虫自然寄生的现象。1924年亚索特科斯基指出, 蠕虫寄生的结果是使昆虫的生殖力减低, 甚至完全丧失。

1928年瓦茨瓦隆堡氏按照昆虫各目，提出被线虫寄生的昆虫的种数为16目，759种。其中最多的是鳞翅目，共268种；其次是鞘翅目172种；第三是直翅目116种；双翅目96种，还有膜翅目、等翅目、半翅目、蜻蜓目、虱目等。

1929年，新索线虫属 (*Neomermis*) 最初是在日本金龟子的死亡幼体中发现的。1930年，波叶纳 (Pointer) 指出，感染线虫的盲螬来自排水完善而整季潮湿的荒地。1930年库特 (Coodey) 指出，被霍氏线虫寄生的瑞典麦秆蝇，大多是不育的，其感染范围由5.18—14.7%不等。奥尔特亨 (Oldham) 在英格兰检查了大榆棘胫小蠹虫和满纹棘胫小蠹虫的线虫寄生情况，发现这两种虫由于感染线虫而丧失生殖能力的占40%。

20世纪30年代开始研究昆虫线虫形态特征、生物学特性、生态学特点等方面的工作。1932年，楠木 (Kaburabi) 和今村 (Imamura) 在372头水稻二化螟中，发现有285条被索线虫寄生，寄生率为76.6%，并对其形态、生活习性等进行了研究。同年，今村重元对寄生于稻褐飞虱和白背飞虱体内的一种多索线虫 (*Agamerms* sp.) 的形态、生活史等进行了研究。

1935年，克拉塞首次在人工培养基上成功地培养了格氏线虫。1936年麦克洛 (Mcloy) 和克拉塞用酵母发酵的磨碎的生马铃薯和番茄混合物制成人工培养基。克里斯蒂 (Christie) 指出无尾多索线虫 (*Agamerms decaude*) 只能蛰居在整个冬季通常被水渗透的地里，才能生长发育良好。同时明确了无尾索线虫 (*Nermis nigrescens*) 和无尾