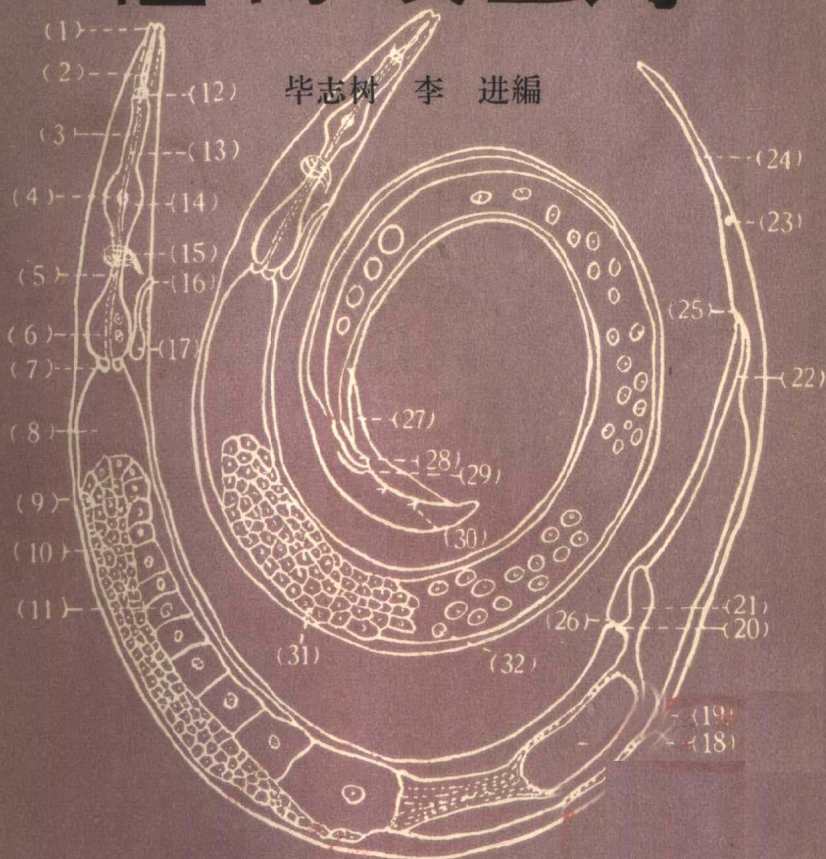


植物线虫学

毕志树 李 进 編



农 业 出 版 社

植 物 綫 虫 学

毕志树 李 进編

农 业 出 版 社

内 容 提 要

本书叙述了植物綫虫的形态解剖、分类、生态、生理、防除方法、研究方法等，在书末附有主要植物寄生綫虫的分属分种检索表以及主要农作物寄生綫虫名录，附有插图 134 个，可供植保工作者、生物工作者及院校师生参考之用。

植 物 綫 虫 学

毕志树 李 进編

农 业 出 版 社 出 版

北京老钱局一号

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 106 号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

农业出版社印刷厂印刷装订

统一书号 16144.1425

1965 年 4 月北京制型	开本	850×1168 毫米
1965 年 8 月初版		三十二分之一
1965 年 8 月北京第一次印刷	字数	250 千字
	印张	十一
印数 1—3,000 册	定价	(科七) 一元八角

前 言

植物綫虫学 (Phytonematology) 是一門新兴的学科, 由于教学上的需要, 我們根据已出版的綫虫学书籍和国内外有关植物綫虫及其病害的文献資料汇编了这本书。

本书除第六章的化学防治部分由李进编写外, 其余各章均由毕志树编写, 全稿亦由毕志树整理。本书承蒙张际中、章正、韦石泉、文静远、张荆和王崇仁等先生审阅初稿并提出了宝贵意見; 又大連商品檢驗局、中国农业科学院植物保护所以及朱永年先生提供部分資料, 一併在此志謝。

由于我們的业务水平所限, 加之閱讀的文献不夠多, 书中不当之处, 敬請指正。

編者

于沈阳农学院植保系

1963 年 10 月

目 录

前言

第一章 緒論	1
一、植物寄生綫虫的分布	1
二、植物綫虫及綫虫病害在农业生产中的經濟意义	2
三、国际植物綫虫学的发展概况及当前研究动向	3
四、我国植物綫虫病害的研究概况	6
第二章 植物綫虫的形态解剖学	11
一、形状大小	11
二、角质膜	13
三、下皮层	15
四、肌肉层	17
五、体腔	18
六、头部	19
七、尾部	22
八、神經系統	24
九、消化系統	28
十、排泄系統	34
十一、生殖系統	34
第三章 植物綫虫分类	45
一、概述	45
二、植物綫虫的目、科、属特征	49
(一)小杆目 (Rhabditida)	50

1.小杆科[Rhabditidae(Chitwood & Chitwood, 1937)]	51
2.双胃科[Diplogasteridae(Steiner, 1929)]	51
3.头叶科[Cephalobidae(Chitwood & Chitwood, 1934)]	52
(二)垫刃目(Tylenchida)	52

I. 垫刃总科[Tylenchoidea, Chitwood & Chitwood,

1937].....55

(I) 垫刃科[Tylenchidae, Filipjev, 1934]56

1. 垫刃亚科[Tylenchinae, Filipjev, 1914]57

- (1)垫刃线虫属(*Tylenchus* Bastian, 1865)(57) (2)茎线虫属(*Ditylenchus* Filipjev, 1934)(59) (3)鳃头状或粒线虫属(*Anguina* Scopoli, 1773)(59) (4)矮化线虫属(*Tylenchorhynchus* Cobb, 1913)(61) (5)头线虫属(*Tetylenchus* Filipjev, 1936)(63) (6)棒垫刃线虫属(*Clavaurotylenchus* Caveness, 1958)(65)

2. 短体亚科[Pratylenchinae, Thorne, 1949]66

- (1)短体或根腐线虫属(*Pratylenchus* Filipjev, 1936)(66) (2)有吻球线虫属(*Hoplotylus* s'Jacob, 1959)(69) (3)塚或穿孔线虫属(*Radopholus* Thorne, 1949)(70) (4)真珠线虫属(*Nacobbus* Thorne & Allen, 1944)(70) (5)肾脏线虫属(*Rotylenchulus* Linford & Oliveira, 1940)(70)

3. 锥亚科[Dolichodorinae, Chitwood & Chitwood, 1950]72

- (1)锥线虫属(*Dolichodorus* Cobb, 1914)(73) (2)刺线虫属(*Belonolaimus* Steiner, 1949)(73)

4. 扭带亚科[Hoplolaiminae, Filipjev, 1934]75

- (1)盘旋线虫属(*Rotylenchus* Filipjev, 1934)(76) (2)螺旋线虫属(*Helicotylenchus* Steiner, 1945)(76) (3)扭带或枪线虫属(*Hoplolaimus* Daday, 1905)(79) (4)盾状线虫属(*Scutellonema* Andr ssy, 1958)(80)

5. 旋绕亚科[Rotylenchoidinae, Whitehead, 1958]82

- (1)旋绕线虫属(*Rotylenchoides* Whitehead, 1958)(82)

(II) 异皮科[Heteroderidae, Thorne, 1949]82

- (1)异皮或胞囊线虫属(*Heterodera* Schmidt, 1871)(83) (2)根结线虫属(*Meloidogyne* Goeldi, 1887)(85) (3)拟根结线虫属(*Meloidodera* Chitwood, Hannon & Esser, 1956)(86)

(Ⅲ)拟茎科[<i>Neotylenchidae</i> , Thorne, 1949]	89
1.不正茎亚科[<i>Nothotylenchinae</i> , Thorne, 1941]	90
(1)不正茎线虫属(<i>Nothotylenchus</i> Thorne, 1941)(90)	
(2)不正粒线虫属(<i>Nothanguina</i> Whitehead, 1959)(92)	
2.拟茎亚科[<i>Neotylenchinae</i> , Thorne, 1941]	92
(1)拟茎线虫属(<i>Neotylenchus</i> Steiner, 1951)(93)	
(2)裸茎线虫属(<i>Gymnotylenchus</i> Siddiqi, 1961)(94)	
(Ⅳ)环科[<i>Criconematidae</i> , Thorne, 1949]	94
1.环亚科[<i>Criconematinae</i> , Taylor, 1936]	95
(1)环线虫属(<i>Criconema</i> Hofmänner & Menzel, 1914)(95)	
(2)环线虫属(<i>Criconemoides</i> Taylor, 1936)(95)	
(3)半环线虫属(<i>Hemicriconemoides</i> Chitwood & Birchfield, 1957)(97)	
(4)鞘线虫属(<i>Hemicycliophora</i> de Man, 1921)(98)	
2.针亚科[<i>Paratylenchinae</i> , Thorne, 1949]	99
(1)针线虫属(<i>Paratylenchus</i> Micoletzky, 1922)(100)	
(2)坏死线虫属(<i>Cacopaurus</i> Thorne, 1943)(101)	
(Ⅴ)半穿刺科[<i>Tylenchulidae</i> , Raski, 1957]	101
1.球亚科[<i>Sphaeronematinae</i> , Raski & Sher, 1952]	101
(1)球线虫属(<i>Sphaeronema</i> Raski & Sher, 1952)(102)	
2.半穿刺亚科[<i>Tylenchulinae</i> , Skarbilovich, 1947]	103
(1)半穿刺线虫属(<i>Tylenchulus</i> Cobb, 1913)(103)	
II. 滑刃总科[<i>Aphelenchoidea</i> , (Fuchs, 1937) Thorne, 1949]	104
(I)真滑刃科[<i>Aphelenchidae</i> , (Fuchs, 1937) Steiner, 1949]	105
1.真滑刃亚科[<i>Aphelenchinae</i> , (Fuchs, 1937) Schuurmans Stekhoven & Teunissen, 1938]	105
(1)真滑刃线虫属(<i>Aphelenchus</i> Bastian, 1865)(105)	
(II)滑刃科[<i>Aphelenchoididae</i> , (Skarbilovich, 1947) Paramonov, 1953]	106
1.滑刃亚科[<i>Aphelenchoidinae</i> , (Skarbilovich, 1947)]	107

(1)滑刃綫虫属(<i>Aphelenchoides</i> Fischer, 1894)(107)	(2)細杆滑刃綫虫属(<i>Rhadinaphelenchus</i> J. B. Goodey, 1960)(110)	(3)拟长尾綫虫属(<i>Paraseinura</i> Timm, 1960)(110)
(III)拟滑刃科[<i>Paraphelenchidae</i> , (T. Goodey, 1951) J. B. Goodey, 1960]	110	
1.拟滑刃亚科[<i>Paraphelenchinae</i> , T. Goodey, 1951]	111	
(1)拟滑刃綫虫属[<i>Paraphelenchus</i> (Micoletzky, 1922) Micoletzky, 1925](111)	(2)后滑刃綫虫属(<i>Metaphelenchus</i> Steiner, 1943)(113)	
(三)嘴刺目[<i>Enoplida</i>]	113	
I. 矛綫总科[<i>Dorylaimoidea</i> , Thorne, 1934]	114	
(I)矛綫科[<i>Dorylaimidae</i> , de Man, 1876]	114	
1.瘤綫亚科[<i>Tylencholaiminae</i> , Filipjev, 1934]	115	
(1)剑綫虫属(<i>Xiphinema</i> Cobb, 1913)(115)	(2)长剑綫虫属(<i>Xiphinema</i> Loos, 1950)(118)	(3)长針綫虫属(<i>Longidorus</i> Micoletzky, 1922)(119)
(II)膜皮科[<i>Diphtherophoridae</i> , Thorne, 1935]	119	
1.毛刺亚科[<i>Trichodorinae</i> , Thorne, 1935]	120	
(1)毛刺或切根綫虫属(<i>Trichodorus</i> Cobb, 1913)(120)		
第四章 植物綫虫生态学	122	
一、概述	122	
二、气候因素	123	
三、土壤因素	128	
四、生物因素	141	
五、綫虫的移动	141	
六、綫虫移动的方向	147	
第五章 植物綫虫与植物之相互关系	150	
一、植物綫虫对寄主植物的侵染过程	150	
二、綫虫对植物的致病作用	158	
三、植物对寄生性綫虫的免疫性	177	
第六章 植物綫虫防治法	185	

一、植物檢疫	185
二、選育抗病品種	185
三、耕作防治	186
四、物理防治	192
五、化學防治	196
六、生物防治	206
第七章 植物綫虫研究法	210
一、材料收集和保存	210
二、從土壤或植物體內分離綫虫法	210
三、綫虫的定量法	219
四、鑑定綫虫的死活	222
五、孵化綫虫囊法	224
六、綫虫接種法	226
七、根分泌物誘引綫虫法	228
八、藥劑試驗和微區試驗法	231
九、植物綫虫病發病程度記載法	233
十、綫虫消毒法	235
十一、綫虫培養法	235
十二、綫虫的固定法	238
十三、綫虫的制片法	242
十四、綫虫保存法	244
十五、植物組織中綫虫染色和活體染色法	245
十六、綫虫封藏法	248
十七、綫虫“會陰花紋”顯現技術法	250
十八、綫虫的觀察和記載	251
十九、綫虫體積的測量	253
二十、綫虫圖的繪制	255
附錄	256

一、主要植物寄生綫虫属的分种检索表256

垫刃綫虫属(*Tylenchus*) 分种检索表(256) 茎綫虫属(*Ditylenchus*)分种检索表(257) 粒綫虫属(*Anguina*) 分种检索表(259) 矮化綫虫属(*Tylenchorhynchus*)分种检索表(260) 头綫虫属(*Tetylelenchus*)分种检索表(263)

短体綫虫属(*Pratylenchus*)分种检索表(264) 肾脏綫虫属(*Rotylenchulus*)分种检索表(265) 螺旋綫虫属(*Helicotylenchus*)分种检索表(266) 組带綫虫属(*Hoplolaimus*)分种检索表(267) 盾状綫虫属(*Scutellonema*)分种检索表(268) 胞囊綫虫属(*Heterodera*)分种检索表(268) 根結綫虫属(*Meloidogyne*)分种检索表(270) 拟茎綫虫属(*Neotylenchus*)分种检索表(271) 不正茎綫虫属(*Nothotylenchus*)分种检索表(273) 环綫虫属(*Criconema*)分种检索表(275) 輪綫虫属(*Criconemoides*)分种检索表(277) 半輪綫虫属(*Hemicriconemoides*)分种检索表(280) 鞘綫虫属(*Hemicycliophora*)分种检索表(281) 針綫虫属(*Paratylenchus*)分种检索表(283) 滑刃綫虫属(*Aphelenchoides*)分种检索表(284) 劍綫虫属(*Xiphinema*)分种检索表(287) 毛刺綫虫属(*Trichodorus*)分种检索表(289)

二、主要的大田作物、蔬菜、果树上的植物寄生綫虫表290

水稻(291) 麦类(291) 玉米(293) 高粱(294) 甘薯(295)

馬鈴薯(295) 棉花(296) 麻类(297) 烟草(298) 甜菜(299)

花生(300) 芝麻(301) 大豆(301) 十字花科蔬菜(302) 葫芦科蔬菜(304) 茄科蔬菜(304) 豆科蔬菜(306) 芹菜(307) 胡蘿卜(308) 蒾苳(309) 蒾苳(309) 百合科蔬菜(310) 仁果类果树(311) 核果类果树(311) 浆果类果树(312) 柑桔类果树(314) 坚果类果树(314) 其他类果树(315)

参考文献316

索引329

第一章 緒 論

一、植物寄生綫虫的分布

生存于地球上的动物界中，昆虫类無論在数量和种类上均是最大的类群，其次是綫虫类。

綫虫虽然是庞大的类群，但其研究范围較其他类群尚处于幼稚阶段，所以直到現在已确定的种类还不过一万种左右，根据 Hyman(1951)的估計全世界約有 50 多万种。

綫虫在自然界中的分布也很广，它可以独自生活在淡水、海水、泥沼、沙漠、南北极冰洋、炎热泉水或土壤中，也有許多綫虫寄生在动植物上。植物寄生綫虫的发现較晚，研究調查还不够全面，它們寄生于植物的根、块根、鳞茎、球茎、芽、叶、枝茎和种实等部分，被子植物中無論单子叶植物、双子叶植物以及裸子植物中的每一种栽培植物几乎都发现有綫虫寄生，給农业和林业生产带来很大的損失，此外野生植物、苔蘚、蕨类、藻类和菌类植物也发现有綫虫寄生。据 Goodey 等(1958, 1959)編汇的《按寄主編目的植物寄生綫虫》一书看，到 1958 年止世界上已报导为綫虫寄生的种子植物有 4,500 多种以上，羊齿类 97 种，蘚类 85 种，海藻类 5 种，菌类 13 种。至于腐生性綫虫的数量那就更多了。值得注意的是，这些腐生性綫虫在一定的条件下可轉变为寄生性，例如，經常生活在許多植物腐烂根部的小杆綫虫属(*Rhabditis*)的一些种，馬鈴薯块茎上的 *Diplogaster longicauda*，甘蓝上的 *Diploscapter rizophylus* 以及定居在草莓植株上的 *Plectus granulosis* 等都被认为是从腐

生性轉变成成为寄生性的种。

二、植物綫虫及綫虫病害在农业 生产中的經濟意义

植物寄生綫虫和其他侵染性的病原物一样,由于它的寄生性,破坏了农作物的正常生育,使农作物不能达到我們預期的目标,降低质量,减少产量以至于完全破坏了一种农作物的生产。

在历史上注意得較早的一种植物綫虫病害便是甜菜根綫虫病(*Heterodera schachtii*)。从1859年此病在欧洲发现以后到现在已遍布欧美,成为欧美許多国家糖用甜菜的最危险的病害,使欧洲某些国家的甜菜工业受到极大的威胁。这种病害在我国也有存在,虽然为害程度不大,但須給予足够重視,設法加以消灭。

小麦綫虫病曾經在我国是分布最广和危害很大的病害,解放前估計每年减产达5亿斤以上。解放后由于党的正确领导,经过几年的大力防治,已接近基本消灭。

水稻干尖綫虫病是水稻生产上的一个新病害。我国原无此病,抗日战争时期,随日本稻种的引入而传进我国。稻种带病是本病最重要的传染来源,病稻草也能传染,有些地区感病率高达90%以上,减产約为10%,給生产造成巨大損失。

花生地黄病已成为个别地区花生增产的主要威胁,严重地区造成减产和歉收,甚至毀种。

大豆萎黄病被害达10%左右,严重受害者可达50—100%。农村群众多称此病为“烂种子”,一旦发病不仅造成巨大的减产,而且病区四、五年間不能栽种大豆。

粟綫虫病有零星发生,在严重发病情况下,也可招致50—80%的减产。

甘薯茎綫虫病是抗日战争期間随着日本帝国主义侵略軍传入

的,有些省份已列为对内检疫对象而加以控制和消灭。

烟草的根綫虫病和黄麻的根綫虫病等都在經濟上带来重大的损失。

蔬菜上的綫虫病亦应經常引起注意。例如胡蘿卜、番茄、茄子的根瘤綫虫和洋葱上的茎綫虫,对作物的产量均有一定的影响。

馬鈴薯金綫虫(*Heterodera rostochiensis*)是国际上的重大植物綫虫病害,分布于欧美的所有馬鈴薯产区,是一种毁灭性的病害。胡椒塚綫虫(*Radopholus similis*)在印度尼西亚造成巨大的损失,邦加島上,1953年尚拥有2,200万株胡椒树,而至1959年则只剩下200万株。这种綫虫也是澳大利亚香蕉生产上的重要病害,使受害树易于倒伏。

根腐綫虫(*Pratylenchus penetrans*)广泛分布于世界各国,寄生于苹果、桃、草莓等多种作物的根系。馬鈴薯茎綫虫(*Ditylenchus destructor*)严重侵害馬鈴薯块茎和植物地上部分,为欧美馬鈴薯生产中的重大威胁。柑桔根綫虫(*Tylenchulus semi-penetrans*)是欧美柑桔类植物根系的主要病害之一。錐綫虫(*Dolichodorus heterocephalus*)在欧洲使芹菜蒙受巨大损失,减产高达50%。

此外,菊花叶綫虫(*Aphelenchoides ritzema-bosi*)、核桃、栗的坏死綫虫(*Cacopaurus* spp.)、針綫虫(*Paratylenchus* spp.)以及輪綫虫(*Criconemoides* spp.)等等,也是欧美各国严重影响作物生产的綫虫病害。

三、国际植物綫虫学的发展概况 及当前研究动向

植物綫虫学(Phytonematology)在近二十年来发展得比較迅速,它的发展与农业生产有密切的联系,在农业上曾出現过不少危害性极大的綫虫病害,例如甜菜綫虫病等,通过对这些病害的防治

和研究,植物綫虫学也得到了进一步的发展。

綫虫的研究历史,开始于紀元前 1553—1550 年埃及发现几内亚綫虫(*Dracunculus medinensis*)和似蚯蚓綫虫(*Ascaris lumbricoides*)的人体寄生虫。在显微镜发明以前,綫虫的知識局限在感染人类和家禽、家畜的种类上。显微镜使用以后,1656 年 Borellus 发现在醋里繁殖的醋綫虫(*Turbatrix aceti*),这个发现被认为是最早記載的自由生活綫虫。植物寄生綫虫的发现是在 1743 年 Needham 从病麦粒中检查出壳粒綫虫为其开端。

十九世紀中叶,对綫虫科学的发展非常重要的綫虫分类,有了較快的进步,初步建立了綫虫学的科学基础。在此早期綫虫学的时代中, Dujardin, Bastian, Bütschli 和 de Man 等綫虫分类学家的工作,是有卓越供献的。

在这个时期所发表的綫虫名录,主要是与各种淡水、海洋和土壤类型綫虫的分类和鑑定有关,特別与植物病害相联系的极少,但是,其中对于某些土壤类型綫虫如 *Pratylenchus*、*Rotylenchus*、*Hoplolaimus*、*Radopholus*、*Paratylenchus*、*Trichodorus*、*Longidorus* 和 *Xiphinema* 等属所进行的分类和描述記載,仍为目前研究这些綫虫属中某些植物寄生綫虫种的典型資料。

有关植物寄生綫虫的研究,早在 1859 年 Schacht 就发表了甜菜綫虫的第一篇报导,1871 年 Schmidt 对这个綫虫进行过描述,并命名为 *Heterodera schachtii*,但是真正的植物寄生綫虫及其所引致病害的研究,却开始于 1880 年以后。由于当时甜菜綫虫使欧洲甜菜工业生产遭到重大的損失,所以 Kühn、Liebscher、Molz、Chatis、Nemec 等人先后对这种綫虫病害,进行了广泛的研究,写出了論述这个綫虫种的許多有价值的論文,Strubell (1887)还发表了这个綫虫生活史的詳細研究及其化学药剂防治的成果。

此后,对于植物寄生綫虫的其他主要类群如 *Ditylenchus dipsaci*、*D. radicola* 和 *Aphelenchoides fragariae* 等分別在黑麦、

三叶草、燕麦以及草莓上发现，Schwerz、Kühn(1869)和 Ritzema Bos (1891)观察了这些线虫病害，并加以描述，但是对其病原却未作详细阐述。

从二十世纪开始，植物线虫学发展很快。1907年，著名的线虫学者 Cobb 强调植物寄生线虫的重要性，在美国农业部内设立了植物寄生线虫的研究机构。Cobb 在其著作《线虫学科学志》(1914)中首先采用了线虫学(Nematology)这一名词，而且创拟了许多至今习用的线虫研究技术，例如大田土壤的线虫定量法、从土壤分离线虫的湿筛沉淀法、保存线虫头部解剖面法和封藏线虫法、用热杀死线虫避免弯曲法以及测量线虫各部比例的 Cobb 公式等。

从二十世纪以来，系统的植物线虫论著陆续刊出。1909年 Marcinowski 发表了《植物寄生线虫的寄生性和半寄生性》一书，概括了自己初期的部分原始研究资料并论述了当时有关植物寄生线虫的进展情况。Goodey 连续发表了《植物寄生线虫及其所致的病害》(1933)、《寄生线虫引致植物伤害的病理学和病原学》(1935)和《按寄主编目的植物线虫》(1940)等书。1951年，Franklin 发表了《Heterodera 属中形成胞囊的各个种》一书。最近，比较集中的出版了 Christie 的《植物线虫：其个体生态和防治》(1959)，横尾多美男的《土壤线虫：生态和防除》(1959)，Southey 之《植物线虫学》(1959)，Thorne 之《线虫学》(1959)以及 Sasser 和 Jenkins 主编之《线虫学》(1960)等著作。苏联线虫学者 Filipjev 于1934年编写的《农业上有害和有益的线虫》以及 Schuurmans Stekhoven (1941)合作编写的《农作物线虫教本》。Павловский 主编的《农作物线虫病论文集》(1954)，Кириянова 编著之《植物寄生线虫》(1955)以及 Скрыбин 和 Турлыгина 主编之《植物寄生线虫学问题》(1961)。Устинов(1959)发表了《根结线虫》专著，对此属线虫作了全面而系统的综合论，引证了大量资料。

世界各国的植物线虫学家不仅对甜菜线虫(*Heterodera sch-*

chtü), 馬鈴薯金綫虫(*Heterodera rostochiensis*), 柑桔根綫虫(*Tylenchulus semipenetrans*), 大豆根綫虫(*Heterodera glycines*), 根結綫虫(*Meloidogyne* spp.), 莖綫虫(*Ditylenchus dipsaci*), 塚綫虫(*Radopholus similis*)和菊花叶綫虫(*Aphelenchoides ritzemabosi*)以及其他各类植物寄生綫虫的生殖、胚胎发育、生态和防治法等等方面展开了广泛而深入的研究, 而且对其与寄主植物的关系, 例如对寄主植物的趋性、取食和破坏活动以及罹病植物所发生的一系列有关生化、生理以及形态解剖上的病变等, 也大量地进行了探索, 积累了丰富的材料, 将植物綫虫学逐渐推向到一个崭新的发展阶段。

最近在化学和物理防治方面, 获得显著的成績。例如农药的发展有了不少新的杀綫虫剂, 除旧有的氯化苦、二溴乙烷、溴甲烷、D-D 混剂、Nemagon、VG-13、Vapam 等外, 又有 PRD、FRD、My-lone、Acc-18133、丁二烯二氧、丙烯氧和 3-氯-1-2 环氧丙烷等, 提高了防治效率, 扩大了使用的范围。在物理防治方面, 采用热水处理种苗的方法已有三十年以上的历史, 但近十多年来, 按每种寄主植物和綫虫作了具体研究, 因而在确定其相对处理温度、时间和热水渗入变化等方面, 有了极大的发展。

此外, 有关研究植物綫虫的基本原则和方法, 如誘集植物綫虫、孵化綫虫囊、綫虫培养和綫虫死活测定、分离綫虫等問題, 也作了大量的研究工作, 改进和創制了不少新的研究方法, 对促进植物綫虫学各个方面的深入发展, 有一定的作用。

四、我国植物綫虫病害的研究概况

解放前, 小麦粒綫虫病、大豆根綫虫病和柑桔根綫虫病每年都造成一定的损失。从 1931 年起对植物綫虫病的研究工作才逐渐开展。对植物綫虫病害的种类、分布和为害情况做了一些調查工

作，对小麦粒綫虫病进行了研究和防治。防治方法主要是种子处理。此外，对抗病品种的选育和有关抗病性、併发病害等問題，也作了一些研究。

早在 1916 年，章祖純发表了一个調查报告，列出了北京附近有小麦綫虫和粟綫虫两种綫虫病害。方伯謙和刘介然从 1931 年开始就进行小麦綫虫病抗病性的試驗工作，經四年的选育，获得抗病力較强的 3 个品系。1932 年涂治报导，中国南部的番茄植株根部因受根瘤綫虫 [*Heterodera radiculicola* (Greef) Muell] 的为害，致使病株矮化变黃，果实小而早期枯死。沈宗瀚等(1934)发现高度感病的南京普通小麦穎尖甚短，而抗病力較强的 Kanred 穎尖很长，曾利用这两个品种进行杂交，观察穎尖与抗綫虫性的关系問題，結果証明这两者間无密切相关性。

1935 年李来荣在广东首次研究了柑桔的根綫虫病 (*Tylenchulus semipenetrans* Cobb)，在 200 种柑桔类植物中进行調查的結果，指出該綫虫能寄生在柚、檸檬、桔、甜橙杂交种、金桔、*Citrus erythrose* 和四季桔 (*C. microcarpa*) 等。1938 年李来荣和李德銓发表了一个有关“广东經濟植物及杂草上根綫虫”的調查报告，指出該地区的根綫虫 (*Heterodera marioni*) 已知能侵染葱、芹菜、甜菜、芥菜、芥蓝、黃瓜、西瓜、南瓜、胡蘿卜、匍匐白薯、萵苣、番茄、白桑树、豆角、荷兰豆等 26 种蔬菜和杂草，同时对雌雄虫和卵的形态大小均作了測定，并认为幼虫对于干燥和灌水甚为敏感，因之水稻和蔬菜輪作，可防治該病。

朱凤美和蹇先达等所創造的小麦綫虫癭汰除机是一件卓越的貢獻。朱凤美自 1933 年就研究小麦綫虫病及其防治法，終于在 1940 年与蹇氏合作，設計了凹刻圓孔汰选机，經過几次改良，汰除綫虫癭粒率可达 99% 以上。

朱凤美連續在 1945 年发表有关小麦綫虫病的分布及其防治論文，总结了十余年 (1933—1945 年) 的小麦綫虫病的研究成果。