

江苏省杨树根际寄生线虫种类的初步调查与鉴定*

怀意君 谈家金** 叶建仁 瞿红叶

南京林业大学森林资源与环境学院, 南京 210037

摘要 2007—2008 年,对江苏省杨树根际寄生线虫种群进行了初步调查,根据形态特征和测量值共鉴定出杨树根际寄生线虫 7 属 9 种,分别是南方丝尾垫刃线虫 *Filenchus australis* Xie & Feng、圆形丝尾垫刃线虫 *Filenchus orbus* Andrassy、指状螺旋线虫 *Helicotylenchus digitiformis* Ivanova、小尾盾线虫 *Scutellonema brachyurus* Strine、微小针线虫 *Paratylenchus minutus* Linford、同形真滑刃线虫 *Aphelenchus isomerus* Anderson & Hoopper、林伯滑刃线虫 *Aphelenchoides limberi* Steiner、双尾滑刃线虫 *Aphelenchoides bicaudatus* Filipjuv & Schuurmans, Stekhoven 和美洲剑线虫 *Xiphinema americanum* Cobb。这 9 种线虫除同形真滑刃线虫外,杨树是其余 8 种线虫的新寄主。

关键词 杨树; 寄生线虫; 江苏省

中图分类号 S 763.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2010)03-0277-05

杨树是杨柳科(Salicaceae)中杨属(*Populus*)的统称,是我国的主要树种之一。近年来,随着杨树在江苏省的大面积种植,杨树病害,尤其是根部病害的发生日益严重。植物线虫在自然界里分布广泛,几乎每一种栽培植物都受线虫寄生与危害^[1]。杨树根部病害的发生可能与根际寄生线虫的关系密切,但我国有关杨树根际寄生线虫的研究很少,对二者关系的研究也一直是个空白。查明杨树根际寄生线虫种类,不仅可以为进一步研究杨树根际寄生线虫与杨树根部病害之间的关系提供依据,而且对发展杨树生产 also 具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 样本的采集

2007 年 1 月至 2008 年 3 月,在江苏省泗洪县陈圩林场南林 351 杨(美洲黑杨 *Populus deltoids*)、徐洪河 I-69 杨(美洲黑杨 *Populus deltoids*)和南京林业大学树木园苗圃南林 895 杨(美洲黑杨×欧美杨 *Populus euramericana*)样地内,共选取 130 株杨树,每株从东西南北 4 个方向取 5~55 cm 深的根际土样约 1 000 g。将样品装入采样袋中,贴上标签,记录采样地点、时间和寄主名称。样品带回实验室

后及时分离,或置于 4~10 ℃冰箱中保存备用。

1.2 线虫的分离与鉴定

根际土壤样品中植物线虫的分离采用淘洗、过筛、改良贝曼漏斗法分离。分离出来的线虫置于 60~65 ℃水浴中处理 2~3 min,对已杀死的线虫用 FG 固定液固定^[1]。将制作好的植物线虫标本置于装有描绘仪的 Leica DMLB2 生物显微镜下,观察其形态特征并拍照,绘制特征墨线图。形态特征测计采用 de Man 公式。根据形态特征描述和形态特征测计值进行线虫属、种的鉴定。文中形态测计采用的英文及缩略词(中文及单位名称)参见文献[2-3]。分类鉴定主要根据谢辉的分类系统^[2],同时参照 Siddiqi 和 Hunt 的分类系统^[4-5]。

2 结果与分析

根据形态特征和测量值,通过对 130 份根际土壤样品分离到的寄生线虫进行鉴定,共鉴定出杨树根际寄生线虫 7 属 9 种,它们分别是南方丝尾垫刃线虫(*Filenchus australis* Xie & Feng, 1996)、圆形丝尾垫刃线虫(*Filenchus orbus* Andrassy, 1954)、指状螺旋线虫(*Helicotylenchus digitiformis* Ivanova, 1967)、小尾盾线虫(*Scutellonema brachyurus*

收稿日期:2009-08-29; 修回日期:2010-04-12

* 国家自然科学基金项目(30200219)资助

** 通讯作者。E-mail: tanjiajin@tom.com

怀意君,女,1980 年生,硕士研究生。研究方向:森林植物病理学。E-mail: yjhuai2005@tom.com

Striner, 1938)、微小针线虫(*Paratylenchus minutus* Linford, 1949)、同形真滑刃线虫(*Aphelenchus isomerus* Anderson & Hoopper, 1980)、林伯滑刃线虫(*Aphelenchoides limberi* Steiner, 1936)、双尾滑刃线虫(*Aphelenchoides bicaudatus* Filipjuv & Schuurmans, Stekhoven, 1941) 和美洲剑线虫(*Xiphinema americanum* Cobb, 1913)。

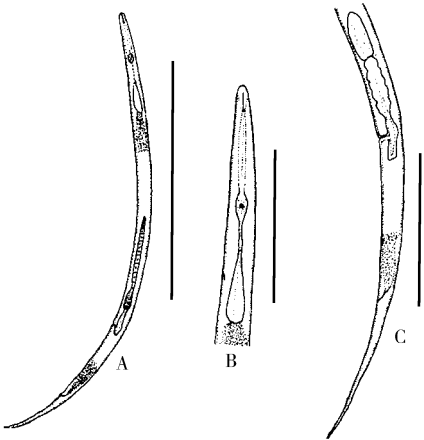
9 种线虫除同形真滑刃线虫外,杨树均为其它 8 种线虫的新寄主。9 种线虫在江苏省南京市和泗洪县均有分布。

2.1 南方丝尾垫刃线虫(图 1)

Filenchus australis Xie & Feng

测量值: ♀($n=12$), $L=366.0\sim463.6\ \mu\text{m}$; $a=31.5\pm2.5$ (28.1~35.3); $b=5.2\pm0.3$ (4.8~5.9); $c=6.1\pm1.1$ (4.9~7.6); $c'=10.0\pm1.1$ (9.0~10.8); $V=68.6\pm2.6$ (65.1~72.6); $V'=81.4\pm1.0$ (79.7~82.5); $\text{St}=7.3\sim9.8\ \mu\text{m}$; $\text{Ex. P.}=53.9\sim64.7\ \mu\text{m}$; $\text{Tail}=48.8\sim79.3\ \mu\text{m}$; $\text{VMB}=31.2\sim39.0\ \mu\text{m}$ 。

形态描述:雌虫虫体小,热杀死后虫体稍向腹面弯。虫体从食道末端到阴门几乎等宽,从阴门向后明显变细。侧线 3 条。头部微缢缩,口针细小,基部球小。食道腺梨形;排泄孔位于食道腺前部水平处。阴门横裂;单卵巢,前伸,卵母细胞单行排列;受精囊卵圆形。尾细长,圆锥形,尾端尖,有的尾后部延长成丝状;尾直或后部向背面或腹面弯。雄虫未见。



A. 雌虫整体 Entire view of female; B. 雌虫体前部 Anterior region of female; C. 雌虫尾部 Female tail; 比例尺 Scale bars: A=200 μm ; B, C=60 μm 。

图 1 南方丝尾垫刃线虫

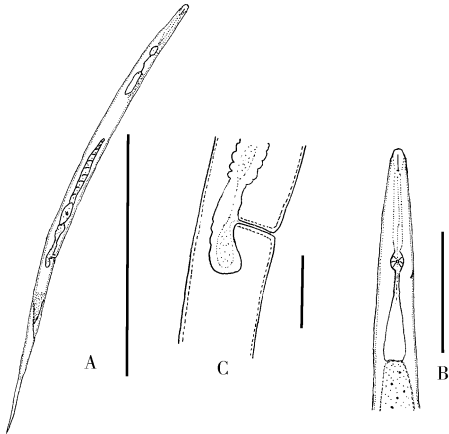
Fig. 1 *Filenchus australis* Xie & Feng

2.2 圆形丝尾垫刃线虫(图 2)

Filenchus orbis Andrassy

测量值: ♀($n=4$), $L=595.0\sim690.2\ \mu\text{m}$; $a=31.0\pm2.1$ (29.3~33.3); $b=5.8\pm0.3$ (4.8~5.9); $c=5.0\pm0.9$ (3.9~5.7); $c'=11.7\pm2.9$ (9.4~15.0); $V=62.1\pm5.1$ (58.5~68.0); $V'=77.5\pm2.9$ (75.7~81.0); $\text{St}=8.5\sim11.0\ \mu\text{m}$; $\text{Ex. P.}=73.2\sim85.4\ \mu\text{m}$ 。

形态描述:雌虫热杀死后,虫体稍向腹面弯。尾部线状,直形,具环纹。侧线 4 条。头部稍缢缩,顶部平,口针较短,口针基部球向后倾斜。中食道球部发达,排泄孔位于食道腺的前方。单卵巢,直形,受精囊明显。雄虫未见。



A. 雌虫整体 Entire view of female; B. 雌虫体前部 Anterior region of female; C. 阴门 Vulva; 比例尺 Scale bars: A=300 μm , B=30 μm , C=10 μm 。

图 2 圆形丝尾垫刃线虫

Fig. 2 *Filenchus orbis* Andrassy

2.3 指状螺旋线虫

Helicotylenchus digitiformis Ivanova

测量值: ♀($n=20$), $L=683.2\sim849.6\ \mu\text{m}$; $a=27.4\pm3.1$ (26.3~31.7); $b=6.8\pm0.8$ (5.2~6.6); $c=34.6\pm1.5$ (30.1~39.3); $c'=1.2\pm0.3$ (1.1~1.4); $V=61.3\pm2.7$ (60.0~62.8); $\text{St}=27.2\sim30.1\ \mu\text{m}$; $\text{Ex. P.}=73.2\sim85.4\ \mu\text{m}$ 。

形态描述:雌虫虫体呈螺旋型,体中部环纹宽 1.2 μm 。侧线 4 条。口针基部球前缘凹陷。双卵巢直伸,有受精囊,但内无精子。尾呈不对称圆锥形,背弯弧大,腹面有特征性的指状腹突。腹突弯向背面并有环纹。尾部腹环 14~16 个。雄虫未见。

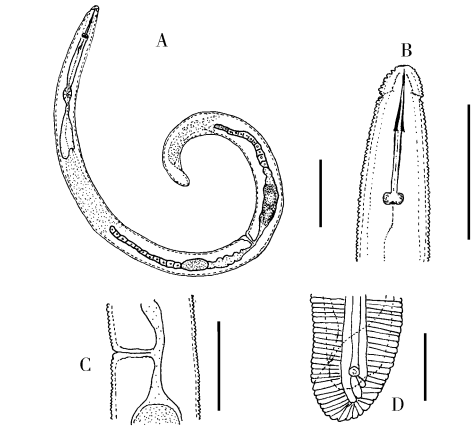
2.4 小尾盾线虫(图 3)

Scutellonema brachyurus Strine

测量值: ♀($n=20$), $L=758.3\sim846.8\ \mu\text{m}$;

$a=28.3\pm3.2(26.2\sim30.3)$; $b=7.1\pm1.2(6.5\sim7.5)$; $c=61.2\pm4.1(55.3\sim69.7)$; $c'=1.0\pm0.2(0.9\sim1.1)$; $V=58.4\pm2.8(57.3\sim60.7)$; $St=25.5\sim28.1\text{ }\mu\text{m}$; $Ex. P.=89.1\sim103.7\text{ }\mu\text{m}$ 。

形态描述:雌虫热杀死后呈松散螺旋形。体中部体环宽约 $1.6\text{ }\mu\text{m}$,侧区在虫体前部和盾片处网格化。口针发达,口针基部球圆,前面稍平。排泄孔位于食道腺叶末端或其后。未见受精囊。盾片位于肛门后 $0\sim5$ 个体环处。尾向腹面弯曲,尾端圆,有 $9\sim13$ 个腹环。雄虫未见。



A. 雌虫整体 Entire view of female; B. 雌虫体前部 Anterior region of female; C. 阴门 Vulva; D. 雌虫尾部 Female tail; 比例尺 Scale bars: A=60 μm , B=30 μm , C=20 μm , D=10 μm 。

图3 小尾盾线虫

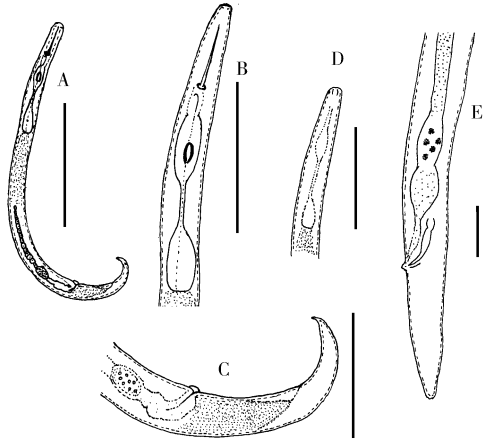
Fig.3 *Scutellonema brachyurus* Strine

2.5 微小针线虫(图4)

Paratylenchus minutus Linford

测量值:♀($n=30$), $L=260.6\sim312.8\text{ }\mu\text{m}$; $a=22.3\pm1.9(20.3\sim24.8)$; $b=3.2\pm0.4(2.9\sim3.4)$; $c=13.7\pm0.8(12.3\sim14.7)$; $c'=2.6\pm0.3(2.5\sim2.7)$; $V=79.3\pm1.2(77.3\sim81.3)$; $St=23.2\sim24.2\text{ }\mu\text{m}$; $Ex. P.=62.2\sim67.4\text{ }\mu\text{m}$ 。♂($n=2$), $L=180.3\sim221.2\text{ }\mu\text{m}$; $a=18.8\pm0.2(18.3\sim19.7)$; $SP=15.6\sim19.4\text{ }\mu\text{m}$; $Gub=4.2\sim6.4\text{ }\mu\text{m}$ 。

形态描述:雌虫体粗短,呈圆筒形,阴门前虫体较宽,阴门后虫体突然变细。侧线4条。口针粗大,基部球明显。食道前体部与中食道球融合呈长纺锤形。峡部细,后食道腺梨形。阴门裂深,有阴门侧膜,阴道斜伸向前卵巢单个,前伸,有受精囊,无后子宫囊。雌虫的尾弯向腹面,末端稍尖,有时尾尖上还有1个略近指状的小突。雄虫无口针,食道退化,但存在。有引带无交合伞。



A. 雌虫整体 Entire view of female; B. 雌虫体前部 Anterior region of female; C. 雌虫后部 Posterior region of female; D. 雄虫体前部 Anterior region of male; E. 雄虫尾部 Male tail; 比例尺 Scale bars: A=100 μm , B=50 μm , C=30 μm , D=50 μm , E=10 μm 。

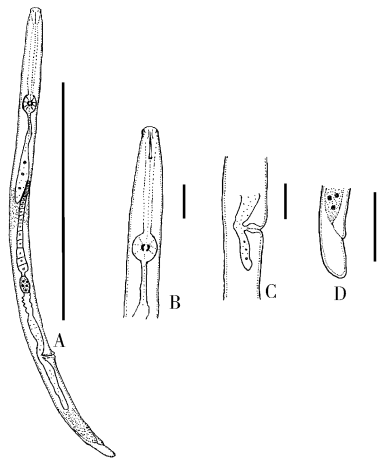
图4 微小针线虫

Fig.4 *Paratylenchus minutus* Linford

2.6 同形真滑刃线虫(图5)

Aphelenchus isomerus Anderson & Hoopper

测量值:♀($n=17$), $L=595.0\sim714.9\text{ }\mu\text{m}$; $a=34.9\pm3.9(28.3\sim38.4)$; $b'=5.2\pm0.3(4.8\sim5.9)$; $c=27.7\pm2.2(4.9\sim7.6)$; $c'=2.3\pm0.3(1.8\sim2.9)$; $V=76.5\pm1.9(74.5\sim79.2)$; $V'=79.9\pm2.1(75.0\sim84.4)$; $St=9.8\sim14.6\text{ }\mu\text{m}$; $Ex. P.=85.4\sim125.7\text{ }\mu\text{m}$; $Tail=19.5\sim31.7\text{ }\mu\text{m}$; $G1=33.3\pm5.5(25.6\sim38.7)$ 。



A. 雌虫整体 Entire view of female; B. 雌虫体前部 Anterior region of female; C. 阴门 Vulva; D. 雌虫尾部 Female tail; 比例尺 Scale bars: A=300 μm , B=20 μm , C=20 μm , D=50 μm 。

图5 同形真滑刃线虫

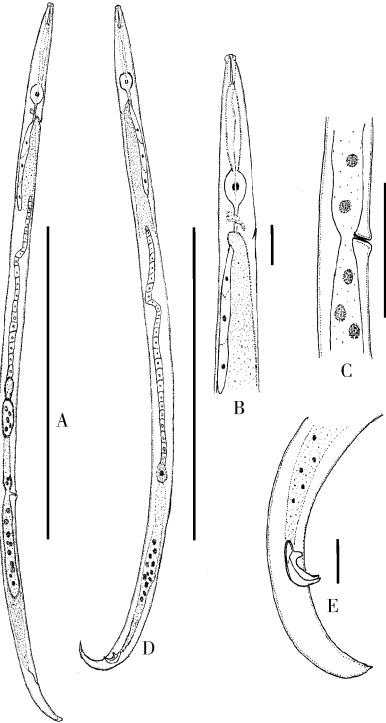
Fig.5 *Aphelenchus isomerus* Anderson & Hoopper

形态描述:雌虫体圆筒形,热杀死后伸直或略向腹面弯曲。唇区低,前端平圆,不缢缩。口针较长,无基部球。食道前体部圆筒形,食道峡部很短。食道腺长叶状,从背面覆盖肠。排泄孔位于中食道球后约半个中食道球长处。阴门横裂,阴门唇稍突出,阴道稍向前倾斜。单卵巢,前伸。后子宫囊长度有变化。尾圆锥形,末端钝圆或稍平。雄虫未见。

2.7 林伯滑刃线虫(图 6)

Aphelenchoides limberi Steiner

测量值:♀($n=17$), $L=585.5\sim775.9\ \mu\text{m}$; $a=35.0\pm3.3$ (29.8~41.7); $b'=5.9\pm1.1$ (5.2~8.0); $c=16.4\pm0.9$ (15.0~18.4); $c'=4.0\pm0.4$ (3.6~4.8); $V=69.4\pm1.7$ (65.5~71.5); $V'=74.2\pm1.8$ (69.9~75.9); $\text{St}=8.5\sim13.4\ \mu\text{m}$; $\text{Ex. P.}=95.2\sim116.0\ \mu\text{m}$; $\text{Tail}=39.0\sim42.7\ \mu\text{m}$; $\text{G1}=43.3\pm6.2$ (36.5~45.5); $\text{MBL}=11.8\sim13.8\ \mu\text{m}$; $\text{MBW}=10.2\sim12.4\ \mu\text{m}$ 。♂($n=7$), $L=604.5\sim650.1\ \mu\text{m}$; $a=34.8\pm4.7$ (31.1~39.7); $b'=7.3\pm2.1$ (5.3~9.1); $\text{SP}=18.7\sim20.2\ \mu\text{m}$ 。



A. 雌虫整体 Entire view of female; B. 雌虫体前部 Anterior region of female; C. 阴门 Vulva; D. 雄虫整体 Entire view of male; E. 雄虫尾部 Male tail; 比例尺 Scale bars: A=300 μm , B=10 μm , C=40 μm , D=300 μm , E=20 μm 。

图 6 林伯滑刃线虫

Fig. 6 *Aphelenchoides limberi* Steiner

形态描述:雌虫体细长,圆筒形,两端稍细,热杀死后,体略向腹面弯。4 条侧线。口针细,口针基部球小。中食道球近圆形。食道峡部短。食道腺长叶状,覆盖于肠的背侧面。阴门倾斜向前,阴门唇稍突起。单卵巢,前伸,后子宫囊长,大于肛阴距的 1/2。尾细圆筒形。尾末端钝圆或平截,有时在尾端中间有很短的尾尖突。雄虫体前部与雌虫相似。单精巢,前伸,常伸到体前 1/3 处。交合刺玫瑰刺形。尾圆锥形,向腹面弯曲。

2.8 双尾滑刃线虫 *Aphelenchoides bicaudatus*

Filipjv & Schuurmans, Stekhoven

测量值:♀($n=20$), $L=390.9\sim483.3\ \mu\text{m}$; $a=32.7\pm3.4$ (29.8~36.7); $b=7.1\pm1.7$ (5.2~8.2); $c=12.1\pm0.6$ (11.9~12.4); $c'=4.7\pm0.9$ (3.6~5.7); $V=66.9\pm1.8$ (65.4~68.5); $\text{St}=10.1\sim13.2\ \mu\text{m}$; $\text{Tail}=34.0\sim44.6\ \mu\text{m}$; $\text{MBL}=9.6\sim11.5\ \mu\text{m}$; $\text{MBW}=9.1\sim11.0\ \mu\text{m}$ 。♂($n=4$), $L=334.0\sim437.7\ \mu\text{m}$; $\text{St}=9.1\sim11.2\ \mu\text{m}$; $\text{SP}=11.7\sim14.5\ \mu\text{m}$ 。

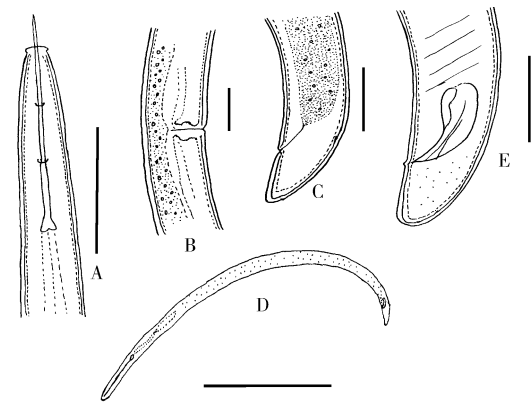
形态描述:雌虫虫体较小,热杀死后,稍弯曲,向两端收缩。唇区明显缢缩,平圆。口针基部球明显。中食道球梨形或近圆形。峡部很短。食道腺长叶状,从背面覆盖肠。阴道斜伸向前。单卵巢,前伸。尾端二叉形,腹侧的叉长于背侧的叉。雄虫比雌虫略小,体前部与雌虫相似。单精巢前伸,交合刺玫瑰刺形,无交合伞。尾尖突为长刺状。

2.9 美洲剑线虫(图 7)

Xiphinema americanum Cobb

测量值:♀($n=20$), $L=1\ 737.4\sim1\ 904.0\ \mu\text{m}$; $a=39.1\pm2.1$ (37.3~42.3); $b=6.3\pm0.7$ (5.7~6.8); $c=74.2\pm5.6$ (70.1~78.4); $c'=1.2\pm0.1$ (1.2~1.3); $V=53.4\pm1.7$ (51.4~55.3); 齿针全长 $138.4\sim121.3\ \mu\text{m}$ 。♂($n=5$), $L=1\ 535.4\sim1\ 748.2\ \mu\text{m}$; $\text{Sp}=34.4\sim38.5\ \mu\text{m}$ 。

形态描述:雌虫体圆柱形,两端渐细,热杀死后呈 C 形,有时呈开放的螺旋形。头体间略有缢缩。齿托基部呈显著的凸缘状。导环 1 对,相距约 15 μm ,前环至齿针前端的距离 61.0~80.5 μm 。食道基部膨大,食道与肠分界明显。双卵巢,对生,有转折。阴门位于虫体中部。尾部为背面弓形的圆锥形,端窄圆或尖或近指状。雄虫与雌虫相似,但虫体较短。交合刺弓形,中等骨化。



A. 雌虫体前部 Anterior region of female; B. 阴门 Vulva; C. 雌虫尾部 Female tail; D. 雄虫整体 Entire view of male; E. 雄虫尾部 Male tail; 比例尺 Scale bars: A=60 μm , B=30 μm , C=40 μm , D=500 μm , E=40 μm .

图 7 美洲剑线虫

Fig. 7 *Xiphinema americanum* Cobb

3 讨论

以前学者对植物线虫进行了很多研究,但对杨树寄生线虫种类研究较少^[2-6]。本文报道的 9 种线虫除同形真滑刃线虫外,杨树是其余 8 种线虫的新寄主。由于本次调查样品采集的地点和杨树品种均有限,所以江苏省杨树根际寄生线虫种类应不止 9 种。笔者发现指状螺旋线虫和微小针线虫在杨树根际土壤中虫口密度较高,是杨树根际寄生线虫的优势种群。李迅东等^[7]发现螺旋属线虫可引起香蕉根部的细胞坏死、衰亡和机能变异,并导致植株死亡。

罗素兰等^[8]研究表明葡萄根际高密度的螺旋属线虫致使葡萄生长衰弱,易引起土壤病原微生物入侵,导致根部腐烂。针属线虫广泛分布于农作物、杂草、花卉等 250 多种植物的根际土中,群体密度大时可造成植物根系生长不良、畸形甚至坏死,被害植株顶端生长迟缓,植株矮化、黄化^[9-10]。此次调查发现的指状螺旋线虫和微小针线虫与杨树根部病害的关系以及危害程度还有待进一步研究。

参 考 文 献

[1] 冯志新. 植物线虫学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
[2] 谢辉. 植物线虫分类学[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 2000.
[3] 徐春玲, 谢辉, 周春娜, 等. 中国 2 个植物线虫新记录种记述[J]. 华中农业大学学报, 2009, 28(5): 532-534.
[4] SIDDIQI M R. On the genus *Helicotylenchus* Steiner, 1954, (Nematoda: Tylenchida), with descriptions of nine new species [J]. Nematologica, 1972, 18: 74-91.
[5] HUNT D J. Aphelenchida, Longidoridae and Trichodoridae: their sistematics and bionomics[M]. Wallingford: UK CAB International, 1993: 3-159.
[6] 刘维志. 植物线虫志[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
[7] 李迅东, 翟留香, 李芹. 云南香蕉根际线虫种群动态的研究[J]. 华南农业大学学报, 1998, 19(4): 32-35.
[8] 罗素兰, 贺普超. 中国葡萄寄生线虫的分布与防治[J]. 北方园艺, 1991(1): 42-44.
[9] 陈立杰, 刘维志, 秦博. 中国针属线虫的寄主植物种类和地域分布研究[J]. 辽宁农业科学, 2002(3): 4-8.
[10] 罗素兰, 长孙东亭, 贺普超. 中国 4 省(区)葡萄根际剑线虫属和针线虫属种类的鉴定[J]. 植物保护, 2003, 29(4): 15-18.

Preliminary Survey and Identification of Rhizosphere Parasitic Nematodes of Poplar Tree in Jiangsu Province

HUAI Yi-jun TAN Jia-jin YE Jian-ren QU Hong-ye

College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China

Abstract During 2007—2008, a preliminary survey of rhizosphere parasitic nematodes of poplar tree was carried out in Jiangsu Province. By means of morphological characteristics and measurement values, 9 species, 7 genus of poplar tree rhizosphere parasitic nematodes were identified, i. e. *Filenchus australis*, *Filenchus orbus*, *Helicotylenchus digitiformis*, *Scutellonema brachyurus*, *Paratylenchus minutus*, *Aphelenchus isomerus*, *Aphelenchoides limberi*, *Aphelenchoides bicaudatus* and *Xiphinema americanum*. Except for *Aphelenchus isomerus*, poplar tree was new host plant for the other 8 species of nematodes.

Key words poplar tree; parasitic nematode; Jiangsu Province

(责任编辑: 陈红叶)