

中国山东省石榴根际3种环亚科线虫记述

叶南锦 刘 强 胡先奇 张 莉

云南农业大学植物保护学院, 昆明 650201

摘要 2011—2012年,在中国山东省泰安泰山和枣庄峰城石榴园产区,采集石榴(*Punica granatum* L.)根及根际土壤样本147份,对石榴的根际土壤寄生线虫种类和分布进行调查。采用线虫比较形态学的方法,从石榴根际分离和鉴定了3种环亚科(Criconematinae Taylor, 1936)线虫:畸形环线虫(*Criconema aberrans*)、畸形小环线虫(*Criconemella informis*)和芒果拟鞘线虫(*Hemicriconemoides mangiferae*),并发现石榴是畸形小环线虫和芒果拟鞘线虫的新寄主。

关键词 石榴; 畸形环线虫; 畸形小环线虫; 芒果拟鞘线虫; 新寄主

中图分类号 Q 959.17; S 432.4⁺5 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2013)06-0055-05

石榴(*Punica granatum* L.)为石榴科石榴属落叶果树,别名若榴、天浆、安石榴、金罌,是多年生木本植物,原产格鲁吉亚、伊朗、阿富汗等国家^[1]。中国石榴种植普遍,著名栽培区域为山东峰城、新疆叶城、安徽怀远、陕西临潼、河南开封、云南蒙自和四川会理等,其他零星产区有甘肃、山西、江苏、浙江、广西等地。然而,石榴栽培的集约化和树龄的增长使得石榴病害也日益严重,特别是线虫病害,因其危害具有隐蔽性,常被人们忽视^[2]。

山东省是中国石榴的主产区之一,石榴分布主要在枣庄的峰城、薛城和山亭等地,泰安和淄博等地区也有少量种植。随着消费者对石榴产品需求的日益增加,山东省石榴产业得到迅猛发展,石榴产业已成为当地的重要产业和农民收入的主要来源。但是,关于石榴线虫病的调查与相关研究报道较少。周银丽等^[3]在云南省主要石榴产区对石榴寄生线虫进行采样调查,根据形态特征鉴定了15属12种,其中寄生石榴的新记录线虫11属,并发现螺旋属线虫(*Helicotylenchus* sp.)的虫口密度达到50%~60%,个别调查点甚至高达80%,表明根结线虫(*Meloidogyne* sp.)危害较严重且有逐渐扩大趋势。Hashim^[4]调查发现,在约旦石榴根际土壤样本中有大量的假强壮螺旋线虫(*Helicotylenchus pseudorobustus*)、清亮矮化线虫(*Tylenchorhynchus clarus*)

和长针线虫(*Longidorus* sp.)。笔者从采集自山东省泰安泰山和枣庄峰城石榴园的石榴根际土壤中,鉴定了3种环亚科(Criconematinae Taylor, 1936)寄生线虫,即畸形环线虫、畸形小环线虫和芒果拟鞘线虫,旨在了解山东石榴根际寄生线虫的发生和危害,为有效控制中国石榴产区的线虫病害提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 样本的采集

2011—2012年,参照周银丽等^[5]的方法,从山东泰安和峰城2个石榴产区采集石榴的根及其根际土壤样本共147份,其中泰安采集29份、枣庄采集118份。调查采样时详细记录病害发生情况、表现症状等。

1.2 线虫的分离、杀死和固定

线虫的分离采用糖离心法(离心漂浮法)^[6]并稍作改进。分离的线虫在清水中存放约48 h,然后在65℃水中水浴3 min杀死,冷却后用FAA固定液(95%乙醇:40%甲醛:冰醋酸:蒸馏水=20:6:1:40,体积比)固定保存。

1.3 线虫的鉴定

将已固定的线虫制成临时玻片或永久玻片,在LEICA DM 2000显微镜下观察、测量、绘图和拍照。

收稿日期: 2013-05-01

基金项目: 云南省科技创新团队计划项目(2011HC005)和云南省高校科技创新团队支持计划项目(云教科[2011]14号)

叶南锦, 硕士研究生. 研究方向: 植物线虫病害. E-mail: yeky002@163.com

通讯作者: 胡先奇, 博士, 教授. 研究方向: 植物线虫病害. E-mail: xqhoo@126.com

形态测计与缩略词采用 De Man 公式和现在补充完善的参数^[6], 数据分析用 LAS AF 2.6.0 软件进行。

2 结果与分析

2.1 畸形环线虫(图 1)

Criconema aberrans (Jairajpuri & Siddiqi, 1963) Raski & Luc, 1987

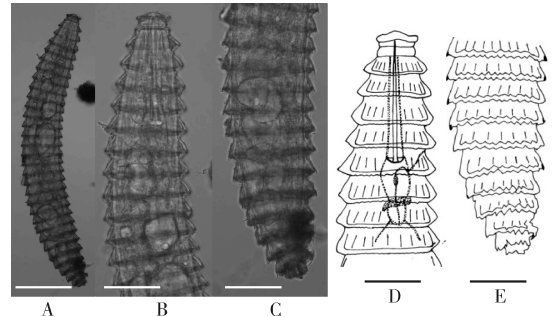
雌虫: 温热杀死后, 虫体直或略向腹面弯曲。虫体粗壮, 体长 406.4~567.2 μm , 最大体宽 51.9~64.5 μm 。虫体头尾两端略变细, 体环明显后翻, 体环(R)33.0~40.0 条。有 2 条光滑的头环, 第 1 头环略前倾或平如草帽状, 第 2 头环收缩小于第 1 头环, 侧面观唇区如盘状。口针粗壮, 长 66.2~79.5 μm , 口针锥体长 38.0~56.4 μm , 基部球呈锚形。食道为典型的环形食道, 食道前体部与中食道球融合, 中食道球肌肉发达, 瓣门骨化不十分明显。峡部粗、短, 与后食道腺融合。阴门闭合, 位于体长的 74.7%~84.4% 处, 阴门和肛门到尾端的体环分别为 4.0~7.0 条(RV)和 2.0~4.0 条(Ran)。阴门体后部宽圆锥形, 体环上的棘片加长, 棘片末端平截钝齿状。肛门不清, 常紧靠阴门。排泄孔至头端距离为 81.0~122.0 μm 。尾末端钝圆。

雄虫: 未发现。

该种群形态描述和数量特征与陈立杰等^[7]和 Jairajpuri 等^[8]对畸形环线虫的描述基本一致, 只是体长和排泄孔到头端的距离与文献描述有较小差异, 故鉴定为该种。

分布: 山东泰安、枣庄石榴园。

测量值及与文献记述的比较见表 1。



A. 整体 Female; B. 头部 Female anterior; C. 尾部 Female posterior; D. 头部 Female anterior; E. 尾部 Female posterior; 比例尺 Scale bars: A=100 μm ; B-E=50 μm 。

图 1 畸形环线虫

Fig.1 *Criconema aberrans* (Jairajpuri & Siddiqi, 1963) Raski & Luc, 1987

表 1 畸形环线虫在山东石榴上的测量值与文献记述的比较

Table1 Comparison for measurements of population from *Punica granatum* L. in Shandong and the description of literature of *Criconema aberrans*

形态指标 Morphological options	山东种群 Population of Shandong	文献[7] Literature [7]	文献[8] Literature [8]
<i>n</i>	26	3	
L/ μm	499.1 \pm 36.8(406.4~567.2)	394.0 \pm 24.0(370.0~418.0)	
BW/ μm	57.8 \pm 3.1(51.9~64.5)	57.3 \pm 6.1(52.0~64.0)	
A-GLAND/ μm	126.1 \pm 7.5(113.0~141.0)		
A-VULVA/ μm	400.4 \pm 33.3(328.4~466.3)		
ST/ μm	72.3 \pm 3.1(66.2~79.5)	83.3 \pm 3.1(80.0~88.0)	68.0~78.0
StC/ μm	44.6 \pm 4.4(38.0~56.4)		
EP/ μm	99.8 \pm 9.8(81.0~122.0)	144.7 \pm 5.0(140.0~150.0)	
Tail/ μm	45.2 \pm 4.3(38.9~57.7)	48.0 \pm 10.6(40.0~60.0)	
AW/ μm	30.1 \pm 2.3(26.8~35.8)		
Roes	10.5 \pm 1.1(9.0~13.0)		
Rex	8.4 \pm 1.0(7.0~11.0)	12.4 \pm 0.6(12.0~14.0)	
RV	5.1 \pm 0.8(4.0~7.0)	5.7 \pm 1.6(4.0~7.0)	
Ran	2.9 \pm 0.6(2.0~4.0)	3.0 \pm 1.4(2.0~4.0)	
RVan	2.2 \pm 0.4(2.0~3.0)	2.5 \pm 0.7(2.0~3.0)	
R	35.8 \pm 1.8(33.0~40.0)	40.0 \pm 1.0(39.0~41.0)	38.0~43.0
VW/ μm	38.0 \pm 3.4(33.4~52.5)		
<i>a</i>	8.6 \pm 0.6(6.8~9.5)	6.9 \pm 0.7(6.2~7.5)	
<i>b</i>	4.0 \pm 0.4(3.1~4.5)	2.7 \pm 0.1(2.6~2.8)	
<i>c</i>	11.1 \pm 1.3(7.4~14.0)	8.4 \pm 1.2(7~9.3)	
<i>c'</i>	1.5 \pm 0.1(1.2~1.8)	1.2 \pm 0.2(1.1~1.3)	
V	80.2 \pm 2.2(74.7~84.4)	87.9 \pm 2.0(85.6~89.2)	
VL/VB	10.6 \pm 1.3(7.1~12.6)	8.1 \pm 1.4(7.0~9.7)	
St/L \times 100	14.6 \pm 1.2(13.1~17.6)	21.2 \pm 2.1(19.1~23.2)	
EP/L \times 100	20.1 \pm 2.5(16.1~24.8)	36.8 \pm 1.0(35.9~37.8)	

2.2 畸形小环线虫(图 2)

Criconemella informis (Micoletzky, 1922) Luc & Raski, 1981

雌虫：经温热杀死后，体略向腹面弯曲。体圆筒形，体长 333.6~500.8 μm。头尾两端略尖，体环明显后翻，体环(R)58.0~68.0 条。头部略呈圆锥形，连续，头环 2.0~3.0 条，不后翻。唇盘小且略突出。口针长 49.0~70.9 μm，锥体长 38.7~54.3 μm，口针基球锚形。有典型的环形食道，中食道球瓣门骨化明显，峡部较细短，被神经环围绕。食道腺末端距头端 86.9~132.0 μm。肠不清晰。雌虫阴门闭合，位于体长的 78.2%~89.0%处，阴门到尾端体环(RV)为 4.0~6.0 条。肛门到尾端体环(Ran)为3.0~4.0 条。排泄孔位于食道基球附近，到头端距离为 75.6~129.9 μm，体环(Rex)14.0~23.0 条。阴门后虫体圆锥形，渐变细。尾部钝圆，尾端常有 2 裂或 3 裂，有时为元宝形。

雄虫：未见。

该种群的形态描述和数量特征与乔丽娅等^[9]对畸形小环线虫的描述基本相符，故鉴定为该种。

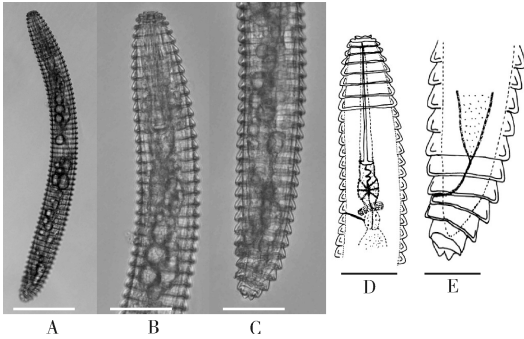
分布：山东泰安、枣庄石榴园。

测量值及与文献记述的比较见表 2。

表 2 畸形小环线虫在山东石榴上的测量值与文献记述的比较

Table2 Comparison for measurements of population from *Punica granatum* L. in Shandong and the description of literature of *Criconemella informis*

形态指标 Morphological options	山东种群 Population of Shandong	文献[9] Literature [9]
<i>n</i>	22	5
L/μm	407.5±47.6(333.6~500.8)	376.9 (333.7~410.6)
BW/μm	34.2±3.2(30.1~40.1)	
A-GLAND/μm	114.0±11.1(86.9~132.0)	
A-VULVA/μm	345.2±43.4(285.2~442.6)	
ST/μm	61.1±5.5(49.0~70.9)	60.8 (53.5~65.6)
StC/μm	45.2±4.6(38.7~54.3)	
EP/μm	100.5±13.1(75.6~129.9)	
Tail/μm	17.3±2.1(13.5~21.0)	
AW/μm	20.7±2.3(16.5~26.2)	
Roes	22.5±3.4(17.0~30.0)	
Rex	19.1±2.4(14.0~23.0)	
RV	5.0±0.6(4.0~6.0)	
Ran	3.2±0.4(3.0~4.0)	
RVan	1.8±0.5(1.0~3.0)	
R	64.2±2.8(58.0~68.0)	
VW/μm	25.1±2.4(20.9~31.0)	
<i>a</i>	11.9±1.0(9.8~13.3)	11.3 (9.9~12.3)
<i>b</i>	3.6±0.4(2.9~4.6)	3.6 (3.3~4.9)
<i>c</i>	23.7±2.4(20.9~32.3)	22.0 (17.4~28.6)
<i>c'</i>	0.8±0.1(0.7~0.9)	0.8 (0.6~1.1)
V	85.2±2.6(78.2~89.0)	92.2 (91.2~93.7)
VL/VB	13.7±1.4(12.0~18.1)	
St/L×100	15.1±1.0(13.6~17.2)	
EP/L×100	25.4±4.1(18.8~35.2)	



A. 整体 Female; B. 头部 Female anterior; C. 尾部 Female posterior; D. 头部 Female anterior; E. 尾部 Female posterior; 比例尺 Scale bars: A=100 μm; B-E=50 μm.

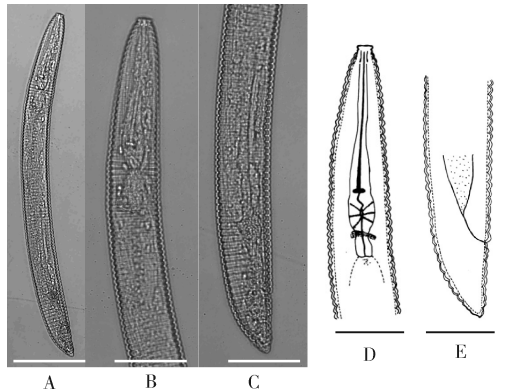
图 2 畸形小环线虫

Fig.2 *Criconemella informis* (Micoletzky, 1922) Luc & Raski, 1981

2.3 芒果拟鞘线虫(图 3)

Hemicriconemoides mangiferae Siddiqi, 1961

雌虫：温热杀死后体略向腹面弯曲。体圆筒形，体长 399.8~550.2 μm，体环(R)104.0~136.0 条。体表角质层 2 层，体环平滑，环纹呈拱形，规则排列，不向后弯。唇部明显骨化，前端平，边缘角状。唇部有 2 个唇环，第 1 环完整，边缘稍向前翘起，第



A. 整体 Female; B. 头部 Female anterior; C. 尾部 Female posterior; D. 头部 Female anterior; E. 尾部 Female posterior; 比例尺 Scale bars: A=100 μm; B-E=30 μm.

图 3 芒果拟鞘线虫

Fig.3 *Hemicriconemoides mangiferae* Siddiqi, 1961

2 环后倾,并与其他环相连。唇盘圆,稍隆起。口针发达,长 69.1~82.5 μm ,口针基部球前缘突起呈锚状。唇盘至口针基部球间的体环(Rst)为 21.0~25.0 条。典型的环形食道。峡部粗而短,被神经环环绕。单卵巢,发达,前伸。阴道前倾,阴门横裂,位于体长的 89.3%~93.2%处,阴门至尾末端的体环(RV)为 11.0~13.0 条。肛门至尾末端的体环(Ran)为 5.0~8.0 条。排泄孔位于食道后部,排泄

孔至头前端距离为 123.0~134.0 μm 。阴门后虫体渐变细。尾呈圆锥形,末端钝圆。

雄虫:未发现。

该种群的形态描述和数量特征与 Pullikuth 等^[10]和张绍升等^[11]对芒果拟鞘线虫的描述基本一致,只是口针稍长,故仍鉴定为该种。

分布:山东枣庄石榴园。

测量值及与文献记述的比较见表 3。

表 3 芒果拟鞘线虫在山东石榴上的测量值与文献记述的比较

Table 3 Comparison for measurements of population from *Punica granatum* L. in Shandong and the description of literature of *Hemicriconemoides mangiferae*

形态指标 Morphological options	山东种群 Population of Shandong	文献[10] Literature [10]	文献[11] Literature [11]
<i>n</i>	30	14	20
L/ μm	443.5 \pm 33.4(399.8~550.2)	439.0 \pm 3.8(410.0~488.0)	490.0(460.0~590.0)
BW/ μm	27.3 \pm 2.0(23.8~35.0)	26.0 \pm 3.0(22.0~34.0)	
A-VULVA/ μm	402.5 \pm 31.1(362.0~498.8)		
A-GLAND/ μm	114.9 \pm 6.5(94.5~128.0)		
ST/ μm	75.4 \pm 3.3(69.1~82.5)	61.5 \pm 5.0(53.0~74.1)	65.0(63.0~73.0)
EX.P/ μm	129.0 \pm 5.6(123.0~134.0)		
Tail/ μm	22.1 \pm 2.5(15.6~26.6)		
AW/ μm	16.1 \pm 1.3(13.0~18.3)		
V-TAIL/ μm	39.6 \pm 3.5(33.7~46.3)		
VW/ μm	22.0 \pm 1.4(19.6~26.1)		
Rst	22.9 \pm 1.0(21.0~25.0)		
Rex	37.3 \pm 1.2(36.0~38.0)	32.0 \pm 3.0(29.0~38.0)	34.0(32.0~36.0)
RV	12.1 \pm 0.8(11.0~13.0)		11.0(10.0~12.0)
Ran	6.6 \pm 0.8(5.0~8.0)		7.0(6.0~8.0)
RVan	5.4 \pm 0.8(4.0~7.0)		4.0(3.0~5.0)
R	112.9 \pm 6.3(104.0~136.0)	128.0 \pm 8.0(125.0~143.0)	130.0(119.0~141.0)
<i>a</i>	16.3 \pm 1.5(11.9~19.9)	17.0 \pm 2.0(13.9~20.8)	15.0(13.0~19.0)
<i>b</i>	3.9 \pm 0.4(3.4~5.1)		
<i>c</i>	20.3 \pm 2.5(16.1~27.7)	16.3 \pm 2.2(14.2~22.2)	21.0(18.0~25.0)
<i>c'</i>	1.4 \pm 0.2(1.1~1.6)		
V	90.7 \pm 0.8(89.3~93.2)		92.0(91.0~93.0)
VL/VB	18.3 \pm 1.4(14.7~22.2)		
St/L \times 100	17.1 \pm 1.1(13.0~18.9)		

3 讨论

本研究采用线虫比较形态学的方法,从山东省泰安泰山和枣庄峄城石榴园中采集的石榴根际土壤中,鉴定了 3 种环亚科(Criconematinae Taylor, 1936)寄生线虫,即畸形环线虫、畸形小环线虫和芒果拟鞘线虫。

迄今为止,石榴根际寄生线虫的研究还很少,有关环亚科寄生线虫的报道也不多见。其原因可能是这些线虫对石榴等果树和作物的影响具隐蔽性,故通常不受关注。周银丽等^[3]在云南省主要石榴产区的寄生线虫调查中发现了畸形环线虫和弯曲小环线虫。陈立杰等^[7,12]在中国 17 个省、自治区和直辖市的 73 个市(县)和地区的 67 科 189 属 246 种寄主植物上采集到环总科线虫标样 895 份,鉴定出环总科

线虫 8 属 40 种,并描述了来源于云南省昆明市草莓和悬铃木根际土的畸形环线虫等。乔丽娅等^[9]对广西桑主产区的桑根际寄生线虫种类进行了调查,鉴定出畸形小环线虫。张绍升等^[11]从福建的橄榄根部鉴定出了芒果拟鞘线虫。澳大利亚、巴西、埃及、斐济、加纳、印度、以色列、韩国、墨西哥、尼日利亚、巴基斯坦、菲律宾、南非、苏丹、泰国、美国、越南、委内瑞拉和西印度群岛等都已报道了芒果拟鞘线虫^[13]。

笔者调查鉴定出的 3 种环亚科寄生线虫的形态描述特征与测量值同前人及相关文献对它们的描述基本一致,仅有个别测量值有差异,如畸形环线虫只是体长和排泄孔到头端的距离与文献描述有较小差异;芒果拟鞘线虫只是口针相对稍长,而其他测量值,如体环数、*a* 值、*c* 值等都基本吻合。因此,这些

差别可能是不同地理、土壤环境条件或线虫寄主种群间的差异所致,并不影响对这几种线虫种类的确定。

笔者调查发现,石榴根部土壤的环亚科寄生线虫数量和种类较多,分布也较广泛,对石榴具有潜在和隐蔽的严重危害。石榴的线虫病害除了其单一病原引起产生危害外,线虫与其他病原物,如真菌、细菌和病毒等一起构成的复合侵染往往对石榴的危害更为严重,造成的损失更大。喻盛甫等^[14]通过重要的复合侵染病例阐述了包含线虫的植物复合侵染病害及其病原的协同作用方式和协同机制,因此,加强对石榴根际寄生线虫的调查研究很有必要。在3种环亚科的寄生线虫中,畸形小环线虫和芒果拟鞘线虫是石榴的寄主新记录种,这对石榴土壤寄生线虫的鉴定发展具有重要意义。另外,对石榴根际寄生线虫的调查研究还有利于丰富植物线虫研究的内容,对其他作物上的寄生线虫研究也能起到一定的借鉴作用。

致谢 样本采集得到山东省果树研究所尹燕雷研究员、山东省枣庄市石榴研究中心侯乐锋高级农艺师和郝兆祥高级农艺师的大力支持与帮助,谨致谢意!

参 考 文 献

- [1] 丁全模,程江华,严红光. 石榴保健功效及几种常见繁殖方法[J]. 安徽农学通报,2012,18(1):86-87,109.
[2] 周银丽,杨伟,余光海,等. 中国云南省石榴根结线虫的种类初

- 报[J]. 华中农业大学学报,2005,24(4):351-354.
[3] 周银丽,张国伟,张薇,等. 石榴根际寄生线虫的种类研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(4):1478-1493.
[4] HASHIM Z. Plant-parasitic nematodes associated with pomegranate (*Punica granatum* L.) in Jordan and an attempt to chemical control [J]. Nematol Medit,1983,11:199-200.
[5] 周银丽,胡先奇,张国伟. 云南石榴根际剑属线虫的记述[J]. 江西农业大学学报,2007,29(2):194-197.
[6] 谢辉. 植物线虫分类学[M]. 合肥:安徽科学技术出版社,2000:21-34.
[7] 陈立杰,刘维志. 中国环科线虫2个新记录种的描述[J]. 沈阳农业大学学报,2001,32(3):197-201.
[8] JAIRAJPURI M S,SIDDIQI M R. On three new species of the genus *Criconemoides* Taylor,1936 (Nematoda: Criconematidae) from North India [J]. Z Parasitkde,1963,23:340-347.
[9] 乔丽娅,黄金玲,陆秀红,等. 广西桑寄生线虫调查初报[J]. 南方农业学报,2011,42(11):1344-1349.
[10] PULLIKUTH A,SIVAGAMI V. Description of developmental stages of *Hemicriconemoides mangiferae* Siddiqi, 1961 (Nemata:Criconematidae) [J]. Revue Nematol,1990,13(3):317-322.
[11] 张绍升,肖荣凤,林乃铨,等. 福建橄榄寄生线虫种类鉴定[J]. 福建农林大学学报:自然科学版,2002,31(4):445-451.
[12] 陈立杰. 中国环总科线虫主要属种的分类研究[J]. 植物病理学报,2002,32(2):191-192.
[13] PULLIKUTH A,VADIVELU S,MEHTA U K, et al. Occurrence and seasonal variation of *Hemicriconemoides mangiferae* from tropical and sub-tropical orchards in peninsular India [J]. Nematropica,1991,21:167-176.
[14] 喻盛甫,胡先奇,王扬. 包含病原线虫的植物复合侵染病害[J]. 植物病理学报,1999,29(1):1-7.

Description of the three species subfamily Criconematinae from pomegranates in Shandong Province, China

YE Nan-jin LIU Qiang HU Xian-qi ZHANG Li

College of Plant Protection, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China

Abstract From 2011 to 2012, 147 samples of pomegranate (*Punica granatum* L.) roots and rhizospheres have been collected in Taishan, Tai'an and Yicheng, Zaozhuang in Shandong Province, China. A preliminary survey was conducted about the species and distribution of parasitic nematodes on pomegranates. With comparative morphology, three species of the subfamily Criconematinae Taylor, 1936 from the rhizospheres of pomegranates were extracted and identified. They were *Criconema aberrans*, *Criconemella informis* and *Hemicriconemoides mangiferae*. Therein, *Punica granatum* L. was the new host for *C. informis* and *H. mangiferae*.

Key words pomegranates (*Punica granatum* L.); *Criconema aberrans*; *Criconemella informis*; *Hemicriconemoides mangiferae*; new host

(责任编辑:陈红叶)