

引用格式:

张露, 李奔奔, 李新文, 吕军, 叶姗, 丁中. 湖南稻区拟禾本科根结线虫寄主范围调查[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2022, 48(6): 686–690.

ZHANG L, LI B B, LI X W, LYU J, YE S, DING Z. Investigation of host range of *Meloidogyne graminicola* in Hunan rice region[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2022, 48(6): 686–690.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



## 湖南稻区拟禾本科根结线虫寄主范围调查

张露<sup>1</sup>, 李奔奔<sup>2</sup>, 李新文<sup>3</sup>, 吕军<sup>2</sup>, 叶姗<sup>1</sup>, 丁中<sup>1\*</sup>

(1.湖南农业大学植物保护学院, 湖南 长沙 410128; 2.湖南省植保植检站, 湖南 长沙 410006; 3.湖南省平江县植保植检站, 湖南 平江 414500)

**摘要:** 2020—2021年, 采用田间调查及温室盆栽27种作物接种拟禾本科根结线虫2龄幼虫的方法, 确定湖南稻区拟禾本科根结线虫的寄主范围。结果表明: 湖南稻区拟禾本科根结线虫可侵染15科29种植物, 其中杂草15种、蔬菜12种、粮食作物2种; 玉米、甘薯、花生、辣椒、番茄、南瓜、冬瓜、菜瓜、丝瓜、西葫芦、黄秋葵、刀豆等为非寄主作物, 大豆、小麦、菜豆、胡萝卜、小葱、大蒜、青菜等为弱寄主。

**关键词:** 水稻; 拟禾本科根结线虫; 寄主; 湖南稻区

中图分类号: S435.111.4<sup>+</sup>8

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2022)06-0686-05

## Investigation of host range of *Meloidogyne graminicola* in Hunan rice region

ZHANG Lu<sup>1</sup>, LI Benben<sup>2</sup>, LI Xinwen<sup>3</sup>, LYU Jun<sup>2</sup>, YE Shan<sup>1</sup>, DING Zhong<sup>1\*</sup>

(1.College of Plant Protection, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China; 2.Hunan Plant Protection and Quarantine Station, Changsha, Hunan 410006, China; 3.Pingjiang Plant Protection and Plant Quarantine Station, Pingjiang, Hunan 414500, China)

**Abstract:** The host range of rice root-knot nematodes(*Meloidogyne graminicola*) in Hunan rice region were systematically identified by field investigation and inoculating 27 kinds of crops with second stage juveniles (J2) of nematode in greenhouse conditions from 2020 to 2021. The results showed that these nematodes can infect 29 species of plants from 15 families, including 15 weeds, 12 vegetable crops and 2 grain crops. *Zea mays*, *Dioscorea esculenta*, *Arachis hypogaea*, *Capsicum annuum*, *Lycopersicon esculentum*, *Cucurbita moschata*, *Benincasa hispida*, *Cucumis melo* L. var. *Flexuosus* Naud., *Luffa cylindrica*, *Cucurbita pepo*, *Abelmoschus esculentus* and *Canavalia gladiata* were non-host, while *Glycine max*, *Triticum aestivum*, *Phaseolus vulgaris*, *Daucus carota*, *Allium fistulosum*, *Allium sativum* and *Brassica rapa* var. *chinensis* were poor hosts. Non-host and poor host crops could be applied in crop rotation measures.

**Keywords:** rice; *Meloidogyne graminicola*; host range investigation; Hunan rice region

拟禾本科根结线虫(*Meloidogyne graminicola*)可导致水稻感染根结线虫病。该线虫繁殖快、寄主广, 受害水稻长势变弱且产量下降, 严重时可使水稻减产高达80%<sup>[1-2]</sup>。赵洪海等<sup>[2]</sup>最早在海南省三亚

市发现该线虫还为害水葱。近年来, 水稻根结线虫病呈现出由南向北扩展蔓延的趋势, 湖南、江西、湖北、江苏、浙江和河南等水稻主产区均有发生, 且逐年加重<sup>[3-8]</sup>。据报道, 该线虫可侵染100多种

收稿日期: 2022-05-24

修回日期: 2022-09-05

基金项目: 湖南省植保植检站项目(HNZZ202003)

作者简介: 张露(1995—), 男, 安徽泗县人, 硕士研究生, 主要从事植物线虫防控技术研究, 1043613108@qq.com; \*通信作者, 丁中, 博士, 教授, 主要从事植物线虫学研究, dingzh@hunau.net

植物<sup>[9]</sup>, 包括小麦、玉米、大麦、高粱等禾谷类粮食作物, 以及禾本科、莎草科和菊科等多种双子叶杂草, 如光头稗(*Echinochloa colona*(L.) Link)、异型莎草(*Cyperus difformis* L.)、碎米莎草(*Cyperus iria* L.)、双花草(*Dichanthium annulatum*(Forsk.) Stapf)和鳢肠(*Eclipta prostrata*(L.) L.)等<sup>[10]</sup>。湖南稻区的杂草约有 48 科 148 种<sup>[11]</sup>, 其中稗草、异型莎草等既是一些稻田生境的优势杂草, 又是拟禾本科根结线虫的寄主, 同时还是根结线虫越冬的重要场所。明确拟禾本科根结线虫在湖南稻区的寄主植物, 对于科学合理防控水稻根结线虫病具有重要意义。

已有的研究表明, 不同地理种群的拟禾本科根结线虫的寄主范围存在差异。POKHAREL 等<sup>[12]</sup>发现, 佛罗里达州的拟禾本科根结线虫与尼泊尔、印度和孟加拉国的拟禾本科根结线虫的寄主范围存在差异, 推测拟禾本科根结线虫可能存在不同的生理小种。BELLAFIORE 等<sup>[13]</sup>研究表明, 越南的所有拟禾本科根结线虫种群均不能在番茄、绿豆、玉米和大豆上繁殖, 而这 4 种作物曾被报道是拟禾本科根结线虫的寄主<sup>[12, 14]</sup>。随着气候变化, 农作物种植结构调整以及稻田除草剂的广泛使用, 农田杂草群落也在变化。在自然条件下拟禾本科根结线虫可感染湖南稻区的杂草种类及在人工接种条件下感染的作物种类都需要厘清。为此, 笔者对湖南稻区拟禾本科根结线虫的田间寄主杂草和主要经济作物进行了大田调查和室内人工接种测定, 以期进一步了解拟禾本科根结线虫在湖南稻区的寄主范围, 为综合防控水稻根结线虫病提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 拟禾本科根结线虫的田间寄主范围调查

2020—2021 年, 在湖南省平江县、汉寿县, 于水稻苗期、分蘖期、拔节孕穗期、成熟期和稻田冬作前后广泛调查水稻拟禾本科根结线虫发生严重的田块及田垄周围的所有植物。随机挖取田内和周边生境有根结的植物, 解剖根结并鉴定。用清水将采集的植物根际土壤冲洗干净并拍照, 计数植物根系的根结数, 参照 POU DYAL 等<sup>[15]</sup>方法进行分级: 0 级, 健康, 无根结; 1 级, 根结小且数量极少, 不易观察; 2 级, 根结小, 根结数量稍多, 易观察; 3 级, 根结小, 数量较多且盘绕, 根系功能未受影

响; 4 级, 根结数量较多, 有较大根结; 5 级, 25%~49%根系上有根结, 小部分根系未受影响; 6 级, 50%~74%根系有根结, 根系正常功能受影响; 7 级, 75%以上的根系有根结, 失去根系功能; 8 级, 无健康根系; 9 级, 整个根系出现腐烂; 10 级, 植株死亡。

### 1.2 作物温室人工接种测定

根据湖南稻区农作物和蔬菜种植情况, 选取主要作物进行接种试验。供试蔬菜 and 作物种子均购于本地农贸市场, 包括紫甘蓝、紫菜薹、韭菜、茼蒿、生菜、青菜、胡萝卜、大蒜、番茄、黄秋葵、蕹菜、菜豆、茄子、菜瓜、西葫芦、辣椒、刀豆、丝瓜、南瓜、冬瓜、芫荽、小葱、玉米、小麦、花生、甘薯、大豆。将各蔬菜 and 作物种子置于种苗盘, 采用营养土育苗。试验土壤预先置于 100 °C 高温烘箱中 10 h, 以彻底高温杀死土壤内线虫。每盆放约 400 g 灭菌土壤。育苗 40 d 后, 挑选生长一致的作物移栽到花盆中(110 mm×100 mm), 并接种拟禾本科根结线虫 2 龄幼虫。

在作物根际周围 2 cm 处, 扎 4 个 1.5 ~ 2 cm 深的孔, 将含有 2 龄幼虫(100 条/mL)的悬浮液接种到根际土壤中, 每盆共接种 500 条。将盆栽苗在温室中完全随机排列。环境温度(25±3) °C, 相对湿度 90%以上。每种植物 12 个重复, 适时浇水, 常规管理。

温室接种 30 d 后取出完整植株根系, 用清水冲洗干净, 参考 POKHAREL 等<sup>[16]</sup>方法收集植株根系中的卵, 在体式显微镜下观察计数。

### 1.3 数据分析

植物拟禾本科根结线虫繁殖系数为 Rf, Rf 为收获时根系中的线虫与卵粒总数(Pf)与接种时 2 龄幼虫初始数 Pi 的比值。依据文献[17–18], 当 Rf ≥ 10 时, 寄主植物为易感寄主; 当 1 ≤ Rf < 10 时, 该植物为寄主; 当 0.1 ≤ Rf < 1 时, 该植物为弱寄主; 当 0 ≤ Rf < 0.1 时, 该植物为非寄主。

利用 SPSS 20.0 对试验数据进行统计分析, 选用 Duncan 氏新复极差法进行差异显著性检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 湖南稻区拟禾本科根结线虫的寄主杂草

2020—2021 年, 共调查到湖南稻区 120 余种稻

田植物。其中杂草根结线虫发病情况列于表 1。从表 1 中可以看出,拟禾本科根结线虫可侵染 15 种杂草,分属 9 个科,包括莎草科香附子、菊科石胡荽、大戟科叶下珠、禾本科稗草、狗尾草、千金子、

表 1 湖南稻区拟禾本科根结线虫寄主杂草名录

植物	科	学名	根结等级
香附子	莎草科	<i>Cyperus rotundus</i> L.	6~7
水虱草	莎草科	<i>Fimbristylis littoralis</i> Grandich	4~5
石胡荽	菊科	<i>Centipeda minima</i> (L.) A. Br. et Aschers.	2~3
叶下珠	叶下珠科	<i>Phyllanthus urinaria</i> L.	2~3
石龙芮	毛茛科	<i>Ranunculus sceleratus</i> L.	1~2
耳草	茜草科	<i>Hedyotis auricularia</i> L.	4~5
母草	母草科	<i>Lindernia crustacea</i> (L.) F. Muell	2~3
莲子草	苋科	<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) R. Br. Ex DC.	1~2
丁香蓼	柳叶菜科	<i>Ludwigia prostrata</i> Roxb.	5~6
千金子	禾本科	<i>Leptochloa chinensis</i> (L.) Nees	3~4
稗草	禾本科	<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv.	6~7
双穗雀稗	禾本科	<i>Paspalum distichum</i> L.	2~3
看麦娘	禾本科	<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	2~3
狗尾草	禾本科	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	4~5
蔺草	禾本科	<i>Beckmannia syzigachne</i> (Steud.) Fernald	5~6

看麦娘、蔺草等。各寄主杂草受侵染发病程度不同,香附子和稗草根结等级达 6~7 级;丁香蓼、蔺草根结等级达 5~6 级;耳草和狗尾草、水虱草根结等级达 4~5 级;千金子根结等级达 3~4 级;石胡荽、叶下珠、母草、双穗雀稗、看麦娘根结等级达 2~3 级;石龙芮和莲子草根结等级达 1~2 级。

## 2.2 人工接种条件下拟禾本科根结线虫在不同作物上的繁殖能力

从表 2 可知,十字花科中紫甘蓝与紫菜薹、菊科茼蒿与百合科中的韭菜、伞形科芫荽、旋花科蕹菜及茄科中的茄子根系中每株卵粒数量均超过 500,而其他作物根系上卵粒数量相对较少。在这 27 种作物中,菊科的茼蒿根系中卵粒数量最多,其次是十字花科的紫菜薹,卵粒数量均在 700 粒/株以上。茼蒿、紫菜薹、韭菜、紫甘蓝、芫荽、蕹菜、茄子的繁殖系数为 1~10,是寄主作物;青菜、大蒜、小葱、胡萝卜、大豆、菜豆、小麦的繁殖系数为 0.1~1,是弱寄主作物;生菜、番茄和丝瓜的繁殖系数小于 0.1,刀豆、辣椒、菜瓜、南瓜、冬瓜、西葫芦、黄秋葵、甘薯、花生和玉米的繁殖系数为 0,都是非寄主作物。

表 2 拟禾本科根结线虫的寄主类型评价

作物	科	学名	每株卵粒数	Rf	寄主类型
玉米	禾本科	<i>Zea mays</i> L.	0	0	-
小麦	禾本科	<i>Triticum aestivum</i> L.	(357.3±45.3)ef	(0.68±0.23)c	+
紫甘蓝	十字花科	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> L.	(559.3±82.3)b	(1.11±0.16)b	++
紫菜薹	十字花科	<i>Brassica campestris</i> var. <i>purpuraria</i> L. H. Bariley	(749.3±70.0)a	(1.49±0.14)a	++
青菜	十字花科	<i>Brassica rapa</i> var. <i>chinensis</i> (Linnaeus) Kitamura	(345.3±65.7)c	(0.69±0.13)c	+
茼蒿	菊科	<i>Glebionis coronaria</i> (L.) Cass. ex Spach	(793.3±155.3)a	(1.58±0.31)a	++
生菜	菊科	<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>ramosa</i> Hort.	(34.0±12.0)g	(0.06±0.02)d	-
韭菜	百合科	<i>Allium tuberosum</i> Rottler ex Sprengle.	(556.0±78.3)bc	(1.10±0.15)b	++
大蒜	百合科	<i>Allium sativum</i> L.	(460.0±136.1)de	(0.91±0.27)bc	+
小葱	百合科	<i>Allium fistulosum</i> L.	(458.6±54.9)de	(0.91±0.11)bc	+
芫荽	伞形科	<i>Coriandrum sativum</i> L.	(581.3±90.0)bc	(1.16±0.18)b	++
胡萝卜	伞形科	<i>Daucus carota</i> var. <i>sativa</i> Hoffm.	(420.0±30.0)de	(0.84±0.06)c	+
大豆	豆科	<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	(384.6±92.2)ef	(0.76±0.18)c	+
菜豆	豆科	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	(450.0±38.0)de	(0.89±0.07)c	+
刀豆	豆科	<i>Canavalia gladiata</i> (Jacq.) DC.	0	0	-
花生	豆科	<i>Arachis hypogaea</i> L.	0	0	-
蕹菜	旋花科	<i>Ipomoea aquatica</i> Forsk	(517.3±36.9)bc	(1.03±0.09)b	++
甘薯	薯蕷科	<i>Dioscorea esculenta</i> (Lour.) Burkill	0	0	-
茄子	茄科	<i>Solanum melongena</i> L.	(508.0±68.7)cd	(1.01±0.13)b	++
番茄	茄科	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	(26.0±18.0)g	(0.05±0.03)d	-

表 2(续)

作物	科	学名	卵粒数/株	Rf	寄主类型
辣椒	茄科	<i>Capsicum annuum</i> L.	0	0	-
丝瓜	葫芦科	<i>Luffa aegyptiaca</i> Miller	(7.3±5.0)g	(0.01±0.01)d	-
菜瓜	葫芦科	<i>Cucumis melo</i> var. <i>agrestis</i> Naud.	0	0	-
南瓜	葫芦科	<i>Cucurbita moschata</i> (Duch. ex Lam.) Duch. ex Poiret	0	0	-
冬瓜	葫芦科	<i>Benincasa hispida</i> (Thunb.) Cogn.	0	0	-
西葫芦	葫芦科	<i>Cucurbita pepo</i> L.	0	0	-
黄秋葵	锦葵科	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench	0	0	-

同列不同字母表示植物间卵粒数和繁殖系数的差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。“-”示非寄主; “+”示弱寄主; “++”示寄主。

### 3 结论与讨论

拟禾本科根结线虫寄主范围广, 已有侵染水稻、大豆、黑燕麦等多种作物, 以及稗草、香附子等杂草<sup>[19-20]</sup>的报道。由于拟禾本科根结线虫可能存在不同的生理小种和不同的致病型, 不同地理种群的拟禾本科根结线虫寄主范围存在差异<sup>[20-21]</sup>。

针对湖南省稻区的拟禾本科根结线虫寄主范围进行调查, 明确了人工接种条件下湖南省拟禾本科根结线虫的 7 种寄主作物、7 种弱寄主作物、13 种非寄主作物, 首次发现茺荽、韭菜、紫菜薹为其寄主植物。与文献<sup>[22-24]</sup>的报道不同的是, 番茄、花生、玉米、黄秋葵、甘薯、辣椒为本地区拟禾本科根结线虫的非寄主作物。实际生产中, 可针对本地区拟禾本科根结线虫的寄主范围来选择和种植不同作物, 避免因选择种植错误的作物而导致拟禾本科根结线虫严重为害, 也可选择合适的轮作作物抑制拟禾本科根结线虫的繁殖, 防止该线虫对后茬作物造成危害。

田间调查结果表明, 湖南稻区拟禾本科根结线虫可侵染 9 个科 15 种杂草, 在所调查的 120 余种稻田杂草中占 12%, 其中莎草科香附子、禾本科稗草、茵草、看麦娘及柳叶菜科丁香蓼等均是稻田主要杂草, 同时也是拟禾本科根结线虫的优良寄主。调查发现, 水稻收获后该线虫能继续寄生于田边杂草进行繁殖、越冬, 并可在早春侵染茵草、看麦娘等越年生杂草, 使得拟禾本科根结线虫能够在没有作物存在的条件下可继续繁殖, 增加土壤的线虫基数, 严重为害后茬作物; 因此, 在两季作物种植间隙及时清除杂草, 可有效减少根结线虫种群数量。控制杂草是减少根结线虫种群数量的重要措施<sup>[10,24]</sup>。采用非寄主或弱寄主作物轮作体系, 降低线虫基数, 能在一定程度上抑制根结线虫的危害。

### 参考文献:

- [1] DUTTA T K. Global status of rice root-knot nematode, *Meloidogyne graminicola*[J]. African Journal of Microbiology Research, 2012, 6(32): 6016-6021.
- [2] 赵洪海, 刘维志, 梁晨, 等. 根结线虫在中国的一新纪录种: 拟禾本科根结线虫 *Meloidogyne graminicola*[J]. 植物病理学报, 2001, 31(2): 184-188.
- [3] WANG G F, XIAO L Y, LUO H G, et al. First report of *Meloidogyne graminicola* on rice in Hubei Province of China[J]. Plant Disease, 2017, 101(6): 1056.
- [4] XIE J L, XU X, YANG F, et al. First report of root-knot nematode, *Meloidogyne graminicola*, on rice in Sichuan Province, Southwest China[J]. Plant Disease, 2019, 103(8): 2142.
- [5] TIAN Z L, BARSALOTE E M, LI X L, et al. First report of root-knot nematode, *Meloidogyne graminicola*, on rice in Zhejiang, Eastern China[J]. Plant Disease, 2017, 101(12): 2152.
- [6] SONG Z Q, ZHANG D Y, LIU Y, et al. First report of *Meloidogyne graminicola* on rice (*Oryza sativa*) in Hunan Province, China[J]. Plant Disease, 2017, 101(12): 2153.
- [7] JU Y, WU X, TAN G, et al. First report of *Meloidogyne graminicola* on rice in Anhui Province, China[J]. Plant Disease, 2021, 105(2): 512.
- [8] LIU M Y, LIU J, HUANG W, et al. First report of *Meloidogyne graminicola* on rice in Henan Province, China[J]. Plant Disease, 2021, 105(10): 3308.
- [9] MANTELIN S, BELLAFFIORE S, KYNDT T. *Meloidogyne graminicola*: a major threat to rice agriculture[J]. Molecular Plant Pathology, 2017, 18(1): 3-15.
- [10] RICH J R, BRITO J A, KAUR R, et al. Weed species as hosts of *Meloidogyne*: a review[J]. Nematropica, 2009, 39(2): 157-185.
- [11] 郑和斌. 湖南省稻田杂草发生情况及防除技术[J]. 湖南农业科学, 2013(22): 54-55.
- [12] POKHAREL R R, ABAWI G S, DUXBURY J M, et al. Variability and the recognition of two races in *Meloidogyne graminicola*[J]. Australasian Plant Pathology, 2010, 39(4):

- 326–333.
- [13] BELLAFFIORE S, JOUGLA C, CHAPUIS É, et al. Intraspecific variability of the facultative meiotic partheno-genetic root-knot nematode(*Meloidogyne graminicola*) from rice fields in Vietnam[J]. Comptes Rendus Biologies, 2015, 338(7): 471–483.
- [14] MACGOWAN J B, LANGDON K R. Hosts of the rice root-knot nematode *Meloidogyne graminicola*[J]. Nematology Circular, 1989, 172.
- [15] POUDYAL D S, POKHAREL R R, SHRESTHA S M, et al. Effect of inoculum density of rice root knot nematode on growth of rice cv. Masuli and nematode development[J]. Australasian Plant Pathology, 2005, 34(2): 181.
- [16] POKHAREL R R, DUXBURY J M, ABAWAI G. Evaluation of protocol for assessing the reaction of rice and wheat germplasm to infection by *Meloidogyne graminicola*[J]. Journal of Nematology, 2012, 44(3): 274–283.
- [17] FERRIS H, CARLSON H L, VIGLIERCHIO D R, et al. Host status of selected crops to *Meloidogyne chitwoodi*[J]. Journal of Nematology, 1993, 25(4 Suppl): 849–857.
- [18] BROWN C R, MOJTAHEDI H, SANTO G S. Resistance to Columbia root-knot nematode in *Solanum* ssp. and in hybrids of *S. hougasii* with tetraploid cultivated potato[J]. American Potato Journal, 1991, 68(7): 445–452.
- [19] FORTUNER R, MERNY G. Root-parasitic nematodes of rice[J]. Revue de Nematologie, 1979, 2(1): 79–102.
- [20] POKHAREL R R. Characterization of root-knot populations from rice-wheat fields in Nepal and reaction of selected rice and wheat germplasm to *Meloidogyne Graminicola*[J]. 2007, 39(3): 221–230.
- [21] GERGON E B, MILLER S A, DAVIDE R G. Occurrence and pathogenicity of rice root-knot nematode(*Meloidogyne graminicola*) and varietal reaction of onion(*Allium cepa*)[J]. Philippine Agricultural Scientist, 2001, 84(1): 43–50.
- [22] PRASAD J S, PANWAR M S, RAO Y S. Nematode problems of rice in India[J]. Tropical Pest Management, 1987, 33(2): 127–136.
- [23] 周银丽, 尹体刘, 白建波, 等. 杏仁等6种植物提取液对水稻潜根线虫的抑杀作用[J]. 湖北农业科学, 2011, 50(6): 1153–1155.
- [24] DAS N, RAY S, JENA S N, et al. Effect of certain herbicides on weeds and population of root-knot nematode(*Meloidogyne incognita*) in mustard[J]. Crop Research, 1998, 16: 156–158.

责任编辑: 罗慧敏  
英文编辑: 罗维