调 查 研 究
Investigations

不同种植方式对水稻根结线虫病发生危害的影响

唐 蓓[1,2]， 王东伟[2]， 王 剑[3]， 何清聪[1,2]，
刘 勇[1,2]， 张德咏[1,2*]， 成飞雪[1,2*]

（1. 湖南大学研究生院隆平分院，长沙 410125；2. 湖南省农业科学院植物保护研究所，园艺作物病虫害综合治理湖南省重点实验室，长沙 410125；3. 湖南省农业科学院农业经济与农业区划研究所，长沙 410125）

摘要 水稻根结线虫病是严重危害水稻生产的主要病害之一，目前尚无成本低且安全有效的防控方法。本研究通过田间小区试验评价了直播、移栽和直播前撒施 0.2 kg/667 m^2 10%噻唑膦颗粒剂(GR) 3 种种植方式下水稻根结线虫病发生及危害情况。结果表明，与直播相比，移栽田移栽后 25 d 水稻根结线虫的抑制率达到 94.26%，根结指数为 1.97，与直播前撒施 0.2 kg/667 m^2 10%噻唑膦 GR 化学药剂处理组无显著差异；移栽后 55 d 水稻根结线虫的抑制率为 58.56%。同时，移栽田移栽后 25 d 和 55 d 根结线虫 2 龄幼虫虫口减退率分别达到 77.63%和 72.22%。此外，移栽田水稻株高与根长均高于直播处理组及直播前撒施 10%噻唑膦 GR 处理组；产量比直播处理组增加 26.34%，直播处理组产量和直播前撒施 10%噻唑膦 GR 处理组没有显著差异。因此，在水稻根结线虫病发生严重的田块采用移栽方式种植，可显著抑制根结线虫的发生为害，是一种安全、有效的防控措施。

关键词 水稻根结线虫病； 拟禾本科根结线虫； 移栽方式； 直播方式； 防控效果

中图分类号： S 435.111 **文献标识码：** A **DOI：** 10.16688/j.zwbh.2019624

Effects of different planting modes on occurrence of rice root-knot nematode disease

TANG Bei[1,2]， WANG Dongwei[2]， WANG Jian[3]， HE Qingcong[1,2]， LIU Yong[1,2]，
ZHANG Deyong[1,2*]， CHENG Feixue[1,2*]

(1. *Longping Branch, Graduate School of Hunan University, Changsha* 410125, *China*;
2. *Key Laboratory of Integrated Management of the Pests and Diseases on Horticultural Crops in Hunan Province, Institute of Plant Protection, Hunan Academy of Agricultural Sciences, Changsha* 410125, *China*;
3. *Institute of Agricultural Economy and Agricultural Regionalization, Hunan Academy of Agricultural Sciences, Changsha* 410125, *China*)

Abstract Rice root-knot nematode disease is a major threat to rice production. There is no low-cost, safe and effective method to control this disease up to now. In this study, the effects of three different cultivation modes, including direct seeding, transplanting and spreading 0.2 kg/667 m^2 fosthiazate 10% GR over the field before seeding, on the occurrence of rice root-knot nematode disease were evaluated. The results showed that compared to the direct seeding mode, the control efficacy of transplanting on rice root-knot nematode disease reached 94.26% and the root-knot index of rice was 1.97 25 days after transplanting, showed no significant difference with the mode of spreading fosthiazate 10% GR of 0.2 kg/667 m^2 before seeding. The control efficacy of transplanting on rice root-knot nematode was still up to 58.56% 55 days after transplanting. The second-stage juvenile (J_2) density of *Meloidogyne graminicola* in soil was reduced by 77.63% and 72.22% in transplanting field 25 days and 55 days after transplanting, respectively. In addition, the plant height and root length of transplanting rice were higher than rice in direct seeding field and field treated by fosthiazate 10% GR before seeding, and the yields of transplanting rice were significantly increased by 26.34% compared to those of direct

收稿日期： 2019-11-14 **修订日期：** 2020-02-23
基金项目： 国家重点研发计划(2017YFD0201606)；湖南省农业科学院创新项目(2019LS01)
* 通信作者 E-mail:张德咏 dyzhang78@163.com;成飞雪 cfx937207@126.com

seeding rice. There was no significant difference between the yields in mode of direct seeding and the yields in the mode of spreading fosthiazate 10% GR before seeding. Therefore, the transplanting mode is a safe and effective measure for the control of the root-knot nematode disease in rice field.

Key words　rice root-knot nematode disease;　*Meloidogyne graminicola*;　transplanting mode;　direct seeding mode;　control effect

水稻根结线虫病是严重危害水稻生产的重要病害，其主要病原物为拟禾本科根结线虫 *Meloidogyne graminicola*[1]。该线虫主要分布在中国、美国、印度以及缅甸、老挝等热带和亚热带地区[2]，我国最早在海南岛的水稻上发现了拟禾本科根结线虫[3]。近年来，随着水稻种植方式的改变，水稻根结线虫病在海南、广东、广西、福建、云南、湖南、江西、江苏、四川等多个省(自治区)大面积严重发生[4-8]，导致产量损失 11%～73%，甚至绝收[9-10]。拟禾本科根结线虫成为制约我国水稻主产区产量的重要病原线虫[11]。据我们 2016 年－2019 年调查结果，由该线虫引起的根结线虫病在湖南常德、益阳、岳阳、衡阳、永州、邵阳、株洲、长沙和湘潭等地市严重发生，发生面积逐年加大[7]，已成为严重制约湖南水稻产业的重要因素。因此，急需有效而安全的水稻根结线虫病防治方法。

化学防治因其防效好、见效快而成为植物线虫病害防治的主要手段。如利用克百威(carbofuran)、灭线磷(ethoprophos)以及甲拌磷(phorate)等化学杀线虫剂防治水稻根结线虫病，但是这些杀线虫剂因毒性高、残留期长、对环境污染严重已逐步被禁用[12]。而对环境相对安全的杀线虫剂棉隆(dazomet)、噻唑膦(fosthiazate)、氟吡菌酰胺(fluopyram)等价格昂贵，成本高，农民难以接受[13-14]。所以，找到一种简易、成本低、安全的防控措施对水稻根结线虫病的控制具有极其重要的意义。

我们在调查水稻根结线虫病发生危害情况时发现，水稻根结线虫病发生危害严重的田块基本是水稻直播稻田。为了验证水稻根结线虫病发生危害程度与水稻种植方式之间的关系，本试验开展了不同种植方式对水稻根结线虫病发生危害的影响研究，旨在为水稻根结线虫病的有效控制提供新思路。

1　材料与方法

1.1　材料及试验设置

供试水稻为感病品种‘湘早籼 32’，市场购买。试验地设在湖南省汉寿县军山铺镇万寿桥村(112°08′23″E；28°41′54″N)。试验地土壤为沙壤土，肥力中等，连续多年水稻根结线虫病发生严重。试验设直播处理、移栽处理和直播前撒施 10%噻唑膦颗粒剂(GR)处理，每处理设 3 个重复。于 2019 年 3 月 29 日翻耕整地划区，每小区 50 m^2，随机区组排列，独立排灌。播种量为 1.5 kg/667 m^2。试验期间肥水管理及其他病虫草害防治与当地其他农田相同。10%噻唑膦 GR 为美国默赛技术公司产品。

1.2　方法

1.2.1　处理方法

水稻移栽：育苗地无水稻根结线虫。3 月 29 日浸种催芽，4 月 1 日采用穴盘播种育苗，苗期 1 个月，4 月 30 日移栽。

水稻直播(对照)：4 月 7 日浸种催芽，4 月 10 日播种。

直播前药剂处理：4 月 7 日浸种催芽，4 月 9 日撒施 10%噻唑膦 GR 0.2 kg/667 m^2(有效成分，下同)并翻地混匀，4 月10 日播种。

1.2.2　调查方法

1.2.2.1　根结线虫发病率及虫口调查

分别于 5 月 25 日水稻苗期(移栽田移栽后 25 d)和 6 月 24 日分蘖期(移栽田移栽后 55 d)采用随机五点取样调查水稻根结线虫病发生情况，每点 2 蔸，每小区共取 10 蔸水稻植株及根围土样。将水稻根洗净，观察根部根结线虫发生情况，统计总株数、发病株数，并计算发病株率、根结指数及防治效果。水稻根结线虫根结指数分级标准采用 Sharma-Poudyal[15]分级方法。0 级：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，大部分根系功能健康；5 级：25%～49%的根系上有根结，小部分根系功能未受影响；6 级：50%～74%的根系上有根结，根系正常功能受到影响；7 级：74%以上根系有根结，失去根系功能；8 级：无健康根系，植株仍存活；9 级：整个根系出现腐烂，植株趋于死亡；10 级：

植株死亡。发病株率＝发病株数/调查总株数×100%；根结指数＝∑(各级病株数×相应级数)/(调查总株数×最高级代表值)×100；防治效果＝(对照组根结指数－处理组根结指数)/对照组根结指数×100%。取混匀根围土样 100 g，利用改进的漏斗法[13]分离土壤中根结线虫 2 龄幼虫(J_2)，显微镜下计数并计算土壤中 J_2 虫口减退率。虫口减退率＝(对照组 J_2 数量－处理组 J_2 数量)/对照组 J_2 数量×100%。

1.2.2.2　不同处理方式对水稻生长及产量的影响

在 5 月 25 日水稻苗期(移栽田移栽后 25 d)和 6 月 24 日分蘖期(移栽田移栽后 55 d)每小区随机取 10 株水稻测量株高和根长。并于 7 月 19 日结实期(移栽水稻生长 80 d)时收割测产。每小区选取 3 m^2 调查水稻有效穗数及产量，并计算有效穗率和增产率。有效穗率＝有效穗数量/总穗数量×100%；增产率＝(处理组产量－对照组产量)/对照组产量×100%。

1.2.3　数据分析

运用 SPSS 22.0 软件的单因素方差分析(one-way ANOVA)对所有数据进行统计分析，差异显著性分析采用 Duncan 氏新复极差法。

2　结果与分析

2.1　不同种植方式对水稻根结线虫病的控制效果

从表 1 可以看出，与直播相比，移栽田移栽后 25 d(5 月 25 日)水稻根结线虫的抑制率达到 94.26%，与化学药剂 10%噻唑膦 GR 对直播水稻根结线虫的防效(92.31%)无显著差异($P>0.05$)；但移栽田根结线虫 2 龄幼虫的虫口减退率为 77.63%，显著高于播前撒施化学药剂 10%噻唑膦 GR 处理的虫口减退率(65.79%)($P<0.05$)。

移栽田移栽后 55 d(6 月 24 日)水稻发病株率与根结指数均显著低于直播田，移栽对水稻根结线虫的抑制率显著低于化学药剂 10%噻唑膦 GR 对水稻根结线虫的防效($P<0.05$)。

表 1　不同种植方式对水稻根结线虫病发生的影响1)

Table 1　Effects of different planting modes on *Meloidogyne graminicola*

处理 Treatment	5 月 25 日 May 25th				
	发病株率/% Diseased plant rate	根结指数 Root-knot index	抑制(防治)效果/% Control efficacy	土壤中 J_2 数/条·(100 g)$^{-1}$ J_2 number in 100 g soil	虫口减退率/% Decreased rate of nematode
直播 Direct seeding	(83.01±5.53)a	(34.31±2.61)a	—	(12.67±1.32)a	—
移栽 Transplanting	(5.56±1.32)b	(1.97±0.72)b	(94.26±3.6)a	(2.83±0.55)b	(77.63±2.62)a
10%噻唑膦 GR fosthiazate 10% GR	(6.36±3.19)b	(2.64±0.42)b	(92.31±2.1)a	(4.33±0.43)b	(65.79±2.96)b
处理 Treatment	6 月 24 日 June 24th				
	发病株率/% Diseased plant rate	根结指数 Root-knot index	抑制(防治)效果/% Control efficacy	土壤中 J_2 数/条·(100 g)$^{-1}$ J_2 number in 100 g soil	虫口减退率/% Decreased rate of nematode
直播 Direct seeding	(87.41±9.45)a	(15.42±1.30)a	—	(312.00±21.45)a	—
移栽 Transplanting	(58.33±2.87)b	(6.39±0.77)b	(58.56±5.9)b	(86.67±14.77)b	(72.22±12.84)ab
10%噻唑膦 GR fosthiazate 10% GR	(13.29±3.56)c	(1.69±0.62)c	(89.03±1.67)a	(47.00±10.83)c	(84.94±8.45)a

1) 10%噻唑膦 GR 处理为水稻直播前撒施。表中数据为平均值±标准误。同列不同小写字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验在 0.05 水平差异显著。下同。
Treatment method of fosthiazate 10% GR was spreading before seeding. The data are mean±SE. Different lowercase letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level by Duncan's new multiple range test. The same applies below.

2.2　不同种植方式对水稻生长及产量的影响

不同种植方式对水稻生长有较大的影响，调查结果显示，移栽田水稻株高和根长都大于直播田(表 2)。与对照直播田相比，移栽田在移栽后 25 d(5 月 25 日)，水稻株高与根长增长率分别达到 21.02%和 27.94%。移栽后 55 d(6 月 24 日)，株高与根长增长率分别达到 40.75%与 14.41%。而采用 10%噻唑膦 GR 0.2 kg/667 m^2 进行播前处理对水稻生长表现出明显的抑制作用，相比未经药剂处理的直播水稻，到 6 月 24 日(移栽田移栽后 55 d)水稻株高和根长的抑制率分别达到 3.58%和 5.36%。

此外，不同种植方式对水稻产量也存在明显的

影响(于 7 月 19 日收割水稻测产),移栽田比对照直播田增产 26.34%。而直播处理组产量和播前施用化学药剂 10%噻唑膦 GR 处理组没有显著差异。

表 2　不同种植方式对水稻生长及产量的影响

Table 2　Effects of different planting modes on rice growth and yield

处理 Treatment	有效穗率/% Effective panicle rate	千粒重/g Thousand grain weight	5 月 25 日 May 25th			
			株高/cm Plant height	株高增长率/% Increase rate	根长/cm Root length	根长增长率/% Increase rate
直播 Direct seeding	(67.92±1.84) b	(23.14±0.43) b	(17.90±0.46) b	—	(8.64±0.98) b	—
移栽 Transplanting	(77.68±1.11) a	(24.65±0.48) a	(21.66±0.27) a	(21.02±3.67) a	(11.05±0.67) a	(27.94±1.91) a
10%噻唑膦 GR fosthiazate 10% GR	(75.51±2.16) a	(24.23±0.20) ab	(20.47±1.01) ab	(14.34±1.94) b	(8.39±0.54) b	(−2.82±0.99) b

处理 Treatment	千粒重增长率/% Increase rate	产量/kg·(667 m^2)$^{-1}$ Yield	增产率/% Increase rate	6 月 24 日 June 24th			
				株高/cm Plant height	株高增长率/% Increase rate	根长/cm Root length	根长增长率/% Increase rate
直播 Direct seeding	—	(269.57±9.46) b	—	(34.27±1.62) b	—	(9.95±0.39) ab	—
移栽 Transplanting	(6.52±1.07) a	(340.58±13.82) a	(26.34±2.67) a	(48.24±1.70) a	(40.75±0.53) a	(11.38±0.57) a	(14.41±0.46) a
10%噻唑膦 GR fosthiazate 10% GR	(4.71±0.88) b	(300.45±16.54) ab	(11.45±1.75) b	(33.05±0.32) b	(−3.58±0.80) b	(9.42±0.29) b	(−5.36±0.31) b

3　讨论

近年来,随着农村劳动用工紧缺,工价上涨,传统的水稻手工育秧插秧种植方式用工费用提高。因此,省工省力的水稻直播栽培方式开始深受广大种植户青睐。然而由于直播稻因栽培条件适宜拟禾本科根结线虫大量繁殖,并且当前湖南地区种植的水稻品种多数为拟禾本科根结线虫高感品种[17],导致水稻根结线虫病发生危害严重。拟禾本科根结线虫在根部定殖后会快速繁殖,且随着水流、肥料及农事活动迅速传播蔓延。同时其在水稻收获后能继续在田间杂草或是稻桩上越冬,导致来年虫口基数极大,直播水稻在苗期就受到侵染危害,产量损失严重。目前农业生产上主要采用化学杀线虫剂如棉隆、氯化苦、石灰氮等进行土壤熏蒸或是利用噻唑膦、阿维菌素等进行播种前撒施或沟施防治作物根结线虫病[18-20]。然而这些化学防治技术不但成本高、而且使用技术复杂,农民无法接受,从而限制了其在水稻根结线虫病防治上的应用[13]。氟吡菌酰胺是近年来上市的一种新型杀线虫药剂,周建宇等[21]采用每 1 kg 水稻种子以 12.5 g 氟吡菌酰胺与 18.0 g 吡虫啉混配包衣处理,对水稻根结线虫病的防治效果达到 58.6%,且可以显著减少土壤中根结线虫 J_2 的数量,在水稻根结线虫病防治上有一定的应用潜力。

本研究通过田间小区试验评价了不同种植方式对水稻根结线虫病发生危害程度的影响。结果表明移栽种植方式能显著降低水稻根结线虫病的发生。与直播水稻相比,在水稻苗期,移栽田移栽后 25 d (5 月 25 日),水稻根结线虫的抑制率可以达到 94.26%,与播前撒施 10%噻唑膦 GR 处理防效相当;水稻分蘖期(6 月 24 日),移栽方式对水稻根结线虫的抑制率虽然不及播前撒施化学药剂 10%噻唑膦 GR 的防治效果,但仍然可以达到 58.56%。同时,水稻移栽田土壤中 J_2 种群密度显著低于对照直播稻田。推测是由于移栽水稻田长期保持淹水状态,不利于拟禾本科根结线虫的侵染和繁殖。而直播稻田为了促进根的生长,前期田间水层浅,处于干湿交替状态,易于拟禾本科根结线虫侵染。Soriano 等[9]研究表明,温室盆栽条件下,不管是在黏性土壤还是在沙壤土,一直处于淹水条件下的拟禾本科根结线虫繁殖数量与水稻根结数量都显著低于间歇性淹水状态。Bridge 等[22]及 Netscher 等[23]的研究也表明,在深水田中拟禾本科根结线虫生长发育会受到抑制,长期淹水的水稻田很少出现拟禾本科根结线虫,这与我们的研究结果一致。所以,我们认为,在水稻根结线虫病害发生严重的田块,可采用移栽(机插、抛秧等)种植方式抑制水稻根结线虫病的危害。该方式是一种安全、环保而有效的水稻根结线虫病防控技术。我们的研究结果同时显示,直播水稻由于感染根结线虫,生长受到严重抑制,株高与根长均显著低于移栽水稻,而播前撒施 10%噻唑膦 GR 0.2 kg/667 m^2 对水稻生长表现出一定的抑制作用。同时移栽田水稻产量可达 340.58 kg/667 m^2,而直播水稻因线虫危害产量只有 269.57 kg/667 m^2,移栽水稻增产率达 26.34%,优于化学药剂 10%噻唑膦 GR 处理的增产效果。

(下转 198 页)

[16] 赵雪晴,沈慧梅,尹艳琼,等.云南白背飞虱的发生与种群消长特点[J].应用昆虫学报,2014,51(2):516-524.
[17] 刘光杰,寒川一成,陈仕高,等.水稻害虫的可持续治理及经济效益评估[J].应用生态学报,2006,17(10):1941-1947.
[18] 杨坚伟,杨廉伟,丁灵伟,等.单季粳型与籼型杂交稻病虫发生观察及其防治策略探讨[J].浙江农业科学,2011(3):675-677.
[19] 弓少龙,侯茂林.水稻对褐飞虱和白背飞虱的抗性及其机制研究进展[J].植物保护,2017,43(1):15-23.
[20] 张文庆,张古忍,古德祥.稻田生境调节和捕食性天敌对稻飞虱的控制作用[J].生态学报,1998,18(3):283-288.
[21] 张振飞,肖汉祥,李燕芳,等.水稻品种'Rathu Heenati''玉香油占'对稻飞虱及其捕食性天敌田间种群动态的影响[J].植物保护,2014,40(2):58-65.
[22] 钟平生,梁广文,曾玲.有机稻田白背飞虱种群动态及其天敌作用[J].植物保护学报,2008,35(4):351-355.
[23] 尤民生,侯有明,刘雨芳,等.农田非作物生境调控与害虫综合治理[J].昆虫学报,2004,47(2):260-268.

(责任编辑: 杨明丽)

(上接191页)

参考文献

[1] UPADHYAY V, VAISH S S, BHARDWAJ N R. Effect of resource conservation practices and conventional practice on population of (*Meloidogyne graminicola*) affecting different plant growth parameters in rice [J]. Journal of Progressive Agriculture, 2014, 5(1): 5-8.
[2] PANKAI S H K, PRASAD J S. The rice root-knot nematode, *Meloidogyne graminicola*: an emerging problem in rice-wheat cropping system [J]. Indian Journal of Nematology, 2010, 40(1): 1-11.
[3] 冯志新. 水稻根结线虫病的发现[J]. 广东农业科学, 1974(3): 35-37.
[4] 李正杨, 雷金湘, 李树, 等. 水稻根结线虫病发生为害情况初步调查[J]. 广西植保, 1997(2): 37.
[5] 刘国坤, 王玉, 肖顺, 等. 水稻根结线虫病的病原鉴定及其侵染源的研究[J]. 中国水稻科学, 2011, 25(4): 420-426.
[6] 叶梦斐, 孙晓棠, 张磊, 等. 江西水稻根结线虫病的发生及鉴定[J]. 生物灾害科学, 2018, 41(1): 52-54.
[7] SONG Zhiqiang, ZHANG Deyong, CHENG Feixue, et al. First report of *Meloidogyne graminicola* on rice (*Oryza sativa*) in Hunan province, China [J]. Plant Disease, 2017, 101(12): 2153.
[8] TIAN Zhongling, BARSALOTE E M, LI Xiaolin, et al. First report of root-knot nematode, *Meloidogyne graminicola*, on rice in Zhejiang, Eastern China [J]. Plant Disease, 2017, 101(12): 2152-2153.
[9] SORIANO I R, PROT J C, MATIAS D M. Expression of tolerance for *Meloidogyne graminicola* in rice cultivars as affected by soil type and flooding [J]. Journal of Nematology, 2000, 32(3): 309-317.
[10] MANTELIN S, BELLAFIORE S, KYNDT T. *Meloidogyne graminicola* a major threat to rice agriculture [J]. Molecular Plant Pathology, 2017, 18(1): 3-15.
[11] 黄文坤, 向超, 刘莹, 等. 水稻拟禾本科根结线虫发生与防治[J]. 植物病理学报, 2018, 48(3): 289-296.
[12] 黄耀师, 梁震, 李丽. 我国植物线虫研究和防治进展[J]. 农药, 2000(2): 11-13.
[13] 芮凯, 王会芳, 符美英, 等. 6种杀线剂对水稻根结线虫的防效评价[J]. 农药, 2015, 54(8): 613-615.
[14] 刘刚. 氟吡菌酰胺与吡虫啉混合包衣种子处理对水稻拟禾本科根结线虫防效显著[J]. 农药市场信息, 2019(2): 47.
[15] SHARMA-POUDYAL D, 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): 181-185.
[16] 王燕平, 杨芳, 张重梅, 等. 干尖线虫感染水稻生产种现状及其源头分析[J]. 西南农业学报, 2017, 30(8): 1772-1776.
[17] ZHAN Liping, DING Zhong, PENG Deliang, et al. Evaluation of Chinese rice varieties resistant to the root-knot nematode, *Meloidogyne graminicola* [J]. Journal of Integrative Agriculture, 2018, 17(3): 621-630.
[18] 崔鑫, 岳向国, 李斌, 等. 蔬菜作物根结线虫病害防治研究进展[J]. 中国蔬菜, 2017(10): 31-38.
[19] 白全江, 张庆平, 席先梅, 等. 蔬菜根结线虫病发生危害及综合防治技术研究进展[J]. 内蒙古农业科技, 2012(2): 70-72.
[20] 胡玉金, 冯敏, 郭文秀, 等. 作物根结线虫病害综合防治技术概述[J]. 山东农业科学, 2019, 51(4): 149-156.
[21] 周建宇, 袁涛, 叶姗, 等. 氟吡菌酰胺不同施药方式对水稻拟禾本科根结线虫的防治效果[J]. 植物保护学报, 2018, 45(6): 1412-1418.
[22] BRIDGE J, PAGE S L J. The rice root-knot nematode, *Meloidogyne graminicola*, on deep water rice (*Oryza sativa* subsp. *indica*) [J]. Journal of Physiology, 1982, 232(2): 74-75.
[23] NETSCHER C, ERLAN X. A root-knot nematode, *Meloidogyne graminicola*, parasitic in rice in Indonesia [J]. Afro-Asian Journal of Nematology, 1993, 3(1): 90-95.

(责任编辑: 杨明丽)