

# 马铃薯腐烂茎线虫侵入甘薯部位以及在植株内的种群动态

漆永红<sup>1,2</sup>, 李秀花<sup>2</sup>, 马娟<sup>2</sup>, 李敏权<sup>1</sup>, 陈书龙<sup>2</sup>

(1. 甘肃农业大学 草业学院, 甘肃 兰州 730070)

(2. 河北省农林科学院 植物保护研究所, 河北省农业有害生物综合防治工程技术研究中心, 河北 保定 071000)

**摘要:**在自然环境条件下, 采用人工接种的方式对马铃薯腐烂茎线虫侵入甘薯部位以及在甘薯植株内的种群动态进行研究。结果表明, 马铃薯腐烂茎线虫自甘薯秧苗的基部侵入, 逐步向上迁移危害。在移栽后 4 周, 线虫仅在地下茎下部 3 cm 部分危害; 移栽后 8 周, 线虫扩展到地下茎接近地面部位; 移栽后 10 周, 线虫扩展到地上茎部分; 移栽后 12 周, 线虫已转移到新结甘薯块根上危害; 但未发现线虫侵入甘薯须根。在装有 500 g 沙壤土的塑料管中移栽甘薯秧苗, 在接种量为每克土壤含 1~2 头线虫时, 24 d 后秧苗的发病率为 40%, 发病指数低于 10, 60 d 后发病率达到 100%, 病指为 20~24, 120 d 后的病指为 52~60; 在接种量为每克土壤含 16~64 头线虫时, 24 d 后秧苗的发病率为 60%~80%, 发病指数为 20, 60 d 后发病率为 100%, 发病指数为 40~48, 120 d 后的发病指数达 60~100; 在接种量为 128~256 头/克土时, 24 d 后的秧苗发病率已达 100%, 发病指数为 20, 96 d 后其病指高达 100。线虫在甘薯内的数量随接种时间的延长呈指数增长趋势。在低剂量接种处理, 每克土壤含 1~2 头线虫时, 线虫在移栽 60 d 以前, 秧苗内线虫数量较少, 单茎数量在 49~56 头之间, 而此时高剂量接种处理线虫数量已达 200 头以上。在植株生长后期, 其茎内的线虫数量又出现下降趋势。

**关键词:** 马铃薯腐烂茎线虫; 侵染部位; 群体动态

中图分类号: S532.01 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2008)增刊-0234-04

## The Infection and Dynamics of *Ditylenchus destructor* in Sweet Potato

QI Yong hong<sup>1,2</sup>, LI Xiu hua<sup>2</sup>, MA Juan<sup>2</sup>, LI Min quan<sup>1</sup>, CHEN Shu long<sup>2</sup>

(1. Pratacultural College, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China;

2. Institute of Plant Protection, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, IPM Centre of Hebei Province, Baoding 071000, China)

**Abstract:** The penetration and dynamics of *Ditylenchus destructor* in sweet potato were studied in a natural filed condition with an inoculation method. The results showed that the nematodes penetrated to the seedling from its tip (6 cm deep from soil surface) and then migrated to upside in the seedling. The nematodes could migrate in underground stem closing to ground 8 weeks later. The nematodes reached to the aerial stem of a plant and caused damage 10 weeks after transplanting. The nematodes migrated to the new tuber roots and caused the damage 12 weeks after transplanting, but the nematodes were not extracted from the fiber roots. The nematode dynamics in the sweet plants were determined with a series of inoculation densities. The disease incidences were 40% and disease indexes were 10 in the treatments of 1 g soil containing 1~2 nematodes in 24 d after transplanting (DAT), and disease incidences reached to 100% in 60 DAT, the disease indexes were 52~60 in 120 DAT, while the disease incidences were 60%~80% and disease indexes were 20 in the treatments of 1 g soil containing 16~64 nematodes in 24 DAT, and the disease indexes reached as high as 60~100 in 120 DAT. The disease incidences reached 100% in 24 DAT and disease indexes were 100 in 96 DAT in the highest inoculation densities (256 nematodes per gram soil). Generally, the numbers of nematodes increased in the plants with both of increasing nematode densities and culture times. The numbers of nematode per stem were 49~56 in the treatments of 1 g soil containing 1~2 nematodes in 60 DAT, while its numbers were more than 200 in the treatments 1 g soil containing more than 16 nematodes. The numbers of nematode started to decline in 96 DAT in the treatments of 1 g soil containing more than 2 nematodes. Our studies determined the nematodes penetration site *D. destructor* to the sweet pota-

收稿日期: 2007-11-18

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划(2006BAD08A08); 国家自然科学基金项目(30671409)

作者简介: 漆永红(1980-), 男, 甘肃武威人, 在读硕士, 主要从事植物寄生线虫研究。

通讯作者: 陈书龙(1965-), 男, 河北阜城人, 博士, 研究员, 主要从事线虫学研究。

to seedling and the linear relation between the numbers of nematode in the soil and disease indexes. Our data provided more information in the selection of control strategy and measure for managing *D. destructor* in sweet potato.

**Key words:** *Ditylenchus destructor*; Penetration; Population dynamics

马铃薯腐烂茎线虫(*Ditylenchus destructor*) 侵染造成的甘薯茎线虫病是制约甘薯生产的重要病害之一, 在我国的河北、山东、河南等甘薯主产区普遍发生, 由于甘薯种植区多为丘陵地区, 生产上很难与其他作物进行轮作, 造成土壤线虫密度逐年增加, 致使此病日益加重; 另外种薯、薯苗的频繁调运导致该病的发病面积呈扩大趋势。在甘薯生长期间, 如有大量茎线虫侵入薯苗, 其在适宜的环境条件下迅速繁殖, 将严重影响甘薯的正常生长和发育。甘薯受到马铃薯腐烂茎线虫的侵染, 轻者减产 10% ~ 30%, 重者达 50% ~ 80%, 甚至绝收<sup>[1]</sup>。近年来, 我国就该病的病原以及防治策略等作了初步研究<sup>[2-5]</sup>, 但是对该病害的发生规律, 尤其是马铃薯腐烂茎线虫侵入甘薯部位、在甘薯植株内的群体动态等, 尚未见深入研究报道。本试验通过在土壤中定量接种线虫旨在确定马铃薯腐烂茎线虫侵入甘薯植株位点、探索其群体动态变化规律, 明确土壤线虫量对植株发病的影响, 为制定该病害的防治策略提供理论基础。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试线虫及作物

马铃薯腐烂茎线虫采自河北省沧县受茎线虫侵染的病薯。参照 Southey 的方法<sup>[6]</sup>, 先将病薯切成 1 cm<sup>3</sup> 小块放置于浅盘中, 加入适量的灭菌水, 然后将分离到的茎线虫用 1% 硫酸链霉素消毒, 用灭菌水冲洗 3 次, 并将线虫溶液接种于对马铃薯腐烂茎线虫高度敏感品种(一窝红)薯块中, 用石蜡封口, 在 25℃ 培养箱中培养 1 个月<sup>[7]</sup>, 用浅盘法再次分离线虫, 用于试验。试验用甘薯品种为一窝红, 秧苗直接从市场购买。

### 1.2 马铃薯腐烂茎线虫侵入甘薯部位

将自然田壤土与 1/3 倍的细沙混合成沙壤土, 在 121℃ 温度下湿热灭菌 1 h, 然后与定量线虫液混合, 使土壤中的线虫量为每克土含 100 头线虫, 然后在直径 5 cm, 长 20 cm 的塑料管中(底部用牛皮纸包扎)装携带线虫的土壤 500 g。选择生长一致的甘薯秧苗, 每管移栽 1 株, 移栽甘薯苗深度约 6 cm, 然后将种植甘薯苗的塑料管埋于未受马铃薯腐烂茎线虫侵染的大田, 共种植 30 株, 然后将甘薯苗分成 4 部分: 须根、3 cm 长地下茎下部、3 cm 长地下茎上部和地表上部茎 3 cm 长。并将甘薯秧苗的各个部分分别用浅盘法分离植株内的茎线虫。2007 年 5 月 10

日种植(河北保定地区的常规甘薯移栽时间), 每隔 14 d 取样一次, 每次随机取 5 株, 总共取样 6 次。

### 1.3 马铃薯腐烂茎线虫在甘薯秧苗内的种群动态

按上述方法配制试验用土壤并进行消毒, 然后与线虫液混合, 使每克沙壤土分别含有 1, 2, 4, 16, 64, 128, 256 头线虫。设不含有线虫的空白对照。在直径 5 cm, 长 20 cm 的塑料管中分装不同处理的沙壤土 500 g, 挑取生长一致的甘薯苗, 每管移栽 1 株, 每一处理种植 50 株。然后移栽于未受马铃薯腐烂茎线虫侵染的大田, 塑料管中的土表深度与大田土壤表面深度一致。2007 年 5 月 10 日种植, 然后每隔 12 d 取样一次, 每个处理每次随机取 5 株, 共取样 10 次, 调查每一处理的甘薯发病程度与茎内的线虫数量。

### 1.4 植株病情观察及记载

每次取样后将各植株用剪刀劈开, 观察发病情况。病情分级参见谢逸萍等<sup>[8]</sup>的方法, 植株病情分级如下, 0 级: 全株不发病; 1 级: 开始发病, 尚不显著; 2 级: 受害达全株 1/3; 3 级: 受害达全株 1/2; 4 级: 受害达全株 2/3; 5 级: 全株发病。分别计算不同处理的发病率与发病指数。

### 1.5 数据的统计与分析

将原始线虫数量进行  $\log(X+1)$  转换, 然后用 DPS 软件包进行统计分析, 采用 Duncan 新复极差法进行显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 马铃薯腐烂茎线虫侵入甘薯的部位

在不同时间对甘薯苗不同部位内的马铃薯腐烂茎线虫数量进行检测(表 1)。移栽后 2 周, 在甘薯苗的各个部位均未监测到线虫, 表明线虫在此期间尚未侵入秧苗并建立起自己的种群; 移栽 4 周后, 仅在甘薯苗的地下茎下部 3 cm 部位分离出线虫, 线虫数量较低, 平均单茎线虫数量仅为 17.2 头, 而在其他部位均未发现线虫。说明线虫是由薯苗的底部侵入, 并逐步向上扩展, 在移栽 8 周后, 线虫已迁移到地下茎上部 3 cm 区间进行为害。平均单茎线虫数量达 102.6 头, 此时茎基部白色部分开始呈现黑褐色, 剖开茎部发现, 髓部呈现白色干腐。在移栽后 10 周, 在甘薯的地上茎部分离到线虫, 说明此时线虫已向上扩展到地上茎危害, 地下茎内出现褐色空腔, 髓部呈现褐色干腐, 切口处已不流白色乳液。在

移栽后 8 周, 薯秧开始结薯块, 但在 12 周后才在薯块内监测到线虫。在整个检测过程中, 在甘薯的须根上均未发现线虫, 说明线虫不侵入须根部。

表 1 马铃薯腐烂线虫在甘薯植株内部不同部位与不同时间的数量变化

Tab.1 The number of <i>Ditylenchus destructor</i> in different parts of sweet potato seedling					
调查时期 Time after transplanting	地下茎 Underground stem		地下茎 Underground stem		薯块 Tuber root
	须根 Root fiber	下部 3 cm stem downside 3 cm length	上部 3 cm stem upside 3 cm length	地上茎部 Aerial stem	
2 周 2 weeks	0	0 e	0 d	0	-
4 周 4 weeks	0	17.2 d	0 d	0	-
6 周 6 weeks	0	102.6 c	0 d	0	-
8 周 8 weeks	0	226.2 b	14.2 c	0	0 b
10 周 10 weeks	0	337.8 b	103.4 b	49.6 b	0 b
12 周 12 weeks	0	1 094.8 a	1 413.2 a	2 168 a	68 a

注: 表中的数据为同一处理 5 次重复的平均值。同列中标记有相同字母为差异不显著 ( $p < 0.05$ )。“-”表示薯块尚未形成。

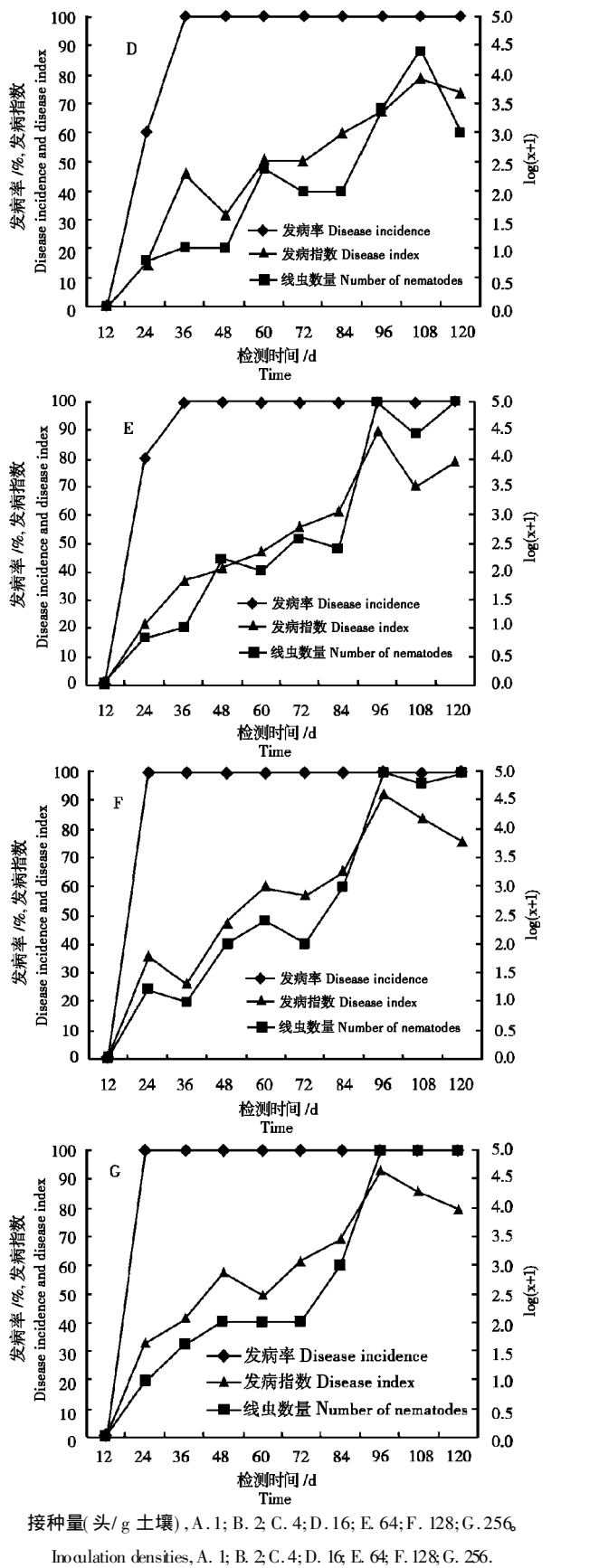
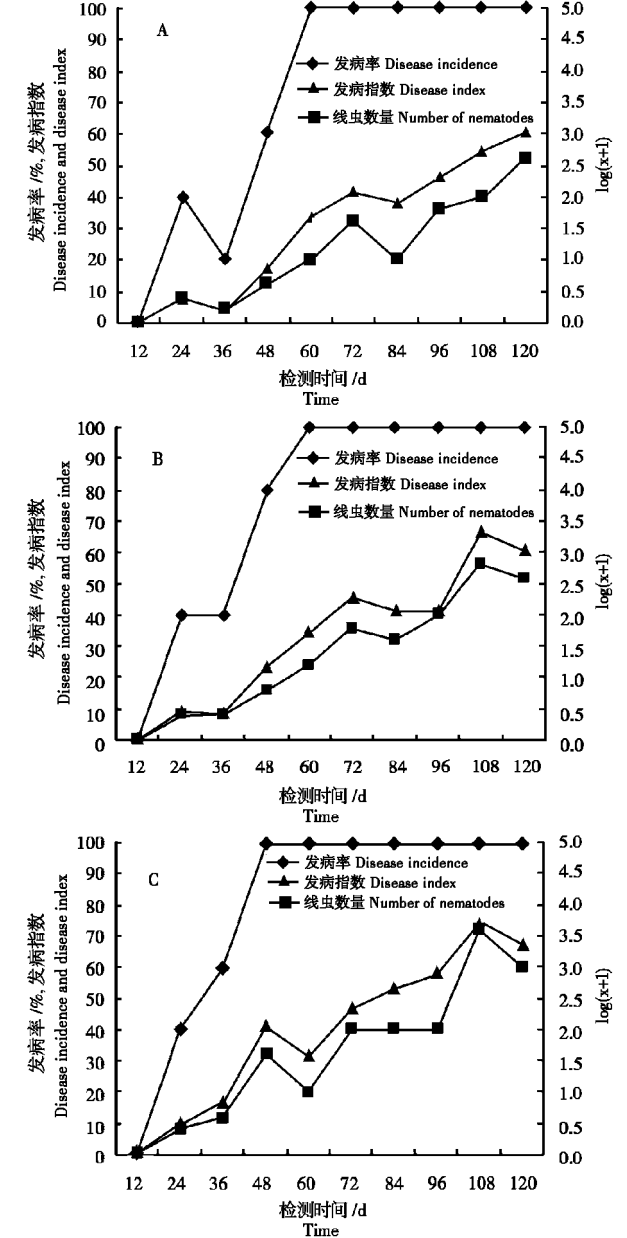


图 1 甘薯秧苗内马铃薯腐烂茎线虫的种群动态与发病趋势  
Fig.1 Dynamics of *Ditylenchus destructor* and the relations between the disease incidence, disease index and the inoculation densities

## 2.2 马铃薯腐烂茎线虫在甘薯秧苗内的种群动态

甘薯秧苗内马铃薯腐烂茎线虫的种群动态与发病趋势见图1, 移栽12 d后, 在所有接种量处理中均未发现线虫与甘薯茎线虫病症状, 说明线虫病害的危害具有一定潜伏期, 之后随接种线虫数量的增加, 秧苗的发病越重且越早。在接种量为每克土壤含1~2头线虫时, 24 d后秧苗的发病率为40%, 发病指数低于10(图1-A, B), 60 d后发病率达到100%, 病指为20~24, 120 d后的病指为52~60; 在接种量为每克土壤中含16~64头线虫时, 24 d后秧苗的发病率为60%~80%, 发病指数为20, 60 d后发病率为100%, 发病指数为40~48(图1-D, E), 120 d后的发病指数达60~100; 在接种量为128~256头/g土时, 24 d后的秧苗发病率已达100%, 发病指数为20, 96 d后其病指则高达100(图1-F, G)。

在不同接种量处理中, 线虫的发展趋势一致, 随着时间增加, 线虫在甘薯内的数量呈指数增长。相对来讲, 在低剂量接种处理每克土壤中含1~2头线虫时, 线虫在移栽60 d以前, 线虫数量较少, 单茎数量在49~56头之间, 而此时高剂量接种处理单茎内线虫数量已达200头以上。在低剂量接种处理每克土壤含1头线虫, 整个试验过程中线虫数量一直处于增长趋势, 而其他高剂量处理, 在植株生长后期, 其茎内的线虫数量开始下降, 这可能是由于茎内的营养不足造成的。

## 3 讨论

甘薯茎线虫病是甘薯生产区普遍发生的一种毁灭性病害, 明确线虫的发生发展规律是制定防治策略, 提高对线虫防治效果的重要前提, 目前, 关于甘薯茎线虫病的研究主要集中于甘薯茎线虫病原线虫的鉴定、品种抗病性和田间化学药剂防治上<sup>[1, 3-5]</sup>, 有关线虫在自然条件下对定植薯秧的侵入, 线虫在薯秧内的种群动态以及病害的发生发展趋势缺乏深入研究。本研究确定了线虫主要从甘薯秧苗下部末端侵入, 并由此逐渐向上扩展。因此重点保护秧苗末端免受线虫的侵染危害, 将为甘薯茎线虫病的防治提供一条新的研究思路。

同一作物的不同部位对线虫的侵入影响不同。1955年 Wieser 发现, 离体的番茄根顶端2 mm 对北

方根结线虫有排斥作用, 在此位置上未发现线虫, 从根尖往上3~8 mm的组织对线虫的吸引力增加, 有大量线虫聚集, 8 mm以上的组织呈现中性或对线虫有排斥作用, 说明寄主的不同部位对线虫的吸引或排斥能力不同, 说明线虫对其侵入位点有其特殊的选择。本试验结果表明, 马铃薯腐烂茎线虫不能侵染甘薯的须根, 而是通过秧苗底部末端侵入, 这可能是由于甘薯的不同部位对线虫产生的趋化物质不同, 或者不同部位的组织结构不同影响了线虫的侵入。

本研究证实马铃薯腐烂茎线虫对甘薯危害的严重性, 在每克土壤含有1头线虫, 植株在2个月后的发病率达100%, 其病情指数高达20以上。马铃薯腐烂茎线虫在土壤中主要以幼虫形态越冬, 但主要通过残存在甘薯薯块内的卵、幼虫、成虫作为下一年的初侵染源。病薯内线虫数量数以万计, 因此不难想象甘薯茎线虫的危害严重性, 这也说明清除土壤中的含线虫的病残体对防治甘薯茎线虫病的重要性。

## 参考文献:

- [1] 周 忠, 马代夫. 甘薯茎线虫病的研究现状和展望[J]. 杂粮作物, 2003, 23(5): 288-290.
- [2] 刘维志, 刘清利, 尼秀媚. 马铃薯茎线虫 *Ditylenchus destructor* Thorne 1945 的描述[J]. 莱阳农学院学报, 2003, 20(1): 1-3.
- [3] 祁 芳, 李岗生. 甘薯茎线虫病发生原因分析及防治建议[J]. 邯郸农业高等专科学校学报, 2000, 17(4): 8-10.
- [4] 张渝洁. 甘薯茎线虫病的发病特点及其防治[J]. 安徽农业科学, 2005, 33(8): 1387-1396.
- [5] 付 波, 吴祖善, 王传仕, 等. 大连地区甘薯茎线虫病严重发生的原因及其防治对策[J]. 杂粮作物, 2002, 22(5): 294-295.
- [6] Southey, J. F. Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes[M]. London, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Her Majesty's Stationary Office, 1986: 202.
- [7] 林茂松. 室内人工接种测定甘薯品种对马铃薯腐烂线虫的抗性[J]. 南京农业大学学报, 1989, 3: 44-47.
- [8] 谢逸萍, 马代夫, 李洪民, 等. 甘薯茎线虫抗性鉴定方法及评价[J]. 杂粮作物, 2002, 22(1): 50-51.