

广西北部罗汉果根结线虫病研究

丘风波 黄家德

(广西植物研究所)

摘要 罗汉果根结线虫是罗汉果的一个重要病害。在室内盆栽接种条件下, 该线虫年发生6代。本文叙述了线虫的生物学及其寄主植物。防治试验结果表明, 穴施灭克磷等是有效的。土壤翻晒也能消灭大部分土中线虫, 病薯用热处理也有很好的效果。

关键词 根结线虫; 罗汉果

广西北部是罗汉果 *Siraitia grosvenori* (Swingle) C. Jeffrey 主产区, 种植面积和产量均为全区之首, 但多年来因根结线虫病的危害, 损失严重。据调查发病株率为20~100%, 种薯腐烂损失率常年在20~30%, 因受其害所造成的减产一般为20%, 重者约达70%, 个别严重疫区甚至全部失收。本病在广西其他产区也有发生, 已成为桂北乃至全区罗汉果生产的一大障碍。我们曾在寻求有效防治措施的同时, 对其病原线虫及生活史, 寄主植物等作了观察, 结果报道如下。

一、为害症状

根结线虫病是土壤性病害, 凡植株入土部分的根和种薯均受害, 主要症状是被害根和薯形成大小不一的根结——虫瘿, 故群众称“起泡病”(桂北)、“麻疯病”(桂南)。根部被害, 多从根尖开始, 在侵入部位呈球状或棒状的虫瘿, 以后虫瘿增大, 二个或多个虫瘿汇聚, 使被害呈结节状肿大。种薯被害后, 多在表面产生瘤状突起, 小者如豆, 大者如蛋。虫瘿初时表面光滑, 后期粗糙, 龟裂, 极易导致其它病虫侵染而腐烂。割切虫瘿可见乳白色针尖大小物即为病原雌成虫。被害植株由于根系受损, 轻则生长缓慢, 藤蔓小, 推迟开花结果, 甚至不开花, 重则不发苗或全株枯死。

二、病原线虫

1. 形态: 据鉴定, 在桂北为害罗汉果的根结线虫主要为 *Meloidogyne incognita* Chitwood, 此外, 也有 *M. javanica* Chit., 属线虫纲 Nematoda, 垫刃目 Tylenchida 异皮科 Heteroderidae, 根结线虫属 *Meloidogyne*。现将主要为害种 *M. incognita* 的主要特征描述如下:

雄虫 体线状, 头部稍尖, 尾部指状有两根棒状交合刺, 体长宽为 $1235\sim1348\times29.5\sim37.0$ 微米, 吻针长约20微米。

雌虫 梨形, 头部尖, 颈部伸长, 胴部膨大呈球形, 体长宽为 $350\sim448\times14\sim21$ 微米。会阴花纹略呈卵形, 线纹平滑到波浪形, 弓高, 弓形不整齐。

幼虫 脱皮三次, 分四龄期。一龄幼虫在卵内发育。二龄侵染幼虫体线状, 无色透明,

承华南农业大学冯志新教授鉴定线虫学名, 本所黄德爱同志鉴定野生寄主植物学名, 均此致谢。

头部钝,尾稍尖,活动缓慢,体长宽为 $350\sim 448\times 14\sim 21$ 微米。

卵 肾状,包于雌虫分泌的胶质卵囊内。长宽为 $77\sim 105\times 35\sim 49$ 微米。

卵囊 棕黄色,不规则形,大小以含卵粒多少而异,有的比雌虫体还大。

2. **生活史**: 产卵于卵囊中。一龄幼虫于卵内呈“8”字形卷曲,在卵壳内第一次脱皮。孵化出来的幼虫即为二龄侵染幼虫,它在土壤内活动,寻找适于侵染的根,多在根尖部分侵入,头部插入中柱,由食道腺分泌毒物,刺激周围根细胞膨大形成虫瘿。此时起称为二龄寄生幼虫,在此取食,身体逐渐发育变宽,经二次脱皮后,分别发育成三龄幼虫和四龄幼虫及雌成虫、雄成虫。雌成虫定居原处为害,繁殖,一生不再移动,雄成虫则离开虫瘿,在土中自由生活并寻找雌虫交配。卵集聚于棕黄色胶质卵囊内。一个卵囊内有卵 $165\sim 356$ 粒,卵成熟后继续孵化为害。

据一周年的盆栽罗汉果苗接入二龄侵染幼虫的观察,在桂北雁山室内条件下,该线虫一年能完成约六个世代。第一代于3月上旬至5月上旬完成,需 $60\sim 64$ 天;第二代于6月下旬完成,需 $38\sim 41$ 天;第三代于7月下旬完成,需 $28\sim 30$ 天;第四代,第五代分别于8月下旬和9月底完成,需时为 $31\sim 32$ 天;第六代于10月上旬至12月下旬完成。完成一代所需的时间长短,与温度高低有密切相关。如平均气温 26.7°C 时,一代历时为41天, 28°C 时,30天便可完成一代。

在自然条件下,从卵内出来的二龄侵染幼虫,往往难于寻到适于侵入的根而在土中生活一定的时间,发育因而受到影响,故其世代数不可能有6代之多。

3. **垂直分布**: 为了解不同土层中的虫口密度,曾于重病地,不同土质与不同深度的土层中分别取样分离镜检观察,结果(表1)表明,罗汉果根结线虫幼虫在各类土中的分布稍有差异,壤土和沙土中的分布较砾土为深;各类土中的分布,均依土层深度而变动。不论壤土,沙土和砾土中的幼虫,均主要分布于土层 $10\sim 30$ 厘米处,与罗汉果植株根系在各类土层中的分布成正相关系。

4. **对土壤酸碱度的反应**: 曾用盆栽接种法,测定本线虫对不同土壤酸碱度的反应结果表明,罗汉果根结线虫对土壤pH值适应性较强,在 $\text{pH } 4\sim 9$ 的土壤中均能生活,即使罗汉果植株也不宜生长的土壤内($\text{pH } 4$ 和 $\text{pH } 9$),都并不完全丧失其侵染力。 $\text{pH } 5\sim 7$ 的土壤最适于病原线虫的生活。

表1 罗汉果根结线虫在不同土壤中的垂直分布调查

土层深度 (厘米)	粘质土		沙壤土		砾石土	
	土层虫数	占总虫数%	土层虫数	占总虫数%	土层虫数	占总虫数%
0—10	180	20.4	75	10.9	37	37.0
10—20	320	36.3	280	40.6	45	45.0
20—30	286	32.4	246	35.6	10	10.0
30—45	84	9.5	64	9.2	5	5.0
45—60	12	1.4	25	3.7	3	3.0

1980年7月茶洞

三、发生与环境条件的关系

1. **温度**: 温度对幼虫的影响十分明显。据1983年田间早播罗汉果苗观察,土中越冬幼虫侵染罗汉果根系的最低土温为 14.5°C ;土壤中幼虫最高致死温度为 52°C ,用此温度处理病土30分钟,可杀死95%以上的土中病原线虫。

2. **湿度**: 据室内盆栽接种观察证明,土壤含水量占最大持水量的15%以下和80%以上均不利于线虫为害,最适于线虫侵染的土壤湿度是 $40\sim 60\%$ 。

3. **地理位置**: 桂北罗汉果种植区大致分为山地老产区和平原丘陵新区二类,虽然这二

类种植区均有发生,但从调查中可见,山地为害较轻,病株率多在20%以下,土壤中的线虫密度也低。而平原丘陵产区发生重,病株率多在30%以上,病株率达100%的罗汉果地比比皆是。可能和山区的气温,土质和土湿有关。山区罗汉果地多数处于高山密林中,日照短,土温低等,不利于线虫繁殖而为害轻。

四、寄 主 植 物

1980—1983年观察了罗汉果根结线虫在桂北常见的寄主植物。栽培作物采用室内盆栽接种法,接种后约60天,分别挖起检查根系上虫瘿数,并按如下标准分级,记述被害程度,共观察了12科39种,其中29种为寄主植物,10种则未发现为害;野生植物则是在病地内挖取,仔细观察根系,遇到根结即剖切镜检,分级方法同上(表2—3)。

寄主植物根系被害程度分级标准

0级——根上无虫瘿;十级——虫瘿不明显,仅在个别根系上见到;++级——根系上虫瘿明显,有虫瘿根系占总数20%以下;+++级——有虫瘿根系占总数20~50%,个别虫瘿相连;++++级——有虫瘿根系占总数50%以上,虫瘿成串,部分虫瘿腐烂。

表2 盆栽测定39种栽培作物感病情况

科 名	作物名称	学 名	感染程度
豆 科	豆 角	<i>Dolichos sinensis</i> L.	++++
"	豇 豆	<i>Vigna sinensis</i> Endl.	+++
"	黄 豆	<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	++
"	碗 豆	<i>Pisum sativum</i> L.	++
"	黑 豆	<i>Glycine soja</i>	++
"	绿 豆	<i>Phaseolus radiatus</i> L.	++
"	刀 豆	<i>Canavalia gladiata</i> DC.	+
"	花 生	<i>Arachis hypogaea</i> L.	0
"	豆 薯	<i>Pachyrhizus erosus</i> (L.) Urban	0
"	猪屎豆	<i>Crotalaria mucronata</i> Desv.	0
十字花科	茹 菜	<i>Raphanus sativus</i> L.	++
"	白 菜	<i>Brassica chinensis</i> L.	+
葫芦科	南 瓜	<i>Cucurbita moschata</i> Duch.	++++
"	冬 瓜	<i>Benincasa hispida</i> Cogn.	+++
"	节 瓜	<i>B. hispida</i> Cogn. var. <i>chieh-qua</i> How.	+++
"	黄 瓜	<i>Cucumis sativus</i> L.	+++
"	西 瓜	<i>Citrullus vulgaris</i> Schrad.	+++
"	丝 瓜	<i>Luffa acutangula</i> Roxb	+++
"	香 瓜	<i>Cucumis melo</i> L.	+++
"	木鳖子	<i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng	++++
"	苦 瓜	<i>M. charantia</i> L.	++
菊 科	生 菜	<i>Lactuca sativa</i> L.	+
"	苦蕒菜	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	0
禾本科	水 稻	<i>Oryza sativa</i> L.	0
"	玉 米	<i>Zea mays</i> L.	+

续表 2

科 名	作物名称	学 名	感染程度
禾本科	高粱	<i>Sorghum vulgare</i> Pers.	0
"	甘蔗	<i>Sacharum officinarum</i> L.	+++
茄科	番茄	<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.	++++
"	烟叶	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	++
"	辣椒	<i>Capsicum annum</i> L.	++
"	茄子	<i>Solanum melongena</i> L.	++
十字花科	大头菜	<i>Brassica juncea</i> (L.) Coss.	+
旋花科	红薯	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Poir.	+
"	蕹菜	<i>Ipomoea aquatica</i> Forsk.	0
商陆科	商陆	<i>Phytolacca acinosa</i> Roxb.	++
芝麻科	芝麻	<i>Sesamum orientale</i> L.	0
芸香科	柑子	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	0
茶科	油茶	<i>Camellia oleifera</i> Abel.	0
姜科	姜	<i>Zingiber officinale</i> Rosc.	++

表 3

罗汉果园内罗汉果根结线虫寄主植物

科 名	植物名称	学 名	感染程度
菊科	胜红蓟	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	+++
"	革命菜	<i>Gynura crepidioides</i> Benth.	++
"	小一点红	<i>Emilia prenanthoides</i> DC.	++
"	小飞蓬	<i>Erigeron canadensis</i> L.	++
"	九里明	<i>Senecio scandens</i> Buch-Ham.	+
"	香丝草	<i>Erigeron crispus</i> Pourr.	+
马鞭草科	珍珠枫	<i>Callicarpa bodinieri</i> Lévl.	+
"	紫珠	<i>Callicarpa rubella</i> Lindl.	++
"	灯笼草	<i>Clerodendrom fortunatum</i> Lindl.	+
野牡丹科	细叶野牡丹	<i>Melastoma intermedium</i> Dunn	+
"	肖叶野牡丹	<i>M. nomale</i> D. Don	+
"	地 蓼	<i>Malastoma dodecandrum</i> Lour.	
百合科	沿阶草	<i>Ophiopogon</i> sp.	++
报春花科	大田基黄	<i>Lysimachia fortunei</i> Maxim.	++
蔷薇科	吊杆炮	<i>Rubus corchorifolius</i> L. f.	++
"	悬钩子	<i>Rosa palmatus</i> Thb.	
茜草科	黄毛耳草	<i>Oldenlandia chrysotricha</i> Chun	+
"	玉叶金花	<i>Mussaenda pubescens</i> Ait. f.	+
紫草科	附地菜	<i>Trigonotis peduncularis</i> (Trev.) Benth.	++
堇菜科	黎头草	<i>Viola inconspicua</i> BL.	+
金丝桃科	田基黄	<i>Hypericum japonicum</i> Thb.	+
茶科	碎米草	<i>Eurya chinensis</i> R. Br.	++
紫金牛科	杜 茎 山	<i>Maesa japonica</i> (Thb.) Mor.	++
伞形科	崩大碗	<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	+

续表 3

科 名	植物名称	学 名	感染程度
桑 科	五 指 牛 奶	<i>Ficus simplicissima</i> Lour.	++
禾 本 科	芒	<i>Miscanthus sinensis</i> Anderss.	0
"	白 茅	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Beauv.	0
"	马 唐	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	0
"	牛 筋 草	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	0
莎 草 科	碎 米 沙 草	<i>Cyperus iris</i> L.	0
"	香 附 子	<i>Cyperus rotundus</i> L.	0
大 戟 科	算 盘 子	<i>Glochidion puberum</i> (L.) Hutch.	0
"	飞 杨 草	<i>Euphorbia hirta</i> L.	0
"	白 背 梧	<i>Mallotus apelta</i> (Lour.) M-A.	0
蓼 科	辣 蓼	<i>Polygonum hydropiper</i> L.	0
菝 葜 科	土 茯 苓	<i>Smilax glabra</i> Roxb.	0
樟 科	木 姜 子	<i>Litsea cubeba</i> Pers.	0
海金沙科	海 金 沙	<i>Lygodium japonium</i> (Thumb.) SW.	0

五、防 治 研 究

为寻求罗汉果根结线虫的有效防治方法, 曾就栽培防治、药物防治及病薯处理等方面作了探讨。

1. 栽培防治

(1) 土壤翻晒和丢荒试验: 根据根结线虫幼虫不耐高温和干燥, 并只有在活寄主内才完成其世代的特点, 进行了病土翻晒和丢荒防治试验。试验设于熟荒地。为增加土中线虫虫口, 试验前将含有虫瘿的罗汉果根成块撒于地中, 并种植罗汉果植株一年, 处理时挖出植株。土壤翻晒于晴天定期10天一次, 设播种后覆盖稻草的为对照区。丢荒处理的挖翻后丢荒。每次土壤翻晒前, 同时在各处理区取样分离镜检线虫, 处理后种植罗汉果健苗, 以再验证其防效。小区面积2×2平方米, 重复3次。处理时间1983年7月7日至9月27日。结果(表4)表明, 土壤翻晒9次和土壤丢荒79天, 对病地内线虫有一定的防治效果。表现为土中线虫密度下降, 病株率和2—3级病株均比对照大为减少。

表 4

土壤翻晒和丢荒对罗汉果根结线虫防治效果

1983年本所

处理项目	观察株数	病株数	病株%	各 级 病 株 数								病情指数	防治效果%
				0 级		1 级		2 级		3 级			
				株数	占%	株数	占%	株数	占%	株数	占%		
土壤翻晒	86	30	34.8	56	65.1	17	19.7	7	8.1	6	6.9	14.2	61.3
丢 荒	96	36	37.5	60	62.5	15	15.6	10	10.4	11	11.4	17.7	58.3
对 照	90	81	90	9	10	11	12.2	18	20	52	57.7	56.1	

(2) 种植非寄主植物的试验: 鉴于罗汉果根结线虫不为害花生, 因此在病地种植花生

以观察有无防治效果? 试验在重病地进行。小区面积 2×2 平方米, 每小区播花生50粒, 株行距 10×10 厘米, 6次重复。110天拔除后种植罗汉果健苗, 以测定防效, 同时以种植在寄主作物番茄的作为对照区, 方法同上。结果如表5所示, 重病地种植非寄主花生110天, 对土中线虫有较好防治作用, 植株病株率减少, 根系病级减轻, 对照区中的罗汉果则病株率高, 根系受害严重。

表5

前作物对罗汉果感染根结线虫的影响

1983年本所

前 作 物	被 调 查 的 罗 汉 果 植 株											病 程 指 数
	调查株数	病株数	病株率%	各 级 病 株 数								
				0 级		1 级		2 级		3 级		
				株数	占%	株数	占%	株数	占%	株数	%占	
花 生	29	14	48.2	15	51.7	6	20.6	6	20.6	3	10.3	24.6
番 茄	30	30	100	0	0	7	23.3	10	33.3	13	46.6	72.5

(3) 病地换土试验: 1980年春于临桂茶洞重病地, 将罗汉果薯种植穴内病土约100公斤取出, 换上生荒地60厘米深处土, 并把原穴内病薯取出以热水处理或更换新薯。试验结果效果很好, 当年未发现线虫为害, 第二年土中线虫也很少, 增产效果明显, 但花费劳动力较大。

2. 药剂处理病土试验

1980—1984年曾在临桂六塘、茶洞及本所等重病地, 于3月份罗汉果种植期间, 采用穴施法处理病土。穴宽1平方米, 穴深6寸。用药前将原穴内病薯取出并刮除虫瘿或更换新薯。粉剂加少量细沙撒施。液剂每穴用原液加水约1公斤洒施。用药后立即覆土踏实土面, 7天后再开穴种植, 每一处理30~100穴, 设有对照区。

供试药剂计有茶麸粉200克、300克(每穴用量, 下同,); 石灰粉100克、200克; 漂白粉33克、50克; 过磷酸钙100克、200克、300克; 氯化苦50毫升; 3%呋喃丹25克、50克、75克及100克; 甲醛(工业用, 使用浓度1:30, 每穴1—1.5公斤); 80%敌敌畏(1:800, 每穴1—1.5公斤); 6%六六六10克; 80%二溴氯丙烷5~10毫升; 20%灭克磷3克、6克; 5%威灭磷15克、30克等共11种药剂。

从处理后定期取样分离镜检线虫、产量统计或计算病株率结果看, 以氯化苦、甲醛、二溴氯丙烷、灭克磷(6克/米²)和威灭磷(30克/米²)的效果为好(表6、7), 表现在处理区土壤内线虫密度减少, 增产效果明显。但氯化苦毒性大, 费用也高而难于应用; 其余呋喃丹、茶麸粉、石灰、漂白粉等不理想; 敌敌畏和六六六无效, 六六六且有药害。

表6

氯化苦等防治罗汉果根结线虫效果

1981年茶洞

处 理 项 目	用 药 前 土 中 虫 口 密 度	用 药 后 不 同 天 数 虫 数 (头 / 100 克 土)						20 株 平 均 产 果 个 数	比 对 照 增 加 产 果 %
		30 天		41 天		62 天			
		虫口 密度	虫 口 减 少 %	虫口 密度	虫 口 减 少 %	虫口 密度	虫 口 减 少 %		
穴施氯化苦50毫升/m ²	45.0	1.5	96.7	4.5	90.0	6.0	87.0	376	35.4
穴施甲醛1000克/m ²	22.0	15.5	29.4	11.5	47.7	8.0	63.6	282	17.4
对 照	30.5	35.0	-12.9	45.5	-33.0	68.0	-55.1	233	

表 7 不同用量灭克磷和威灭磷的防治效果 1984年本所

处 理	观察株数	病 株	病 株 %	防治效果%
沟施20%灭克磷 3克/米 ²	31	17	54.9	5.5
沟施20%灭克磷 6克/米 ²	37	5	13.5	76.6
沟施5%威灭磷 15克/米 ²	35	9	25.3	39.6
沟施5%威灭磷 30克/米 ²	31	5	16.2	72.1
对 照	31	13	58.1	

3. 病薯处理试验

罗汉果根结线虫为害罗汉果种薯极为普遍, 这些病薯因种苗调运而成为远距离传播的工具, 因此病薯处理十分必要。

我们曾用80%二溴氯丙烷(1:25、1:50), 酒石酸(2.5%、5%及10%三种浓度)及热水处理二年生以上的重病薯, 分刮除虫瘻和不刮除虫瘻二种。处理时间分别为20、30分钟, 处理后种植于消毒土中, 150天后挖取观察防治效果, 凡根或薯上有虫瘻者即作病株。结果除热水处理刮除虫瘻的效果最好外(见表8), 其余效果均不理想。

表 8 不同水温处理病薯(刮除虫瘻)的效果 本所

年 份	处 理 方 法		处 理 株 数	处 理 结 果				防治效果 %
	处理温度 (℃)	处理时间 (分钟)		活 株	活株%	病 株	病株%	
1980年	45	20	10	10	100	2	20.0	71.4
	48	20	10	10	100	1	10.0	85.7
	50	20	10	7	70	0	0	100
	52	20	10	6	60	0	0	100
	对照(冷水)	20	10	10	100	7	70.0	
1983年	45	20	15	15	100	3	20.0	71.4
	48	20	15	15	100	2	13.3	81.8
	50	20	15	11	73.3	0	0	100
	对 照	20	15	15	100	11	73.3	
1984年	45	20	15	15	100	3	20.0	66.6
	48	20	20	20	100	2	10.0	83.3
	对 照	20	20	20	100	12	60.0	

表8可见, 45℃热水处理20分钟, 对薯无影响, 效果为71.4%, 50~52℃处理20分钟, 薯上线虫被杀死, 但对薯成活有影响, 而48℃处理的效果在80%以上, 对薯无影响, 成活率100%。

六、结 语 及 讨 论

1. 根结线虫是罗汉果的一个毁灭性病害, 病原线虫寄主植物范围广, 在各类土壤中均有发生, 但不同种植区有发生轻重之别。调查表明, 山区具有罗汉果适生而不利线虫发生的生态环境。建议在桂北山地生产罗汉果, 减少平原丘陵区的种植, 以避免根结线虫病造成损失。

2. 罗汉果根结线虫在土中的分布, 主要在罗汉果植株营养根系最多的20~30厘米土层内, 这可作为药剂防治时施药深度的根据; 对39种栽培作物和38种野生寄主植物的观察结果, 可供新辟罗汉果园选地的依据。

3. 种植非寄主植物花生是防治罗汉果根结线虫病重病地简单、经济、可行的方法, 应进一步进行试验, 找出花生的有效种植期。

4. 病薯热处理在生产上有一定的经济价值。因目前种薯发病普遍, 可因种苗调运成为远距离传播的工具, 因此做好种薯防治, 并控制病薯调运, 极为重要。

参 考 文 献

- (1) 古德尹著, 毕志树译, 1957: 植物和土壤实验法。农业出版社, 12~30。
- (2) 泰勒等著, 杨宝君译, 1983: 植物根结线虫。科学出版社, 30~40。
- (3) Mary T. Franaklm, 1959: Root-Knot Nematodes, *Meloidogyne* spp, *Plant Nematodes* 7:49-57.
- (4) J. J. Stapleton et Respose of Phytoparasitic and free-living Nematodes to soil solarization and 1,3 dichloropene in California, *Phytopathology*, 1980, 10. 1429-1436.

A STUDY OF MELOIDOGYNE INCOGNITA OF LUOHANGUO IN NORTHERN GUANGXI

Qiu Feng-po and Huang Jia-de
(Guangxi Institute of Botany)

Abstract *Meloidogyne incognita* is an important disease of Luohanguo plants. It was found that Nematode in Luohanguo plants, cultivated in plates indoor, has about six generations a year. In this paper, the biology of Nematode and its host plants are described. Our test showed that the burrow spraying of the emulsion of DBCP or powder of MOCAP is effective for the control of Nematodes. Most Nematodes can be killed by soil solarization and hot water treatment also has significant effect for control of Nematodes in tuber.

Key words Root-knot Nematodes; Luohanguo