

肉食真菌的施用期对土壤线虫的防治效果*

蒋冬荣 周广泉 周志权 廖咏梅

(广西植物研究所 桂林 541006)

摘要 利用 CN.7(*Candelabrella* sp.)肉食真菌菌株防治土壤线虫危害寄主根系的效果,在很大程度上受施用时间的制约。试验结果说明:菌剂作为“保护剂”施用的效果远远优于作为“治疗剂”施用的效果。即在播种入土前或与播种同时施用,效果最好。

关键词 CN.7菌株 (*Candelabrella* sp.) 线虫病 防治

利用肉食真菌防治线虫病的应用中,把菌剂投放到土壤中的同期加入相应的有机物^[1,2,3],以提高防效,已有报道。但投放菌剂与寄主植物播期的时间差和防效的关系尚未见报道。为此,本文就此进行研讨。

CN.7菌株(*Candelabrella* sp.)捕食线虫的捕捉势强而稳定^[4]已有报道,其后从CN.7和CN.11(*Monacrosporium* sp.)菌株防治番茄根结线虫病的试验,从菌剂不同时间投放获得不同捕食效果^[5]得到启示:将菌剂作为“保护剂”或“治疗剂”可能存在着差异。为此进行了以肉食真菌捕食土壤线虫防效最佳的投放时间研究。现将研究结果汇总如下:

1 土壤未被线虫污染

试验采用盆栽方法进行,盆土由7份火土配以腐殖质和桐麸而成。指示植物为番茄,每盆3株,重复3次;供试菌株为CN.7和CN.11;分别采用菌剂先期施放,菌剂与线虫同时施放及菌剂后期施放3个处理,另设两组对照(接种线虫不投放菌剂,空白);各处理每盆投放菌剂50g,接种线虫(2龄幼虫)100条。试验结果见表1。

从表1看出:不论是抑制寄主根系线虫的着生量,还是土壤中捕食游离线虫数均有明显的效果,尤其CN.7效果更为显著。不同投放时间的效果依次为:先期投放 > 同期投放 > 后期投放。

1993年1月3日收稿

* 本篇系“利用肉食真菌防治根结线虫病的研究”课题中应用部分,为国家自然科学基金(地区)基金资助项目。

为了验证这一盆栽试验结果, 我们于1990年重复了试验, 并在处理中还增加了呋喃丹。结果表明; 不仅得到了同样显著的防效, 而且CN.7的防效远远高于呋喃丹。若以呋喃丹的防效为零, 则CN.7抑制寄主根系线虫瘿量和捕食土壤线虫数分别为65.9%和67.8%; CN.11为51.6%和56.4%。

表1 菌剂施用期对线虫的捕食效果

| 处理 | 菌剂 | 根系的线虫瘿数 | 防效 % | 每 100g 土中游高线虫数 | 防效 % |
|-----------------|-------|---------|-------|----------------|-------|
| 剂料与线虫同时施入 | CN.7 | 484 | 61.2 | 268 | 74.5 |
| | CN.11 | 554 | 55.6 | 300 | 71.4 |
| 剂料先施24小时 | CN.7 | 146 | 88.3 | 138 | 86.9 |
| | CN.11 | 413 | 66.9 | 163 | 84.5 |
| 剂料后施24小时 | CN.7 | 401 | 67.9 | 639 | 40.9 |
| | CN.11 | 519 | 58.4 | 573 | 45.4 |
| CK ₁ | 接线虫 | 1248 | 0.0 | 1050 | 0.0 |
| CK ₂ | 空白 | 0 | 100.0 | 0 | 100.0 |

2 土壤已被线虫污染

在土壤未被线虫污染的情况下可人为控制菌剂投放与接种线虫的时间关系。但是, 进行田间试验和田间生产的土壤均受不同程度的线虫污染。因此, 在土壤已被线虫污染的情况下, 人为能控制的只是种植时寄主植物是否被感染和菌剂投放时间与寄主种植的时间差, 有3种情况。

2.1 寄主植物未被线虫侵染

罗汉果根结线虫病的防效试验是在土壤已被线虫污染的地块上进行的, 但罗汉果种薯健康无病。据报道, 在地温 25 ~ 35 °C 时, 根结线虫的生活周期为 21 ~ 28 天^[2,6], 故在桂林一带每年至少有 4 ~ 5 个世代。在其自繁高峰期和低峰期进行防治效果试验, 结果(见表 2)表明: 高峰期高于低峰期, 且防效相当于盆栽试验中菌剂与线虫同期施入的效果。

表2 菌剂对罗汉果种植地土壤中游离线虫的防治效果

| 线虫自繁期 | 呋喃丹防效 % | CN.7防效 % | CN.11防效 % | CK |
|-------|------------|-------------|-------------|-----|
| 高峰期 | 6.1 ~ 33.3 | 51.6 ~ 60.9 | 56.7 ~ 61.4 | 0.0 |
| 平均 | 15.3 | 56.3 | 59.1 | 0.0 |
| 低峰期 | -2.8 ~ 7.5 | -3.7 ~ 54.3 | 7.5 ~ 48.2 | 0.0 |
| 平均 | 2.0 | 33.1 | 32.8 | 0.0 |
| 总平均 | 8.7 | 44.7 | 45.9 | 0.0 |

注: 表中数据是每月检查一次的统计。

从表2还可看出:不论是线虫的自繁高峰期还是低峰期,施用菌剂的防效均远远高于呋喃丹。

除此以外,菌剂对罗汉果根系线虫病的着生量抑制效果也是明显的。结果见表3。抑制效果明显不只是因为表现在发病株率上,更重要的是感病程度明显减轻。例如CN.7处理区发病指数为21.2;而CK区发病指数是50.0。

表3 菌剂对罗汉果根系的保护效果

| 处 理 | 检查 株数 | 病级株数 * | | | | | 发病指数 | 发病株率 % |
|-------|----------|--------|----|-----|----|---|------|--------|
| | | I | II | III | IV | V | | |
| 呋喃丹 | 17 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 42.6 | 76.5 |
| CN.7 | 13 | 6 | 4 | 2 | 1 | 0 | 21.2 | 53.8 |
| CN.II | 20 | 7 | 7 | 3 | 2 | 1 | 28.8 | 65.0 |
| CK | 19 | 2 | 5 | 5 | 5 | 2 | 50.0 | 89.5 |

* I 级: 根系无线虫瘿; II 级: 小线虫瘿 1~2 个; III 级: 小线虫瘿 3 个以上; IV 级: 大线虫瘿 1~2 个; V 级: 大线虫瘿 3 个以上。

在甘蔗线虫病的防治上也获得相似的结果。1990年与广西甘蔗所合作,在南宁进行试验,供试菌剂为CN.7,共处理8行,重复4次,计669株;每重复间隔3行作为CK;共施用10.5kg菌剂,平均每株约16g;处理与CK均施入同量的腐熟桐麸和垃圾肥(因甘蔗系留茬作物故只记录当年茎径、茎重和株高并换算成产量)。

在投放菌剂50天检查,对土壤游离线虫的防效达26.1%,97天防效已上升到42.2%。至收获时,防治效果见表4。

表4 CN.7菌剂对甘蔗线虫病的防治效果

| 重复 | CN.7菌剂 | | | | 对 照 | | | | |
|-----|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|-----------|
| | 平均茎 粗 (cm) | 平均株 高 (cm) | 平均茎 重 (kg) | 折合公亩 产 (kg) | 平均茎 粗 (cm) | 平均株 高 (cm) | 平均茎 重 (kg) | 折合公亩 产 (kg) | 增产 (%) |
| I | 2.39 | 314.53 | 1.25 | 1023.63 | 2.23 | 288.20 | 0.99 | 826.32 | 23.88 |
| II | 2.35 | 275.30 | 1.04 | 786.17 | 2.22 | 267.87 | 0.90 | 708.68 | 10.93 |
| III | 2.42 | 280.87 | 1.13 | 978.77 | 2.21 | 295.93 | 1.00 | 913.41 | 7.16 |
| IV | 2.44 | 292.00 | 1.20 | 1020.50 | 2.21 | 394.43 | 0.99 | 701.59 | 45.45 |
| 平均 | 2.40 | 290.68 | 1.16 | 952.27 | 2.22 | 286.61 | 0.97 | 787.39 | 20.94 |

从表4可看出第IV重复增产率偏高,这是因为CK区有效株数受其它因素影响造成偏低所致,从处理和CK的各个重复间来看,不论株高、茎粗和茎重都是一致的,均高于CK,处理区比CK区茎粗大0.18cm,茎重多0.19kg,株高增高4.07cm,增产20.94%。

综上所述,在土壤已被线虫污染而寄主植物未被侵染的情况下有明显效果。

2.2 寄主植物已被线虫侵染

1991年与桂林市蔬菜所合作进行了番茄根结线虫病的田间防治试验。由于寄主植物定植前已有线虫寄生, 且较普遍, 又有明显的线虫瘿, 其防效不高, 见表5。

表5 土壤和寄主均被线虫污染的防效

| 处理 | 发病指数 | 发病株率 (%) | 土中游离线虫*(条) | 游离线虫减少的百分率 (%) |
|---------------|------|----------|------------|----------------|
| 株施 50gCN.7 菌剂 | 50.6 | 100.0 | 116.0 | 40.7 |
| 株施 25gCN.7 菌剂 | 61.1 | 100.0 | 145.5 | 25.7 |
| CK | 72.8 | 100.0 | 195.7 | / |

* 为每 100g 土壤中分离出的游离线虫条数。

表中说明: 在土壤中有大量线虫栖息、同时种植时的寄主已被感染情况下, 尽管投入足量的菌剂, 由于寄主根系的虫瘿可不间断地向土壤中释放线虫, 所以发病指数只降低了 11.7 ~ 22.2。捕食土壤中游离线虫的数量也不高。而发病株率是种植前遗留下来的。

菌剂投入量在一定时间内肯定影响其捕食量。设想加入适量的有机质促进天敌真菌的自繁速度和自繁量, 后期完全可能出现相近的防治效果。例如, 我们于 1991 年对罗汉果根结线虫病的防治就投入两种不同的剂量 (重复 3 次), 后期除了线虫本身的基数和自然消长所产生的差异外, 不同剂量在一个半月后出现了相近的防治效果 (表 6)。而到收获期, 对根系线虫瘿的检查, 两种不同施用量的抑制效果也是相近的 (表 7)。

表6 施用不同菌剂量在各个检查期的防效统计

| 处理 | 30/V(基数) | | 15/VII | | 15/VIII | | 15/IX | | 15/X | |
|----------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|--|
| | 线虫数 (条) | 线虫数 (条) | 防效 (%) | 线虫数 (条) | 防效 (%) | 线虫数 (条) | 防效 (%) | 线虫数 (条) | 防效 (%) | |
| CK | 563.7 | 246.7 | / | 192.0 | / | 95.0 | / | 57.3 | / | |
| CN.7 50g | 335.0 | 335.0 | 46.1 | 141.0 | 26.6 | 45.3 | 52.3 | 26.3 | 54.1 | |
| CN.7 25g | 250.0 | 333.3 | 46.0 | 154.7 | 19.4 | 44.7 | 52.9 | 31.0 | 45.9 | |

2.3 土壤已被线虫侵染而播种材料为种子

从各项试验数据看出, 把菌剂作为“保护剂”施用, 即寄主根系未被线虫侵染之前施用菌剂以保护寄主根系不被线虫侵染, 其效果远较作为“治疗剂”施用的效果好。同时也不影响菌剂后期在土壤中对线虫的捕食

效果。为此, 我们于 1991 年秋布置了菌剂与种子 (芹菜) 同期播施的试验。这种投放菌剂的方法能在种子生根之前在土壤中开始捕食线虫, 对其后长出的根系起到了很好的保护

表7 CN.7不同施用量对线虫瘿抑制效果

| 处理 | 检查株数 | 发病株数 | 发病株率 (%) |
|----------|------|------|----------|
| CK | 56 | 19 | 33.9 |
| CN.7 50g | 47 | 6 | 12.8 |
| CN.7 25g | 53 | 8 | 15.1 |

作用。据播施后 52 天的田间调查, 其捕食线虫的防效已达到 60%(见表 8)。收获时检查, 结果见表 9。由表 9 看到其效果是相当显著的。

表 8 种子与菌剂同时播入对土壤游离线虫的防效

| 处理 | 处理前线 | 施后 52 天线虫数 (条) | | | 相对防效 (%) | | |
|------|---------|----------------|-------|-----|----------|-------|------|
| | 虫基数 (条) | 重复 I | 重复 II | 平均 | 重复 I | 重复 II | 平均 |
| CN.7 | 193 | 103 | 95 | 99 | 57.1 | 62.9 | 60.0 |
| CK | 219 | 240 | 256 | 248 | / | / | / |

表 9 种子与菌剂同期播入土中对根系的保护效果

| 处理 | 取样总 株数 | 发病株数 | | | 健株 | 发病株 率 (%) | 重病株 率 (%) | 相对防效 (%) | |
|---------|-----------|------|-----|----|----|--------------|--------------|------------|------------|
| | | 较重株 | 较轻株 | 合计 | | | | 降低发 病株率 | 降低重 病株率 |
| CK I | 25 | 13 | 11 | 24 | 1 | 96.0 | 52.0 | | |
| CK II | 25 | 7 | 14 | 21 | 4 | 84.0 | 28.0 | | |
| 合计 | 50 | 20 | 25 | 54 | 5 | 90.0 | 40.0 | 67.9 | 90.8 |
| CN.7 I | 50 | 4 | 11 | 15 | 35 | 30.0 | 8.0 | | |
| CN.7 II | 54 | 0 | 15 | 15 | 39 | 27.8 | 0.0 | | |
| 合计 | 104 | 4 | 26 | 03 | 74 | 28.9 | 3.7 | | |

注: 根系线虫瘦小而少 (5 个颗粒以下) 为轻。

3 菌剂的持效期

为了解菌剂的持效期, 我们于 1991 年在 1990 年罗汉果根结线虫病防治试验的基础上, 把 1990 年的处理区各分成两部分, 一部分除施用厩肥外继续施用菌剂; 另一部分只施用同类等量厩肥。不同期的检查结果 (见表 10) 表明: 施用一次菌剂后, 第 2 年在不搅乱施用菌剂的土层基础上施用腐殖质肥, 这些施入的菌剂仍然可以通过自繁而继续发挥捕食线虫的效果, 而且后期的效果更为明显。即使是除去线虫自身的消长因素外效果仍然如此。

表 10 罗汉果试验田 1991 年继续施用菌剂和不施的防效统计

| 检查 日期 | 咪喃丹 | | CN.7 菌剂 | | | | CN.11 菌剂 | | | | CK 线虫 数 |
|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|
| | 线虫数 (条) | 防效 (%) | 施菌线 虫数 | 防效 (%) | 不施线 虫数 | 防效 (%) | 施菌线 虫数 | 防效 (%) | 不施线 虫数 | 防效 (%) | |
| 24/ V (基数) | 298 | / | 500 | / | 500 | / | 193 | / | 193 | / | 367 |
| 15/ VII | 286 | 18.3 | 203 | 42.0 | 287 | 18.0 | 191 | 45.4 | 246 | 29.7 | 350 |
| 15/ III | 207 | 5.9 | 137 | 37.7 | 131 | 40.5 | 193 | 12.3 | 187 | 15.0 | 220 |
| 18/ IX | 108 | 4.4 | 45 | 60.2 | 76 | 32.7 | 84 | 25.7 | 94 | 16.8 | 113 |
| 12/ X | 93 | 5.1 | 30 | 69.4 | 59 | 39.8 | 40 | 59.2 | 45 | 54.1 | 98 |

此外, 从表 10 中看出: 呋喃丹施用 50 天后已基本或完全失去防效。

对甘蔗线虫病生防的持效期来说, 即使 1991 年不加任何处理, 其产量仍然比 CK 高出 8.09%(见表 11), 增产主要表现在茎粗和茎重方面。

表 11 甘蔗线虫病菌剂防治的持效期效果

| 处 理 | 平均茎粗 (cm) | 平均株高 (cm) | 平均茎重 (kg) | 折合公亩产 (kg) | 增产 (%) |
|---------------|-----------|-----------|-----------|------------|--------|
| 1990 年施过 CN.7 | 2.49 | 182.00 | 0.71 | 237.61 | 8.09 |
| CK | 2.39 | 188.83 | 0.69 | 219.82 | / |

4 小结

综述以上试验, 在寄主植物根系未被线虫侵染前投放菌剂可提高防效, 显著地减轻寄主植物的被害程度。在实际应用中尤以种子为播种材料时投放菌剂保护, 效果更为明显。

参考文献

- 1 萨塞 J N, 詹金斯 W R. 线虫学基础与进展——植物寄生性和土壤型线虫. 毕志树等译. 北京: 农业出版社, 505 ~ 510.
- 2 泰勒 A L, 萨塞 J N 著. 植物根结线虫. 杨宝君译. 北京: 科学出版社, 1983, 133 页.
- 3 韦伯斯特 J M 编. 经济线虫学. 胡起宁译. 北京: 农业出版社, 1988, 316 页.
- 4 封宇等. 根结线虫天敌真菌的筛选研究初报. 广西植物, 1989, 9(1): 87 ~ 94.
- 5 蒋冬荣等. 根结线虫天敌真菌的筛选研究续报. 广西植物, 1990, 10(4): 376 ~ 380.
- 6 姜凤丽等. 猕猴桃根结线虫病的初步研究. 浙江林学院学报, 1990, 7(1): 43 ~ 48.

The Service Time and Effects of Nematode-destroying Fungi in the Control of Soil Nematode

Jiang Dongrong Zhou Guangquan
Zhou Zhiquan Liao Yongmei

(Guangxi Institute of Botany, Guilin)

Abstract In the prevention the rootage of host plant from the harm of soil nematode, the service time is the restrictive factor to the control effect in a great extent. The experiment results show that it is much better in the control effect when the CN.7 (*Candelabrella* sp.) is used as a protection drug than is used as a cure drug. It will have the best effect if CN.7 be applied before or simultaneously with sowing.

Key words CN.7 (*Candelabrella* sp.), nematodiasis, preventive treatment