

根结线虫的生物防治简介

高仁恒¹ 刘杏忠² 裘维蕃³

(¹山西师范大学生物系 临汾 041004; ²中国农科院生防所 北京 100081;
³中国农业大学植保系 北京 100094)

摘 要 本文简要论述了根结线虫生物防治的现状,提出了拮抗生物对根结线虫直接和间接作用的两种方式。介绍了根结线虫生物防治中主要拮抗生物并讨论根结线虫生物防治的实践前景。

关键词 根结线虫 拮抗生物 生物防治

中图分类号 S476.15

A Brief Introduction of Biological Control on Root Knot Nematodes. Journal of Guizhou Agric. Coll. , No. 2, 51—55, 1996, Tot. 32

Gao Renheng; Liu Xingzhong et al. (Dept. of Biology, Shanxi Teachers University, Linfen Shanxi, 041004, China)

Abstract The current status of biological control on root knot nematodes was reviewed. Two kinds of antagonism patterns against the nematodes have been proposed according to the acting mechanisms. One of them directly captured the nematodes or parasited in eggs and females; the other indirectly inhibited or was toxic to the nematodes. The bright prospect of biological control on root knot nematodes was discussed in this paper.

Key words root knot nematodes antagonism biological control

根结线虫是一类危害大、分布广难以防治的植物病原物。近年来线虫的生物防治愈来愈受到重视。

用线虫的灭敌防治线虫不是现在提出的,早在1917年Nathon Cobb就提出用捕食线虫真菌来防治线虫,Linford^[5](1938)用捕食线虫真菌对根结线虫进行防治并取得了一定效果。苏联的 Soprunov^[6](1966)、美国 Mankeu & Wu^[7](1985)、法国的 Cayrol^[8](1983)等用捕食线虫真菌进行了大量防治试验,尤其是 Cayrol(1983)用节丛孢属的 *Arthrobotrys irregularis* 制成了制剂 R₃₅₀,在番茄根结线虫危害较轻时可以取得一定防效。国际马铃薯中心的线虫学家用卵寄生真菌 *Paelomyces lilacinus* 防治马铃薯根结线虫取得很好效果。另外,寄生细菌 *Pasteuria penetrans* 也是生防专家研究的热点之一,自 Mankau^[9](1975)第1次将此菌用于生防试验以来,该菌的防效已得到充分证实,尤其对防治植物根结线虫效果更好。根际细菌防治根结线虫在国外已成为研究的重点之一,防治线虫的 *Bacillus thuringiensis* 菌剂正登记^[10]。

收稿日期:1995—12—10

1 拮抗生物

1.1 直接作用的生物

土壤的许多微生物能够直接寄生或捕食线虫,如病毒、细菌、真菌、捕食线虫等。由于根结线虫的病毒和捕食线虫研究甚少,用于生物防治还不现实。根结线虫天敌的研究主要集中在拮抗及寄生细菌和食线虫真菌。

1.1.1 捕食真菌和内寄生真菌 捕食真菌通过捕食器官来捕食线虫,正如 *Arthrobotrys oligospora* 用粘性网捕捉线虫。内寄生真菌通过粘性孢子等来侵染线虫,如 *Drechmeria coniospora* 用粘性孢子粘着和寄生线虫^[8]。尽管对这两类真菌防治根结线虫进行了大量研究,但由于根结线虫活动期极短,使捕食真菌及内寄生真菌与根结线虫相遇机会不多,并且这些真菌专化性不强,因此其重要性被根结线虫的卵寄生性真菌所代替。

1.1.2 卵寄生真菌 由于根结线虫主要以卵的形式存在于土壤中,常受到土壤中的真菌侵染。这类真菌包括许多土壤真菌,尤其是丝孢纲的真菌,如 *Fusarium*、*Cylindrocarpus*、*Paecilomyces*、*Verticillium* 等属的真菌。其中以 *Paecilomyces lilacinus* 和 *Verticillium* spp 研究最多。

Paecilomyces lilacinus:这是一个重要的卵寄生真菌,广泛存在于土壤中,尤其是许多植物的根际及根内。该菌在亚热带是昆虫病菌,*P. lilacinus* 还可以产生抗生素“leucinostatin 和 lilacin”,以及产生一定的酶,如细胞壁裂解酶。最近的研究表明 *P. lilacinus* 可以产生促进植物生长的物质,Cayrol 等报道了 *P. lilacinus* 的培养滤液含有杀线虫的物质。此外,该菌还可以防治一些由 *Rhizoctonia solani* 引起的根病。*P. lilacinus* 已广泛被各国学者研究用于根结线虫的防治并且已有商品制剂。

Verticillium spp.:该属中的6个种可以寄生于异皮科线虫上,尤其是胞囊线虫,从胞囊上分离的一些菌能有效地侵染根结线虫的卵,*V. chlamydosporium* 是引起燕麦胞囊线虫衰退的主要寄生真菌之一,也是被认为最有希望用于线虫生物防治的真菌。英国洛桑试验站一直致力于该菌防治根结线虫,已筛选出 V_{C10}等防效较好的菌株^[11]。*V. lecani* 对许多昆虫及白粉病、锈病有防治效果,也是线虫卵的一个寄生菌,这些菌对于环境没有有害作用。在自然条件下对植物寄生线虫的控制起重要作用。

1.1.3 寄生细菌 根结线虫的寄生细菌研究的不多,但是,*Pasteuria penetrans* 能够有效地侵染根结线虫并被广泛研究。

Pasteuria penetrans:这是一种专性寄生细菌。由于其具有抗性内生孢子,易于附着线虫体壁和侵染线虫,寄生后又可产生大量孢子,再次实现侵染,且性能稳定,对许多植物寄生线虫防效显著。但有致病性和形态上的分化,如从根结线虫上来的一般只侵染根结线虫,用该菌防治根结线虫效果更好,如用600 mg 孢子粉/kg 土壤可以降低 *M. javanica* 线虫28.1%,增加蕃茄根的鲜重40.56%,由于 *P. penetrans* 为专性寄生菌,不能在人工合成培养基中生长,必须依靠线虫才能生长繁殖,而线虫的生长又必须通过寄主植物来实现。这种重寄生关系使得 *P. penetrans* 的大量生产制剂存在一定问题^[3]。

1.2 间接作用的拮抗生物

土壤中的许多生物可以通过它们的代谢产物或空间竞争来抑制寄生线虫,产生代谢产物

的拮抗生物,主要包括一些微生物产生毒素或裂解酶来抑制线虫,如 *Bacillus thuringiensis* Var. *thuringiensis* 可以产生一种热稳定的外毒素抑制和杀死根结线虫的卵和幼虫。另一方面是土壤中一些有机质经一些生物分解后而产生有毒物质,如氨、脂肪酸等。竞争作用的拮抗生物主要包括根瘤菌、菌根、植物内生菌及根际细菌,并对根结线虫的相互关系进行了大量研究,稍多一半的结果表明根瘤菌和 VA 菌根对结线虫有抑制作用,而其它结果则没有抑制甚至加重了根结线虫危害。植物内生菌对植物寄生线虫的研究极少,可能有增强植物抗性抑制线虫侵染的作用。

根际细菌:根际细菌是从植物根际分离所得,具下列特点:①根际细菌与根具亲和力;②根际细菌拮抗性较强;③易于应用。根际细菌在最近十几年的研究中,尤其对土传真菌和细菌病害的生物防治和促进植物生长方面有很大发展。这使人们受到启发,对用根际细菌防治植物寄生线虫进行探索。根际细菌 *Pseudomonas fluorescens*、*Bacillus sphaerius*、*Bacillus subtilis*、*Agrobacterium radiobacter* 及 *P. aureofaciens* 在温室和田间对线虫有防效;又如根际细菌 *Bacillus* sp.、*B. cereus* 和两株假单胞菌对防治南方根结线虫 (*Meloidogyne incognita*)、大豆胞囊线虫 (*Heterodera cajani*)、玉米胞囊线虫 (*H. zea*) 和燕麦胞囊线虫 (*H. avenae*) 幼虫有效。虽然用根际细菌防治植物寄生线虫的研究是近几年才开始的,但在国外已成为研究热点之一。防治线虫的 *Bacillus thuringiensis* 菌剂正在登记。根防细菌对线虫的拮抗机理,目前还不是很清楚,但认为与根际细菌产生杀线物质、改变根分泌物与线虫相互作用方式及营养和空间位点竞争有关^[1]。

2 生物防治

植物寄生线虫的生物防治有两种基本类型,即人为引入生防制剂和自然控制。

制剂引入:通过引入制剂进入土壤防治植物寄生线虫主要在捕食真菌的应用上。

由于土壤抑菌作用等,使其结果极不稳定。Kerry^[12]详细讨论了生防制剂的特性及类型,提出了一个生防制剂应具备下列特性:①迅速在土壤中定殖;②有持久性;③强致病性;④防效显著;⑤容易生产和应用;⑥易贮存;⑦成本低;⑧农业和农业措施相适应;⑨无公害。Jatala 通过引入 *P. lilacinus* 成功地防治马铃薯根结线虫是一例子。Jatala 发现 *P. lilacinus* 能够有效地侵染南方根结线虫的卵,通过温室及田间小区实验均得到较好的防效,比杀线剂 Temik 防效还好。他们通过 IPM(国际根结线虫项目)在46个国家进行了实验均得到较好的防效,并且 *Paecilomyces lilacinus* 和 *Pasteuria penetrans* 同时施用可增强防效。

通过引入 *P. penetrans* 能有效地防治根结线虫,但 *P. penetrans* 为专性寄生物,尚不能大量生产。

自然控制:是指通过土壤中本身存在的拮抗生物来抑制线虫数量。根结线虫的自然控制已在一些地方被发现,如非洲塞内加尔的菜园及澳大利亚南部的葡萄园中的根结线虫自然地被 *P. penetrans* 抑制;美国加州的桃园根结线虫被 *Dactylella oviparasitica* 抑制,尤其对桃园根结线虫的自然控制进行了详细研究,当桃树抗根结线虫品种“Nemaguard”出现以后,在美国加州有20%的桃园仍保留着感病品种,而这样的桃园有45年以上的历史,在这样的桃园里根结线虫数量极少,而周围相似环境葡萄园则根结线虫数量很大,研究发现桃园中根结线虫的卵20%~80%被 *D. oviparasitica* 寄生。*D. oviparasitica* 有效地控制了根结线虫的危害^[12]。

许多病害经过连作以后都会出现衰退现象,但对它的估计是相当困难的,尤其是非专业化性的自然控制。

3 展 望

线虫的生物防治愈来愈受到重视,在线虫的治理中将起到一定的作用。利用病原物或捕食生物(*Predators*)杀死有害线虫仍是将来研究的主要方面,但其它方面的研究应该加强,特别是应开展一些新的研究领域。

许多研究表明在温室中生物防治的效果很好但到田间则防效不稳定。这不是天敌对线虫的作用改变,而是土壤环境的影响。因此了解线虫在土壤中的动态及土壤因子对天敌及线虫的影响对生物防治很重要,然而这方面的研究很少。

对 *P. lilacinus*、*P. penetrans* 等重要的天敌生物的深入研究如大量生产、贮存,使用技术等很重要,进一步广泛调查和发现更好的天敌生物也应是今后研究的一个主要方面。

土壤中有许多生物间接地影响植物寄生线虫,尤其是根际微生物及植物内生菌。例如一些菌根及根际细菌能够降低线虫的侵染。一些生物可以产生高效杀线虫物质,如 *Streptomyces* spp., 产生一类化合物(*avermectins*)对线虫的毒性比普通杀线虫剂高10~30倍。土壤微生物间接作用于线虫的研究将为植物寄生线虫的生物防治开辟新的途径。

根结线虫的自然控制可以解决作物的速作问题,进一步发现自然控制的现象和机制是很必要的,但这种平衡的建立常需要几年甚至更长的时间,加速自然控制的建立,开发利用自然控制中的生物因子根结线虫防治中的重要策略之一。在日本,科学家用一些非杀菌杀虫剂施入黄瓜田中将诱发一种青霉来拮抗黄瓜枯萎病菌(参考消息,1990,9,25),取得很好的防效,这是一个很有启发的例子。

遗传工程及生物技术应用于线虫的生物防治有广阔的前景,如已把昆虫病原菌 *Bacillus thuringiensis* 中的一个毒素基因转入根际细菌 *Pseudomonas fluorescens* 31中;又如通过紫外线等诱导高抗杀菌剂的菌株等,以便生物制剂与农药混合使用。

根结线虫的生物防治仍需要广泛深入研究,希望不久生物防治能成为根结线虫综合治理中的重要措施之一。

4 参 考 文 献

- 1 郭莱君、刘杏忠、杨怀文. 应用根际细菌防治植物寄生线虫的研究. 中国生防, 1996, (1).
- 2 刘杏忠, 裴维蕃. 食线虫真菌研究进展. 中国虫生真菌研究与应用, 1993, 3: 21~32.
- 3 孙漫红, 刘杏忠. 巴氏杆菌——一类新的有潜力的植物寄生线虫生防菌. 生物防治通报, 1994, 10(4): 178~182.
- 4 Cobb, N. A. The monochs (*Mononchus* Bastian, 1866) a genus of free living predatory nematodes. Soil Science 1917, 3, 431-86.
- 5 Linford, M. B. Stimulated activity of natural enemies of nematodes. Science, 1937, 85, 123-4.
- 6 Soprunov, F. F. Predacious Hyphomycetes and their Application in the Control of Pathogenic Nematodes. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem. 1966.
- 7 Mankau, R. & Wu, X. Effects of the nematode-trapping fungus, *Monacrosporium ellipsosporum* on *Meloidogyne*

- incognita populations in field soil. *Revue de Nematologie*, 1985, 8, 147~53.
- 8 Cayrol, J. C. lutte biologique contre les *Meloidogyne* au moyen d *Arthrobotrys irregularis*. *Revue de Nematologie*, 1983, 6, 265—73.
- 9 Mankan, R. *Bacillus peretransn. comb.* causing a virulent disease of plant parasitic nematodes. *Journal of Invertebrate Pathology*, 1975, 26, 333—9.
- 10 Rodrs, P. B. Potential of biopesticides in agriculture, *Pesticide Science* 1993, 39, 117—10
- 11 Leij, de F. A. A. M. The significance of ecology in the development of *Verficillium chlamyosporium* as a biological control against root—knot nematodes (*Meloidogyne* spp). ph. D. thesis. Wageningen. 1992.
- 12 Kerry, B. R. Fungi as biological control agents for plant parasitic nematodes. In: Whipps, J. M. & Lumsden, r. d. (eds), *Biotechnology of Fungi for Improving plant Growth* Cambridge University Press, Cambridge, 1989, 153—70
- 13 Jatala, P. Biological Control of plant parasitic nematodes. *Annual Review of phytopathology*, 1986, 24, 453—89

www.cnki.net