

“桂植捕线菌七号”的筛选及其对植物病害和寄主植物功效的研究*

Screening of Gui-Zhi-CN. 7 and Its Efficacy in Plant Disease and Host Plant

周广泉 蒋冬荣 封宇** 廖咏梅 周志权
Zhou Guangquan Jiang Dongrong Feng Yu Liao Yongmei Zhou Zhiquan

(广西植物研究所 桂林雁山 541006)

(Guangxi Institute of Botany, Yanshan, Guilin, Guangxi, 541006)

摘要 “桂植捕线菌七号”(CN. 7), 属烛台霉属(*Candelabrella* sp.), 是一个具有捕捉环的肉食真菌, 没有专化性。特点有三: 1) 对土壤线虫具有稳定的捕捉势和较强的捕食能力; 捕食线虫的相对效果达 70% 以上, 对寄主植物根系的保护效果更佳。2) 能产生抗菌素, 对植物的某些病害有兼防效果, 其中对烟草青枯病(*Pseudomonas solanacearum*) 防效达 60% 左右。3) 对寄主植物有促进生长、改良品质的效果, 其中对烟草至少可增产 10% 以上, 烟叶的等级也有所提高。

关键词 桂植捕线菌七号 肉食真菌 筛选 线虫防治 刺激植物生长

Abstract Gui-Zhi-CN. 7 (CN. 7) belonging to *Candelabrella* sp. is a carinivorous fungus with a constricting ring, and has no speciality in capturing nematodes. The capture-ability to soil nematodes is stronger and stable, and the capture-effect is over 70%, besides, the protection to host plant roots is better. CN. 7 can produce antibiotic, and prevent and cure the other plant diseases that not caused by nematodes. The preventive efficacy in tobacco wilt disease (*Pseudomonas solanacearum*) is around 60%. CN. 7 can stimulate growth of host plants and improve the quantity of crop, in which the output of tobacco was increased by over 10%, while the grade of tobacco was increased also.

Key words Gui-Zhi-CN. 7, carnivorous fungus, screening, preventive treatment of nematodes, stimulating plant growth

线虫对植物的损害既有直接的, 也有继发性病害的危害。据美国推算: 线虫所造成的损失相当于虫害所造成的损失, 约 10% 左右。一般来说, 线虫对寄主的专化性不强, 虽不确切知道某种线虫可以侵染所有植物, 但可能没有一种维管束植物对所有线虫都是免疫的⁽¹⁾。国外在本世纪的 20 年代, 对线虫所造成的损害就给予关注。40 年代生产出高效的杀线剂, 但连续施用化学杀线剂后, 出现线虫密度迅速回升的现

象⁽¹⁾, 加大施药量则成本上升, 且对人、畜的危害和对环境的污染也更趋严重。于是天敌真菌的利用就得到了重视, 并取得明显的效果⁽¹⁾; 尽管如此, 天敌真菌的利用, 由于种种原因, 当前仍未得到普及(主要是成本和施用技术方面存在的问题)。

现就近年对根结线虫天敌真菌的筛选和应用方面所做的研究, 汇总报告如下:

1 天敌真菌的筛选研究

1.1 筛选的方法

在已见报道的诸多筛选方法中(琼脂圆片法⁽²⁾, 琼脂条带法⁽²⁾, 改进的土壤平板法⁽²⁾, 直接解剖法⁽³⁾, 贝曼漏斗法⁽³⁾等), 经验证说明: 以改进的土壤平板法

1993-09-25 收稿。

* 国家自然科学基金(地区)基金资助项目。

** 1987 年秋, 调离广西植物研究所。

筛选率较高。为进一步缩短筛选期、提高筛选率,把已改进的土壤平板法再做改进:在 Duddington (1955)⁽²⁾ 提出需将培养皿置于 15~20℃ 条件下培养 2 个月后镜检,改为不超过 30℃、培养 1 个月后立即加入线虫;既能促使捕捉器官的形成⁽¹⁶⁾,又能将皿内滋生的杂菌 (*Pythium* sp.; *Mucor* sp.; *Rhizopus* sp., etc.) 清除;既便于镜检,又不致将已分离出适应高温的菌株遗漏。

至于筛选中适用的培养基报道不一^(4,5),根据实践:玉米粉培养基选出率最高(46%);兔粪培养基次之(36%);而线虫液培养基选出率仅占 18%。

1.2 对初选菌株的特性研究

在筛选的全过程中,先后获得 11 个菌株,根据各菌株捕食器官的形成量以及捕食线虫持续时间的长短等因素,选其中 CN.3、CN.5 和 CN.7 等三个菌

株,对其基本特性和在不同条件下影响其捕食能力的各种因素,进行了研究。

1.2.1 影响菌丝体生长的因素

1.2.1.1 温度对菌丝体生长的影响。设 20~25℃、25~30℃ 和 30~33℃ 三个温度处理,各温限内又分三种培养基(玉米粉—CMA,兔粪—RdA 和水琼脂培养基—WA),pH5.5±,每个处理均观察 6 个菌落,记载菌落直径达 2cm 所需的培养日数。

从表 1 看出:CN.3 生长适温是 20~25℃,培养基间差异不明显;CN.5 在 20~25℃ 条件下,则需 7~9 天,温度提高到 25~30℃ 时,CN.3 仍能缓慢生长,CN.5 几乎停止生长,故 CN.3 属中温型、CN.5 属中低温型,而 CN.7 在三个不同温度处理中,均需 7~8 天,故 CN.7 是一个适温范围较广的菌株。

表 1 温度对各菌株在不同培养基上生长速度的影响

Table 1 Effects of temperature on the growth rate of strains in the different medium

Strains 菌株	20~25℃			25~30℃			30~33℃		
	WA	CMA	RdA	WA	CMA	RdA	AW	CMA	RdA
CN.3	2	2	2	—	—	9	—	—	—
CN.5	9	9	7	—	—	—	—	—	—
CN.7	7	8	7	7	7	7	7	8	7

注:表中数字为菌落直径达 2cm 所需培养日数。

Note: Values are the days that colony has grown up to 2 cm in diameter.

表 2 pH 值对菌丝体生长速度的影响

Table 2 Effects of pH value on the growth rate of hyphae

菌株 Strains	培养日数 Culture days	组别 Groups	菌落直径 Colony size (cm)					
			pH 值 (pH Value)					
			4.5	5.0	6.0	7.0	7.5	8.0
CN.3	3	I	3.20	3.37	3.43	3.03	2.60	1.40
	3	I	3.30	3.47	3.50	3.17	2.63	1.73
	6	II	6.53	6.80	6.80	6.20	5.53	3.27
CN.7*	8	I	1.90	1.83	1.97	1.03	0.63	0.20
	9	I	2.00	2.40	3.30	2.13	1.13	0.57
	9	II	2.43	2.67	3.30	2.37	1.13	0.57

* I 组是 20~25℃, I、II 组培养条件是 25~30℃。

* Group I is cultured in 20 to 25℃, group I and II in 25 to 30℃.

1.2.1.2 培养基对菌丝体生长的影响。如表 1 所示:培养基的种类对菌丝体生长的影响,远不如温度对其影响明显。需要提出的是水琼脂培养基(WA)(只含微量碳氮源,矿物质和生长物质)菌丝体仍能生长(多次重复),说明供试的三个菌株都能在短期的低营养状态下较正常地生长。这对生防菌剂来说,无疑是有利的。

1.2.1.3 pH 值对菌丝体生长的影响。将 CMA 培养基的 pH 值用磷酸盐缓冲液分别调到 4.5、5.0、6.0、7.0、7.5、8.0 等 6 个档次,温度控制在 20~25℃,试验结果见表 2

CN.3 在供试的各 pH 值下均能生长,但 pH 值越高生长速度越慢,适宜的 pH 值是中性偏酸;而 CN.7 所要求的 pH 值比 CN.3 略窄,适宜的 pH 值是 5.0~6.0。

1.2.2 影响产孢量的因素

在观察上述各试验的同时,对产孢量的影响也做了观察,结果见表 3。

表3 温度对各供试菌株在不同培养基上产孢量的影响

Table 3 Effects of temperature on the sporulation quantity of strains in the different medium

菌株 Strains	培养日数 Culture days	产孢量 Sporulation quantity (s)*								
		20~25℃			25~30℃			30~33℃		
		WA	CMA	RdA	WA	CMA	RdA	WA	CMA	RdA
CN. 3	7	14.4	101.6	48.8						
	9				96	20.0				
CN. 5	7			240~290						
	9	100~150	400~500	240~290						
CN. 7	7	86.4		180.6	92.4	504.6	200.4	72		18.0
	8		481.8						492.6	

* 表示 20×3 视野下平均孢子数。

* Mean number of spores in 20×3 fields.

从表3可看出：在20~25℃条件下，CN. 3和CN. 5两个菌株的产孢量（视野20×3，下同）显然在营养丰富的CMA上优于营养寡薄的WA培养基；但当温度上升到25~30℃时，CN. 3只在营养丰富的CMA培养基上可产生一定数量的孢子；而CN. 7在供试的三个温度范围和三种培养基上，均可产生一定数量的孢子，只是营养较丰富者产孢量也相应较高。

pH值影响产孢的时间和产孢量，甚至孢子的形态。例如CN. 7在pH值7.0~7.5比在7.0以下的各处理，产孢量延迟1~2天，产孢量也明显减少，及至pH值达到8.0时，极难找到孢子，且在OH⁻条件下孢子呈纺锤形，顶端细胞膨大。

表4 温度及营养条件对捕捉器官形成的影响

Table 4 Effects of temperature and nutrition on the formation of preying organs

菌株 Strains	接线虫日数 Days after adding nematodes	捕捉器官数 Number of preying organs								
		20~25℃			25~30℃			30~33℃		
		WA	CMA	RdA	WA	CMA	RdA	WA	CMA	RdA
CN. 3	2	0.9	—	—	—	—	—	—	—	—
	3	3.3	0.4	0.8	—	—	—	—	—	—
	6	13.3	5.3	3.1	—	—	—	—	—	—
CN. 5	2	微量 Trace	微量 Trace	微量 Trace	—	—	—	—	—	—
	3	19.6	23.9	19.7	—	—	—	—	—	—
	9	93.3	136.7	105.6	—	—	—	—	—	—
CN. 7	1	开始捕捉 Beginning to capture								
	1	104.4	94.4	92.8	137.0	207.9	154.2	248.7	204.2	

1.2.3.2 营养条件对捕捉器官形成量的影响。从表4还可看出：CN. 3在WA培养基上，接线虫后2天开始形成捕捉器官，而在CMA上和Rd.A上至少3天才能产生捕捉器官；接线虫后的第6天捕捉器官的形成量仍以WA培养基上最多。CN. 5不论在哪一种培

3 影响捕捉器官形成的因素

3.1 温度对捕捉器官形成的影响

捕捉器官形成的适温与菌丝体生长的适温基本上是一致的。CN. 3和CN. 5在20~25℃条件下菌丝体可正常生长，在投入线虫后，分别在2~3天内就开始形成捕捉器官，但在25℃以上，CN. 3和CN. 5都很少形成捕捉器官。如表4。

另据试验：低于20℃（14~20℃）时，CN. 5捕捉器官的形成量和捕捉能力与20~25℃相比，没有显著差异；而CN. 3则明显推迟捕捉器官形成的时间；CN. 7则在20~33℃的温限内均能生长并很快形成捕捉器官。

培养基上，均在接虫后的1~2天形成捕捉器官，差异不明显，但在接虫后的第9天CMA培养基上的形成量为最多。CN. 7在三种培养基上，均在接虫后1天形成大量的捕捉器官，但在不同培养基上温度条件对其影响也不同；一般来说，在适温条件下受营养条

表5 线虫刺激对捕捉器官形成的影响及菌落的不同部位捕捉器的形成量

Table 5 Effecton of nematodes on the formation of preying organs and the quantity in the different parts of colony

培养基 种类 Medium	加否线虫 Adding or no adding nematodes	各菌落不同部位的捕捉器形成量											
		The formation quantity of preying organs in the different parts of colony											
		CN. 3 (6天, 6 days)				CN. 5 (9天, 9 days)				CN. 7 (3天, 3 days)			
		内 Inner	中 Centre	外 Outer	平均 Average	内 Inner	中 Centre	外 Outer	平均 Average	内 Inner	中 Centre	外 Outer	平均 Average
WA	加 Adding	8.7	14.3	17.0	13.3	170.0	83.3	26.7	93.3	128.3	147.7	135.0	137.0
	不加 No adding	0	0	0	0	1.7	4.0	1.3	2.3	0	0	0	0
CMA	加 Adding	4.7	5.3	6.0	5.3	203.3	156.7	50.0	136.7	170.6	234.6	187.3	207.6
	不加 No adding	0	0	0	0	2.3	7.0	4.3	4.5	0.7	0	4.3	1.7
RdA	加 Adding	3.0	3.0	2.0	2.7	173.7	110.0	33.3	105.6	86.3	245.3	289.0	206.9
	不加 No adding	0	0	0	0	4.6	1.0	3.6	3.1	30.7	34.6	26.3	31.2

件制约较大。

1.2.3.3 线虫的刺激对捕捉器官形成量的影响。对供试的三个菌株,用三种不同培养基分别在适温条件下培养,以不加线虫为对照。结果见表5。

从表5可看出供试的三个菌株在加入线虫后,都能刺激它们迅速且大量地形成捕捉器官,只是不同菌株所受影响的程度不同。

线虫的刺激是天敌真菌形成捕捉器官的重要条件之一⁽¹⁶⁾,这与已有报道相符。CN.3没有线虫的刺激则不能形成捕捉器官,接虫后2~3天即开始形成;CN.5虽在不接虫时也能形成少量的捕捉器官,但接虫后则可大量形成,每视野可达136.7~230个;CN.7在不接线虫和营养较差时,不能形成捕捉器官,营养较丰富时,可少量形成,而接虫后3天,则大量形成,每视野最多可达250个以上。

1.2.3.4 水对捕捉器官形成的影响。将各菌株的菌落分成3组;一组加蒸馏水并使其流过菌落;另一组加蒸馏水的同时,加入适量的线虫磨碎液并淹没3天,在淹没期间镜检;CN.5菌株的菌落发现大量萌发的孢子,但未发现捕捉器官;3天后倾出水液,1~2天后观察:凡加水和加水及线虫磨碎液者捕捉器官形成量明显增多,尤其是后者。第3组做为对照,CN.5捕捉器官形成量极少。而CN.7菌株,2天后镜检:凡加水及线虫磨碎液者,同一菌落有水痕处捕捉器官形成数为181~359个/视野;无水痕处仅为72

~79个/视野;对照只发现大量萌发的孢子,未发现捕捉器官,观察中还发现CN.7菌株在水和线虫和磨碎液的淹没中,仍能形成大量的捕捉器官并能正常的捕食线虫。说明CN.7菌株加水和线虫磨碎液不仅能促使孢子萌发,并能刺激捕捉器官的形成;而在CN.3菌株的培养皿中,加水和线虫磨碎液并使之淹没,连续观察一周,未发现捕捉器官。

1.2.3.5 pH值对捕捉器官形成的影响。以磷酸盐缓冲液把CMA培养基的pH值,调成6个档次,供试菌株为CN.3和CN.7,每皿加线虫500条左右,在20~25℃条件下培养,结果见表6,从表6中可看出CN.3不论从开始捕捉的时间上,还是从捕捉器官的形成量来说,都是以pH7.0~8.0之间最高;而CN.7前期pH值在6.0~7.5之间捕捉器官形成量最多,捕食量也大,但3天后,pH值对捕捉器官形成量的影响逐渐减小。

1.2.4 捕捉器官形成特性的观察。根据表5可看出不同菌株在同一菌落中首先开始形成捕捉器官的部位不同;CN.3是从菌落的中部首先开始形成,逐渐向外和向内扩展,最终布满全菌落;CN.5首先是由菌落的内部开始形成,逐渐向外扩展,特别是加入线虫后更为明显;除此,这两个菌株的捕捉器官均形成于培养基的表面。而CN.7的捕捉器官可在菌落的任一部位形成,不论从时间上,还是数量上都无明显的差异,甚至孢子萌发后,可立即由芽管形成捕捉器

官(捕捉环),培养基的表面和内部都能形成捕捉器官。

1.2.5 捕捉环捕食线虫的机制观察。线虫刺激捕捉环的形成与形成量,已见报道^[16],但捕捉环套住线虫后的收缩机制,未见报道。为此,做了进一步的观察:当线虫游动并穿越捕捉环时,组成捕捉环的三个细胞,能在几秒钟之内迅速膨胀而套住线虫;以眼睫毛为挑针,在显微镜下,使其尖端穿越捕捉环,即使是进行十几秒钟的不断刺激,未见捕捉环细胞出现膨胀现象;说明:捕捉环细胞的膨胀不是机械性刺激造成的,只有当遭受到线虫穿越时的刺激,才起捕捉作用。

1.2.6 供试菌株捕捉势的比较。通过1个月的连续观察(pH5.5, 20~25℃, CMA培养基并不间断地加入活线虫,使之连续捕捉),获得三个不同的捕食线虫捕捉势的曲线图。

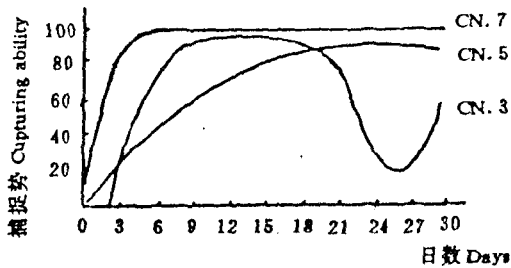


图1 捕捉势的比较

Fig. 1 The difference of capturing-ability

如图所示: CN. 7在加入线虫后的第1天就开始捕食, 2~3天后大量形成捕捉环, 在这期间不断加入活线虫, 均能在1~2日内全部捕食完毕, 因此捕捉势曲线稳定, 呈近似一条直线; CN. 5在加入线虫后的第1天, 可见少量被捕食, 随着菌落的扩展, 捕捉器也随之增多, 捕食线虫的能力逐步增强, 捕捉势呈一条抛物线; CN. 3在加入线虫后, 开始捕捉的时间随培养基而定: 在WA培养基上1.5~2.0天开始形成捕捉器官, 在CMA培养基和RdA培养基上3~4天才能形成, 捕捉器官大量形成后, 每次加入的线虫, 均能在2~3天内捕食完毕, 但这种较强的捕捉势, 维持两周后, 开始下降, 过一段时间捕捉势虽有增强, 但仍低于第1次的捕捉势, 曲线呈马鞍形, 前高后低。

2 肉食真菌的应用研究

根据先后所选出的11个菌株的(分属6个

表6 不同pH值对捕捉器官形成量的影响

Table 6 Effects of pH value on the quantity of the formation of preying organs

pH	捕捉器官形成量						
	The quantity of the formation of preying organs						
	CN. 3				CN. 7		
	2*	3*	4.5*	7*	1.5*	3.5*	4.5*
4.5	0	0.78	1.00	1.40	0.80	143.80	229.60
5.0	0	0.44	0.56	1.40	0.70	128.60	210.70
6.0	0	2.78	4.10	13.20	15.60	237.00	239.00
7.0	微 Trace	5.67	18.40	41.80	263.60	265.90	267.60
7.5	微 Trace	7.33	18.40	41.70	213.60	217.80	215.60
8.0	微 Trace	10.90	16.90	43.20	2.78	141.90	145.10

* 培养日数 Culture days.

“属”——*Harposporium*, *Monacrosporium*, *Paecolomyces*, *Dactylella*, *Verticillium* 和 *Candelabrella*)^[8,13,14,15] 观察和某些特性方面的研究, CN. 7菌株是一个适应性广、捕势强而稳定的菌株, 为此对其应用技术和田间效果, 进行了试验。

2.1 培养基的筛选研究(略)

2.2 复壮技术的探讨(略)

2.3 应用技术与防效的试验

生防菌剂的施用时间和方法在很大程度上制约着它的防效^[7,12], 尤其是对根系的保护效果。为此, 为提供捕食土壤线虫肉食真菌防效的最佳投放时间进行了研究。

2.3.1 土壤未被线虫污染或土壤已被线虫污染的情况下, 寄主植物已被或未被污染或播种材料为种子时的防效试验, 我们已作报道^[17]。

2.3.2 田间示范的防效

2.3.2.1 罗汉果根结线虫病的防效。1992年春永福县龙江乡陈家兄弟的罗汉果地(0.3hm²)进行了防效示范, 1993年春检查(6次重复取样)结果见表7。

(1) 陈风平罗汉果棚

从表7的统计数据看: 对土壤中线虫的捕食效果, 虽然仅为67.2%, 但对寄主根系的保护效果极为显著, 施用菌剂者在6次重点取样中, 没有发现被害薯; 而施用咪喃丹者, 仍有50%的被害薯; 对照的被害薯率高达83%。

(2) 陈风勇的罗汉果棚: 防效示范田中有一部分地历年发病严重, 这一区域所种植的种薯, 几乎年年要更换, 施用本菌剂后, 未再发现被害薯。说明其保护效果极为显著。

表7 防效检查

Table 7 The examination of control effect

处理 Treatment	病株数 Number of disease plant	土壤线虫数 Number of nematodes in the soil	防效 Control effect	病级株数*				病情指数 Disease index	发病株率 Disease incidence
				The plant numeber in disease ratings					
				I级	II级	III级	IV级		
施用菌剂 Applying fungus preparation	0	78	67.2%	6	0	0	0	0	0
呋喃丹 Furadan	3	189	20.6%	3	2	1	0	22.2	50.0%
对照 Control	5	238	0.0	1	1	2	2	61.1	83.3%

* I级: 根上无线虫瘿, II级: 小线虫瘿1~3个, III级: 小线虫瘿4个以下, IV级: 线虫瘿多而大。

I. None of nematode gall on the root; II. One to three small nematodes galls on the root; III. Under four small nematodes on the root; IV. More and big nematodes on the root.

表8 西瓜防效示范田检查结果

Table 8 The control effect of watremelon field

处理 Treatment	株数 Number of plant	萎蔫病株率 Death rate of wilt disease plant	第一批瓜总产 Output of watermelon in first time harvest (kg)	总个数 Total	平均个数/行 Mean weight/line	平均重量/每个 Average number/each (kg)	防治效果 The effect of preying soil nematodes		增产率 Rate of increase output
							4月16日检查 Exam on 4th of April	5月30日检查 Exam on 30th of May	
							施用菌剂 Applying fungus preparation	534	
施用呋喃丹 Applying Furadan	89	67.4	42.5	7	7.0	12.14	41.6%	10.6%	28.0%
对照 Control	178	63.5	118	19	8.5	12.42	0.0	0.0	-

2.3.2.2 西瓜线虫病及萎蔫病(*Fusarium oxysporum*)的防效及其增产效益。1993年春在武鸣县宁武乡陆有崇的连作西瓜地进行了防效示范(0.13hm²)结果见表8。

从表8的统计数据看:

(1) 施用“桂植捕线菌七号”后105天和60天对捕食土壤中线虫的防效分别达到62.3%和65.3%,而同期施用呋喃丹的防效分别为10.6%和41.6%。

(2) 呋喃丹对西瓜萎蔫病无效,而菌剂对西瓜萎蔫病有兼防的作用,其保苗效果达38.1%。

(3) 增产效果显著,其增产原因:减少缺苗,绝非唯一因素,亦非主要因素(只比对照多24.2%的瓜苗,却增产70%;提示菌剂对结瓜数,单瓜重等均有增效作用。

2.3.2.3 烟草线虫病和青枯病(*Pseudomonas*

solanacearum)的防效及增产效益。1993年春,在罗城仫佬族自治县的龙岸乡和东门镇的下冲,对烟草的线虫病和青枯病,进行了防效的田间试验示范。由于分别在两个乡三块不同的烟田上进行的试验示范,因此,相当于3次重复或是相当于没有重复的3年资料。更为重要的是所取得的数据资料,其趋势极为一致。故数据是可靠的。详见表9。

根据表9所列数据,可以看出:

(1) 有线虫危害的金鸡旱地烟田。施用本菌剂后,对土壤中线虫捕食的防效为66.7%,防治后增产25.79%;其中较优质烟(中三,上二)比对照每公顷增收298.65公斤,即较优质烟叶比对照田增收37%。

(2) 有青枯病危害,但线虫危害较轻的金鸡水田连作烟田。施用菌制剂后,对土壤中线虫的捕食防效为60.0%,对青枯病的防效为59.9%;防治后增产

表9 CN菌剂对烟草的防病效果及增产效果

Table 9 Effects of control diseases and rise income in tobacco with applying fungus preparation

项目 Items	旱地, 有线虫 ⁺ Dry land, existing nematodes		水田连作, 青枯 ⁺ Paddy field continuously cropped, wilt disease		旱地、线虫轻 ⁺⁺ Dry land with slight damage by nematodes	
	施菌剂	对照 [*]	施菌剂	对照	施菌剂	对照
	Applying fungus preparation	Control	Applying fungus preparation	Control	Applying fungus preparation	Control
株高 Plant height (cm)	87	74	89	67	47.2**	40.1
相差 Difference (cm)	23.0	—	22.0	—	7.1	—
有效叶数 The number of effective leaf	21	19	18	16	20.8**	20.4
相差 Difference	2	—	2	—	0.4	—
叶面积 Leaf area (cm ²)	58×26 (1508cm ²)	56×20 (1120cm ²)	72×27 (1944cm ²)	67×22 (1474cm ²)	69.5×26.8 (1862.6cm ²)	48.7×25.2 (1731.24cm ²)
相差 Difference (cm)	388	—	470	—	131.36	—
青枯病株率 Incidence of wilt disease (%)	—	—	9.7	24.2	—	—
相对防效 Relative control effect	—	—	59.9	—	—	—
捕食线虫效果 Effect of preying nematodes	66.7	—	60.0	—	—	—
总产 Total output (kg/hm ²)	1729.35	1374.75	1631.35	1160.7	2748.6	2463.0
增产率 Rate of output increase (%)	25.79	—	40.56	—	11.60	—
中二级产量 Output of grade 2 of middle leaf (kg/hm ²)	—	—	—	—	586.5	520.2
上一级产量 Output of grade 1 of top leaf (kg/hm ²)	—	—	—	—	443.1	373.35
上二, 中三级产量 Output of grade 2 of top leaf and grade 3 of middle leaf (kg/hm ²)	1105.65	807.0	1138.65	532.95	1248.0	1156.65
增产 Increase output (kg/hm ²)	298.65	—	605.7	—	227.40	—
增产率 Rate of increase output %	37.0	—	113.65	—	11.09	—
中四、中五、上三、上四级产量 Output of grade 4, 5 of middle leaf and grade 3, 4 of top leaf (kg/hm ²)	623.7	567.75	492.9	627.75	471.0	412.8

注: * 烟苗提前5天移栽, 前期生长优于施菌者, 1个月后施菌区烟苗超过对照。

** 因同期打顶, 未能表现出应有的株高和有效叶数。金鸡株高及叶片数为5月29日检查; 下冲为5月8日检查, 故差异悬殊。

* Tobacco seedling on the control was transplanted in 5 days advanced, and its growth was better than that applied fungus preparation in the advance period. But one month later the applied fungus preparation better than the control.

** Value could not show the realistic height of plant and the number of effective leaves because that the top buds were cutted in the same time. The plant height and leave number in Jinji were investigated on 29th May, and Xiachong on 8th May, so the values between them were big difference.

+ 在龙岸金鸡试验 Trial in Jinji of Long'an.

++ 在东门下冲试验 Trial in Xiachong Dong men.

40.56%，其中较优质叶（中三，上二）比对照每公顷增收 605.7 公斤，占 113.7%，多收 1 倍多。

(3) 线虫病和青枯病均危害较轻的烟田（东门镇下冲）。施用本菌剂后，尽管线虫极少，但对根系的保护作用极好（根系洁白、须根多，没有腐烂现象）；而对照区的烟株根系变黑，须根少，基本腐烂。施用菌剂后增产 11.60%；其中优质叶和较优质叶（中二，上一，上二，中三）每公顷增收 227.4 公斤，占 11.09%。

上述三种不同情况的烟田，其共同点都是施用菌剂后，株高和烟叶面积，均有所增加；且干叶重亦有所增加，施用菌剂处理不同时期的干叶重（干叶重）比对照增重 0.45~0.7 公斤。

2.3.2.4 菌剂的持效期我们已作报道^[17]。施用一次菌剂后，次年在搅乱施用菌剂的土层基础上施用腐殖质肥，这些已施入的菌剂，仍然可以通过自繁而继续发挥捕食线虫的作用，而且后期的效果相对来说更为明显。即使除去线虫自身的消长因素仍然是如此。呋喃丹施用 50 天后已基本或完全失效。

对甘蔗线虫病生防的持效期来说，即使次年不加任何处理（含不施肥料），其产量仍较对照高出 8.09%。增产的原因主要表现在茎径和茎重的增加上。

3 小结

(1) 在肉食真菌的应用中，施入菌剂的同时加入一定量的有机物^[1,8,10,11]以提高防效已见报道。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；我们的试验结果表明：在寄主植物未被线虫侵染前施用菌剂，可提高防效，显著减轻寄主的被害程度。在实用中尤以种子为播种材料时，与菌剂同期播施，效果极明显。

(2) CN.7 菌株定名为“桂植捕线菌七号”，本菌株可产生拮抗物质，故可兼防烟草的青枯病和西瓜的萎蔫病等。

(3) 本菌剂可促进寄主植物的生长并提高其质量。

参考文献

- 1 萨塞 J N, 詹金斯 W R 编. 线虫学基础与进展——植物寄生性和土壤型线虫, 毕志树, 陈品三等译. 北京: 农业出版社, 1985, 505~510.
- 2 约翰逊 L F, 柯尔 E A. 土壤植物病原菌生态研究法. 李良, 陈照炫等译. 北京农大植物病害生防研究室. 18~19.
- 3 方中述. 植病研究方法. 北京: 农业出版社, 1979, 284~285.
- 4 土壤微生物研究会编. 土壤微生物实验法, 叶维青译. 北京: 农业出版社, 1983.
- 5 俞方绂. 植物病理学和真菌学技术汇编. 北京: 人民教育出版社, 1959.
- 6 巴尼特 H L, 亨特 B B. 半知菌属图解. 沈崇尧译. 科学出版社, 1977.
- 7 泰勒 A L. 陈品三等译, 植物线虫研究入门. 北京: 农业出版社, 1981.
- 8 泰勒 A L, 萨塞 J N. 植物根结线虫. 北京: 科学出版社, 1983. 20: 133.
- 9 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.
- 10 韦伯斯特 J M 编. 经济线虫学. 北京: 农业出版社, 1988, 316 页.
- 11 Sayre R M. 生物防治线虫的有希望的生物. 邓文轩. 见: *Plant Disease*, 1980; 64 (6): 527~532.
- 12 Mankau R. Soil fungistasis and nematophagous fungi. *Phytopathology*. 1962, 52.
- 13 David Malloch. Mould- their isolation cultivation and identificaton, University of Toronto press.
- 14 Cooke R C, Godfrey B E S. A key of the nematode-destroying fungi. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 1964, 47: 61~74.
- 15 Cooke R C, Dickinson C H. Nematode-trapping sp. of *Dactylolela* and *Monacrosporium*. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 1965, 48: 621~629.
- 16 Duddington C L. The friendly fungi faber and faber, 1956.
- 17 蒋冬荣, 周广泉, 周志权等. 肉食真菌的施用期对土壤线虫的防治效果. 广西科学院学报, 1993, 9 (1): 86~91.