昆明学院学报　2017, 39(6):1~6　ISSN 1674-5639　CN 53-1211/G4
Journal of Kunming University

昆明烟区根结线虫种类及生防制剂防效评价

徐兴阳[1],杨艳梅[2],李　杰[1],李金明[3],李正伟[4],顾进坤[3],端永明[1*]
(1. 云南省烟草公司 昆明市公司,云南 昆明 650051;2. 云南农业大学 植物保护学院,云南 昆明 650201;
3. 云南省烟草公司昆明市公司 寻甸分公司,云南 寻甸 655200;
4. 云南省烟草公司昆明市公司 宜良分公司,云南 宜良 652100)

摘要:为解决当前昆明烟区根结线虫危害突出的问题,通过在发病区取样鉴定危害烟草的根结线虫种类,并利用保温大棚在冬季开展了8种生防制剂的筛选试验.结果表明:1)昆明烟区以南方根结线虫、花生根结线虫和爪哇根结线虫并存,占总根结线虫种类的97.5%,还存在少量北方根结线虫和未知种类线虫.2)生防制剂表现出一定的选择性,对花生根结线虫的防效以金东旺最好,对南方根结线虫的防效以阿维菌素最好,"1349"次之.3)线虫必克防效中等,针线结和木霉防效不理想,但这三者均表现为能明显促进烟株生长发育."1331"和"1342"对防治线虫和改善烟株生长方面没有作用.研究基本明确了危害昆明烟草的根结线虫种类,并初步筛选出能有效控制根结线虫的生防制剂,同时提出分区域、高效率的生防组合措施.

关键词:昆明;烟草根结线虫;生物制剂;评价
中图分类号:S572　**文献标识码**:A　**文章编号**:1674-5639(2017)06-0001-06
DOI:10.14091/j.cnki.kmxyxb.2017.06.001

Evaluation of Root Knot Nematode Species and Efficacy of Biocontrol Agents in Kunming Flue-cured Tobacco Growing Regions

XU Xingyang[1], YANG Yanmei[2], LI Jie[1], LI Jinming[3], LI Zhengwei[3], GU Jinkun[3], DUAN Yongming[1*]
(1. Yunnan Tobacco Company Kunming Branch, Kunming, Yunnan, China　650051;
2. College of Plant Protection, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan, China　650201;
3. Xundian Subsidiary Company of Yunnan Tobacco Company Kunming Branch, Xundian, Yunnan, China　655200;
4. Yiliang Subsidiary Company of Yunnan Tobacco Company Kunming Branch, Yiliang, Yunnan, China　652100)

Abstract: In order to solve the problem of root knot nematode damage in Kunming flue-cured tobacco growing regions, we sampled and identified root knot nematode species which were harmful to tobacco in the disease area, and 8 screening tests of biocontrol agents were carried out in greenhouse in winter. The result showed that: 1) In Kunming tobacco area, meloidogyne incognita, meloidogyne arenaria and meloidogyne javanica coexist, accounting for 97.5% of total root knot nematodes, while the remaining ones were meloidogyne hapla and unknown nematodes. 2) The biocontrol agents showed a certain selectivity. "Jin Dongwang" had the best control effect on meloidogyne arenaria. Abamectin had the best effect on the control of meloidogyne incognita, followed by "1349". 3) "Xianchongbike" showed moderate control effect on nematodes, but the control effect of "Zhenxianjie" and trichoderma was not ideal. However, all the three could significantly promote the growth and development of tobacco plants. "1331" and "1342" had no effect on controlling nematodes and promoting tobacco growth. The research basically defined the species of root knot nematodes endangering tobacco in Kunming. The biocontrol agents which could effectively control root knot nematodes were screened preliminarily and the regional and high efficiency measures for biocontrol were proposed.

Key words: Kunming; tobacco root-knot nematodes; biological agents; evaluation

收稿日期:2017-10-24
基金项目:中国烟草总公司云南省公司资助项目(2017YN12).
作者简介:徐兴阳(1974—),男,云南盐津人,高级农艺师,硕士,主要从事烟草农业新品种、新技术、新方法、新材料等应用及研究.
*通讯作者:端永明(1963—),男,云南宜良人,高级农艺师,主要从事烟草植保、栽培和新技术应用及研究,E-mail:Yongmingduan@sina.com.

线虫病是危害植物的重要病害,全世界已记载的植物线虫有 200 多属 5 000 多种[1]. 烟草根结线虫病是世界各产烟国的主要病害之一[2-4]. 究其原因:一是病原特殊,该病原为微动物,生命力极强,繁殖快,繁殖数量极大;二是与其他病原物比,它生存在土壤中,能主动侵袭、又极具隐蔽性;三是防治成本高,同时高效、低毒、低残留农药(包括化学农药和生物农药)极少,且使用方法复杂,一般农户很难把握,防治十分困难.

近年来,国内外围绕根结线虫的生物防治开展了大量的研究、示范和应用工作,并产生了一批防治线虫的新制剂和新方法,并取得不少成绩,有力地支撑了各个发展阶段的烟草产业[5-13]. 然而受栽培环境、种植品种和连作障碍等影响[14-16],以及受深耕晒垡、轮作等农业措施和高残留化学农药措施的限制,再加上线虫种类、种群本身处于动态变化中[17-18],要使市场上多种多样生防制剂发挥其最佳效果,进一步提高综合防控水平,仍是一个摆在各烟叶产区需要深入研究、进一步完善的问题. 本研究针对当前昆明烟区烟草根结线虫病害日趋突出、防治效果不理想以及对上部烟叶落黄成熟产生重大影响的现状[19],拟在当地开展危害线虫的种类鉴定,并在此基础上开展生防制剂的筛选试验,旨在为探索能保障当地绿色生态烟叶生产及各烟区分类施策提供科学指导.

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2015 年 7 月—12 月在云南省石林县石林镇天生关村委会烟蚜茧蜂繁殖基地采用温室大棚内盆栽的方式完成. 每盆土壤质量为 60 kg,土壤来自石林县长湖镇当季种植红花大金元的山地红壤,统一培育壮苗移栽,品种为红花大金元.

1.2 试验设计

试验选择 8 种生防制剂,2 个对照,共 10 个处理(详见表 1). 每个处理 6 盆,完全随机排列.

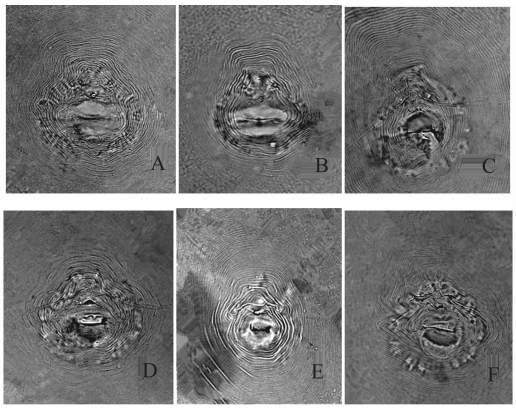
表 1 各处理生防制剂简介

处理	名称/代号	有效成分	来源	施用方法	用量
A	线虫必克	厚孢轮枝菌生物杀线虫剂	云南陆良酶制剂有限责任公司	拌土(砂)靠近根部施药	37.5 kg/hm^2
B	阿维菌素	1% 阿维菌素颗粒剂	华北制药集团爱诺有限公司	拌土(砂)靠近根部施药	27.0 kg/hm^2
C	针线结	3% 阿维菌素微囊悬浮剂	山东玉成生化农药有限公司	兑水穴施	稀释 100 倍,50 mL/塘
D	金东旺	25% 阿维·丁硫水乳剂	北京市东旺农药厂	兑水穴施	稀释 1 000 倍,80 mL/塘
E	1331	“放线菌代谢产物”水乳剂	云南农大植保学院	灌根	80 mL/塘
F	1342	“放线菌代谢产物”水乳剂	云南农大植保学院	灌根	80 mL/塘
G	1349	“放线菌代谢产物”水乳剂	云南农大植保学院	灌根	80 mL/塘
H	哈慈木霉	寄生性哈慈木霉可湿性粉剂/活菌数是≥2.0 亿/g	山东省科学院引进,昆明保腾生化有限公司生产	灌根	稀释 200 倍,200 mL/塘
CK1	呋喃丹	3% 克百威颗粒剂	广西国泰农药有限公司	直接撒施于根部	60.0 kg/hm^2
CK2	空白	不施药	–	–	–

1.3 调查方法

烤烟收获当季结束后,选取根结线虫危害的发病区,在田间挖活体根系及根部土壤,每个片区随机抽取 1 个样,共取样 52 个,详见表 2. 盆栽试验于烤烟现蕾期(12 月 18 日,栽后 90 d)观察烟株农艺性状和根系根结状况,分别参照烟草农艺性状调查测量方法(YC/T 142—2010)和烟草病虫害分级及调查方法(GB/T 2322—2008). 线虫种类采用观察雌虫会阴花纹形态进

行鉴定,会阴花纹的制作及观察参照文献[20~21],再参照文献[22~23]进行分类鉴定,详见图 1.



1.A和B南方根结线虫的会阴花纹;
2.C和D爪哇根结线虫的会阴花纹;
3.E和F花生根结线虫的会阴花纹.

图1　根结线虫的会阴花纹

相对防效计算公式如下:

相对防效 = {(对照区病指 - 处理区病指)/对照区病指} ×100%.

表 2　根结线虫危害重灾区取样区域及取样数量

区域	石林	禄劝	晋宁	宜良	富民	寻甸	嵩明	安宁	合计
取样/个	16	3	2	10	3	10	3	5	52

1.4　大田管理

于 7 月 27 日播种,大棚漂浮育苗,苗龄 50 d,剪叶 3 次,9 月 16 日同一天移栽. 移栽时根据试验设计统一施药,统一施用烟草专用复合肥(8-16-24)一次性基肥塘施,每株纯 N 统一 3.5 g. 采用烯酰吗啉叶面喷施防治疫霉属病害 2 次,三唑酮防治白粉病 3 次,其余管理水平和操作措施均一致.

2　结果与分析

2.1　根结线虫种类现状调查

根据根结线虫的样本鉴定结果可知(见表 3),昆明烟区可以明确的根结线虫有 4 类,还有部分线虫无法依据会阴花纹形态进行鉴定. 总体来看,昆明烟区已经没有明显的优势种群,南方根结线虫比例占 43.1%,花生根结线虫比例占 32.3%,爪哇根结线虫比例占 22.1%,其他类线虫仅占 2.5%. 从局部来看,嵩明表现为南方根结线虫为绝对优势种,富民表现为花生根结线虫为绝对优势种,禄劝表现为爪哇根结线虫为优势种,其余各区域则表现为多种线虫混合发生.

表 3　昆明烟区根结线虫种类鉴定结果　　%

种类	晋宁	石林	宜良	安宁	富民	嵩明	寻甸	禄劝	平均
南方根结线虫	54.2	57.8	28.5	36.2	0.0	94.7	62.4	11.1	43.1
花生根结线虫	20.9	34.2	42.1	12.0	100.0	5.3	30.3	13.9	32.3
爪哇根结线虫	25.0	7.3	11.2	51.8	0.0	0.0	6.6	75.0	22.1
北方根结线虫	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.1
未知	0.0	0.7	18.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4

2.2　生防制剂筛选

2.2.1　不同制剂对烟株农艺性状的影响

从表 4 可知,株高在 77.0~131.3 cm 之间,供试的 8 个处理均高于两个对照. 供试的 8 个处理以处理 B,C 和 D 最高,处理 H 和 A 次之;处理 G,E 和 F 较矮,与 CK1 相当. 单株叶数在 20.5~22.7 片之间,以处理 H 最多,处理 D 次之,处理 F 和 G 较少,其余处理与两个对照相当. 从株高和叶数的变异系数来看,均低于 10% 为"整齐"的有处理 B,D 和 G 和空白对照(CK2),其余二者变异系数均未超过 25%,属于"较齐".

表 4　各处理烟株的株高、叶数及变异度

指标	A			B			C			D			E		
	均值	*S*	*CV*	均值	*S*	*CV*	均值	*S*	*CV*	均值	*S*	*CV*	均值	*S*	*CV*
株高	107.0	19.4	19.4	131.3	8.8	6.7	125.8	19.1	15.2	120.2	9.0	7.5	100.0	17.8	17.4
单株叶数	21.0	2.3	11.2	21.5	1.3	6.0	22.0	1.6	7.2	22.4	1.1	5.1	21.2	1.5	7.0

续表 4

指标	F			G			H			CK1			CK2		
	均值	*S*	*CV*	均值	*S*	*CV*	均值	*S*	*CV*	均值	*S*	*CV*	均值	*S*	*CV*
株高	97.7	13.8	14.3	102.2	9.5	9.3	109.7	23.4	21.3	96.4	14.4	14.7	77.0	1.4	1.8
单株叶数	20.6	0.5	2.7	20.5	0.6	2.8	22.7	1.2	5.1	21.5	1.6	7.6	21.5	0.7	3.3

2.2.2 不同制剂对烟株根部发育的影响

从表 5 可知,根部生物量在 30.6 ~ 94.3 g 之间,供试的 8 个处理均优于两个对照. 其中,以处理 C 和 A 质量最大,处理 D,H 和 B 次之,处理 E,F 和 G 较少,但均优于对照. 这与本研究的农艺性状调查结果基本相一致.

表 5 各处理烟株的根部生物量 g/株

处理	A	B	C	D	E	F	G	H	CK1	CK2
根鲜质量	85.3	70.4	94.3	77.2	48.3	47.5	49.3	73.5	42.6	30.6
排序	2	5	1	3	7	8	6	4	9	10

2.2.3 不同制剂对根结线虫的防效

从下表 6 可以看出,供试的 8 个处理防效在 -13.0% ~33.4%之间. 供试 8 个处理的防效以处理 D,B 和 G 最好,处理 A 次之,处理 E,F 和 H 有一定防效,而处理 C 没有防效. 结合本研究的烟株农艺性状和根部生物量来看,尽管处理 C 没有表现出防效,但却对促进烟株生长发育十分有利;而处理 G 烟株长势长相和根系生物量较差,但其相对防效却较好. 由此说明,评价生防制剂的防效,还需要综合考虑地上部和地下部的综合表现.

表 6 各处理对根部线虫的防效统计

处理	发病率/%	病指	防效/%		防效排序
			相对 CK1	相对 CK2	
A	100	64.4	16.0	17.1	4
B	100	51.9	32.4	33.3	2
C	100	86.7	-13.0	-11.4	8
D	100	51.1	33.4	34.3	1
E	100	72.2	5.8	7.1	6
F	100	73.3	4.4	5.7	7
G	100	55.6	27.6	28.6	3
H	100	70.4	8.3	9.5	5
CK1	100	77.8	-1.4		
CK2	100	76.7			

2.3 不同处理对根结线虫种类的影响

从表 7 可知,供试土壤中存在南方根结线虫、花生根结线虫和爪哇根结线虫,还存在少量未知线虫种类. 但通过生防制剂防治后,根际土壤的线虫种类发生了一定变化. 由此可以初步推测处理 D,F 和 CK1 主要对控制花生根结线虫有效,而处理 B 和 G 主要对控制南方根结线虫有效,且所有供试制剂对控制爪哇和未知类线虫均有效.

表 7 各处理对土壤根结线虫种类的干预

处理	名称/代号	种类
A	线虫必克	南方 44.4%,花生 55.6%
B	阿维菌素	南方 14.3%,花生 85.7%
C	针线结	南方 42.9%,花生 57.1%
D	金东旺	南方 100%
E	1331	南方 50.0%,花生 50.0%
F	1342	南方 100%
G	1349	花生 100%

续表 7

处理	名称/代号	种类
H	木霉	南方 50.0%,花生 50.0%
CK1	呋喃丹	南方 100%
CK2	空白对照	南方 60.0%,花生 22.4%,爪哇 13.3%,未知 4.3%

3　讨论

3.1　昆明烟区土壤根结线虫种类发生了重大变化

鉴定结果表明,昆明烟区烟草根结线虫已经没有明显的优势种群,南方根结线虫、花生根结线虫和爪哇根结线虫呈现均衡分布的特点,仅局部存在绝对优势种群或优势种群的现象. 与 2011 年的调查结果相比[19],近 3 ~4 a 来,昆明烟区土壤中根结线虫的种类发生了巨大变化. 这可能与近年来各地主栽品种变化、烟区转移、连作突出、种植结构调整等[15,17]关系密切. 因此,控制根结线虫的措施和方法也应该针对当地实际、因时因地进行适当调整,才能取得预期效果.

3.2　评价生防制剂防效需要综合判断

试验表明,线虫必克(处理 A)防效中等,针线结(处理 C)和哈慈木霉(处理 H)对根结线虫虽然防效较低或负防效,但三者均对促进烟株生长发育十分有利;而“ 1349”(处理 G)虽然烟株长势长相和根系生物量较差,但其相对防效却较好. 这可能是因为,如“肯邦线尊”等一些生防制剂本身具有杀菌功能而达到防病、增产效果[8,24-26],而另一些生防制剂本身不具有杀菌功能,但却能够促进土壤有益微生物生长从而改善根际土壤环境,或是寄生病菌,也可能具有能促进、刺激或诱导等促进作物快速生长的功能,而实现防病、增产的效果[27-30]. 由此说明,若仅从烟株长势长相或根系生物量来判断生防制剂的防效,或仅从其防效来推断烟株生长发育、产量潜力等状况,这样任何一种判断都是不客观、不全面的,具有一定的局限性,特别是在以收获叶片为主的烟叶生产中更应借助三者的综合表现来进行评价才具有现实意义. 在烤烟生产上,若仅考虑促生长效果或防效,而不进行产质量的评估,往往会忽视病虫害防治的实际意义.

3.3　针对根结线虫防效的解读

本研究中防效最好的金东旺(处理 D)和阿维菌素(处理 B),其防效仅为 33% 左右. 这可能是针对药剂对根结线虫的防效与生育时期关系密切的缘故,从栽后至采烤结束,有报道是呈递减的规律[9],也有报道是成熟初期(现蕾期)防效值最低[26]. 综合本研究烟株的长势长相、农艺性状和相对防效结果,现蕾期达到 33% 的防效是较为理想的,在烟叶生产上具有实际意义.

3.4　生防制剂防治对象的选择性

试验表明,金东旺(处理 D)、呋喃丹(CK1)和“ 1342”(处理 F)主要对控制花生根结线虫有效,而阿维菌素(处理 B)、“1349”(处理 G)主要对控制南方根结线虫有效,且对控制爪哇和未知类线虫均有效. 这可能是因为生防制剂也具有选择性或专一性所致[31-33]. 由此,为进一步提高防效,可以有选择性地使用生防制剂. 如以南方根结线虫为绝对优势种的嵩明烟区和以花生根结线虫为绝对优势种的富民烟区,可以分别选择阿维菌素(处理 B)和金东旺(处理 D),而以爪哇根结线虫为优势种的禄劝烟区,则两种均可选择. 但针对多种线虫混合发生的石林、宜良、安宁、晋宁和寻甸等烟区,则应考虑将两种制剂进行合理搭配使用.

4　结论

综上所述,昆明烟区烟草根结线虫已经没有明显的优势种群,南方根结线虫、花生根结线虫和爪哇根结线虫呈现均衡分布的特点,仅在嵩明、富民和禄劝等局部区域仍存在绝对优势种群或优势种群的现象.

防治线虫的 8 种生防制剂中,综合表现以金东旺和阿维菌素的效果最好,其防效在现蕾期调查结果显示,仍可达到 33% 左右,且烟株生长发育良好,但防治花生根结线虫宜推荐金东旺,而防治南方根结线虫宜推荐阿维菌素;线虫必克和“1349”的防效次之,对防治对象也具有一定的选择性;木霉、“1331”和“1342”的效果较差.

在寻甸烟区检测出以往未出现过的北方根结线虫,在石林和宜良烟区检测出尚不能判断的未知线虫种类,换言之,昆明烟区根结线虫种类已趋于多元化、复杂化,有必要开展生态学理论和线虫防治机理研究,并利用现代生物技术构建一个高效、稳定、多功能的防控体系,更好地服务于绿色

生态烟叶生产.

[参考文献]

[1]谢辉. 植物线虫分类学[M]. 2 版. 北京:高等教育出版社,2005.

[2]张振臣,周汝鸿. 烟草根结线虫病产量损失估计的初步研究[J]. 华北农学报,1990(5):111 - 115.

[3]孔凡玉. 我国烟草侵染性病害发生趋势原因及防治对策[J]. 中国烟草,1995(1):31 - 34.

[4]孙希芳,刘宝法. 烟草根结线虫病及其防治[J]. 世界农业,1998(2):33 - 34.

[5]张铁耀,李衍素,郭允娜,等. 万寿菊间作密度对黄瓜南方根结线虫防效和黄瓜生长与产量的影响[J]. 中国生物防治学报,2014(3):348 - 354.

[6]宋辉,亚平,杨明文,等. 烟草根结线虫病防治制剂的田间筛选研究[J]. 云南农业大学学报(自然科学版),2011,26(6):740 - 748.

[7]金桂梅,胡小东,杨艳鲜,等. 生态调控技术防治烟草根结线虫试验[J]. 云南农业科技,2013(5):11 - 12.

[8]刘涛,赵世民,王延晓,等. 植物源线虫"速杀剂"防治烟草根结线虫病的田间试验[J]. 烟草科技,2009(6):60 - 64.

[9]李锐,杜碧雄,罗涵宇,等. 不同生物制剂对烤烟的病害防效、农艺及经济性状的影响[J]. 湖南农业科学,2014(7):49 - 51.

[10]蔺忠龙,郭怡卿,浦勇,等. 病虫害生物防治技术最新研究进展[J]. 中国烟草学报,2011,17(2):90 - 94.

[11]陈露萍,张冲云,金永洪,等. 烟草根结线虫病的发生及防治[J]. 云南农业,2010(3):33.

[12]刘建香,刘树芳,郭云周,等. 翻压绿肥数量与烟草线虫为害关系初报[J]. 西南农业学报,2015,28(5):2116 - 2119.

[13]贾利华,文国松,李永忠,等. 氮磷钾肥对烟草根结线虫病抗性研究[J]. 现代农业科学,2009,16(3):62 - 65.

[14]王峰吉,尤垂淮,刘朝科,等. 不同连作年限植烟土壤对烤烟生长发育及产质量的影响[J]. 福建农业学报,2014,29(5):443 - 448.

[15]欧阳进,徐兴阳,胡卫宗,等. 昆明烟叶生产稳定持续发展研究报告[J]. 昆明学院学报,2014,36(3):27 - 30.

[16]董莹,周厚发,夏振远,等. 云南省耿马县烟草根结线虫病发病因素调查[J]. 西南农业学报,2014,27(2):670 - 675.

[17]喻盛甫,胡先奇,王扬. 云南烟草根结线虫优势种群动态规律研究[J]. 云南农业大学学报,1998,13(1):52 - 58.

[18]赵映霞,刘奇志,曹志平,等. 培肥措施对植物线虫种群数量动态的影响[J]. 植物保护,2003,29(6):19 - 21.

[19]徐兴阳,罗华元,饶智,等. 昆明植烟土壤根结线虫种群动态研究[J]. 昆明学院学报,2013,35(6):11 - 14.

[20]孔凡玉,王年,王丛丽,等. 山东烟草根结线虫病病原种、小种鉴定初报[J]. 中国烟草科学,2000(3):29 - 32.

[21]焦永吉,王闷灵,赵云波,等. 河南省烟草根结线虫种类的 PCR 鉴定与种群分[J]. 中国烟草学报,2014,20(3):79 - 83.

[22]刘维志. 植物线虫志[M]. 北京:中国农业出版社,2004.

[23]艾森拜克. 四种最常见根结线虫分类指南[M]. 杨宝君,译. 昆明:云南人民出版社,1986.

[24]潘悦,常寿荣,毛春堂,等. 五种生物农药对松毛虫赤眼蜂的毒性及安全性评[J]. 湖北农业科学,2013,52(22):5476 - 5478.

[25]何月秋,熊国如,范成明. 防治十字花科根肿病的生物制剂及其应用:CNZL200810058919. 0[P]. 2011 - 08 - 17.

[26]宋辉,亚平,杨明文,等. 烟草根结线虫病防治制剂的田间筛选研究[J]. 云南农业大学学报(自然科学版),2011,26(6):740 - 748.

[27]刘士旺,郭泽建. 生防制剂与诱导植物抗病性[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2005,33(B08):209 - 214.

[28]唐永庆,许艳丽,张红骥,等. 木酶制剂的生防应用研究及发展前景[J]. 黑龙江农业科学,2008(1):111 - 113.

[29]XU X Y,DONG J H,DUAN Y M,et al. Control effects of combination of plant induced resistant agents against tobacco mosaic virus (TMV)[J]. Plant Diseases and Pests,2011,2(4):60 - 64.

[30]杨合同,唐文化,RYDER M,等. 木霉及其制剂对棉花真菌病害的防治效果[J]. 山东科学,2005,18(3):85 - 90.

[31]HORI H,SELVAMUHU N,WAMI K,et al. Bacillus thuringiensis specific to scarabeid beetles:a review[J]. Entomologia Sinica,2000(4):359 - 367.

[32]彭志荣. 生防菌 MT-06 菌药混配研究及其 TMK1 基因克隆与功能验证[D]. 浙江:浙江师范大学,2012.

[33]商显坤. 植物提取物对两种烟草害虫的生物活性研究[D]. 广西:广西大学,2009.