

DOI:10.13718/j.cnki.zwys.2021.05.005

不同药剂对烟草根结线虫病的防控效果研究^①

龙 岗¹, 江连强², 陈树鸿¹, 罗祖华¹,
文官富¹, 江其朋³, 殷鹏涛³, 丁 孟³

1. 中国烟草总公司四川省公司凉山州公司会理县公司, 四川 会理 615100;
2. 中国烟草总公司四川省公司凉山州公司, 四川 西昌 615000;
3. 西南大学 植物保护学院, 重庆 400715;

摘 要: 烟草根结线虫病在我国西南烟区普遍发生, 严重影响烟草的产量和品质. 为减轻烟草根结线虫病的危害, 本研究通过田间小区试验探究不同药剂、材料对烟草根结线虫病的防效以及对烟草生长的影响. 结果表明, 0.5%阿维菌素颗粒剂对烟草根结线虫病的整体防效最高, 为 73.95%, 其次是牡蛎粉(60.94%); 0.5%阿维菌素颗粒剂处理区烟株农艺性状均显著优于空白对照区, 牡蛎粉和复合调酸材料处理区烟株长势明显优于空白对照. 综上所述, 0.5%阿维菌素颗粒剂对烟草根结线虫病具有很好的防效, 土壤调理剂牡蛎粉和复合调酸材料具有较好的应用潜力.

关键词: 烟草; 根结线虫病; 土壤调理剂; 防控效果

中图分类号: S435.72

文献标志码: A

文章编号: 1007-1067(2021)05-0023-07

Study on the Control Effectiveness of Different Pesticides on Tobacco Root-Knot Nematode Disease

LONG Gang¹, JIANG Lianqiang², CHEN Shuhong¹, LUO Zuhua¹,
WEN Guanfu¹, JIANG Qipeng³, YIN Pengtao³, DING Meng³

1. Huili County Branch of Sichuan Tobacco Company, Huili Sichuan 615100, China;

2. Liangshan Prefecture Branch of Sichuan Tobacco Company, Xichang Sichuan 615000, China;

3. School of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: Tobacco root-knot nematode disease is widespread in the tobacco-growing areas of southwestern China and seriously affects the yield and quality of tobacco. In order to alleviate the harm imposed by this disease on tobacco plants, a field plot trial was carried out to investigate the control effectiveness of different agents and materials and their influence on tobacco growth. The results showed that 0.5% abamectin granules gave the highest control effectiveness (73.95%), followed by oyster meal (60.94%); that the agronomic characters of the tobacco plants treated with 0.5% abamectin granules were obviously better than

① 收稿日期: 2021-06-15

基金项目: 凉山烟草线虫病害的监测预警及绿色防控技术研究与(川烟科[2020]2号).

作者简介: 龙 岗, 本科, 助理农艺师, 主要从事烟草生产技术指导工作. E-mail: 21491805@qq.com

those of the control plants; and that the plants treated with oyster meal and compound acid-regulating materials grew more vigorously than the control plants. In conclusion, 0.5% abamectin granules have a good control effectiveness on tobacco root-knot nematodes, and oyster powder and compound acid-regulating materials have promising potentials of application.

Key words: tobacco; root knot nematode disease; soil regulating material; control effectiveness

烟草根结线虫病是烟草的主要病害之一, 主要侵染烟株侧根和须根形成根瘤^[1], 造成根短粗、膨大、畸形、腐烂^[2]. 发病烟株从下部叶片开始叶尖、叶缘逐渐褪绿变黄^[3-4], 烟株地上部生长发育减缓^[5], 严重时植株明显矮化, 叶片褪绿, 高温条件下烟株可能萎蔫和枯死^[6]. 近年来, 烟草根结线虫病在我国西南烟区发生普遍, 四川省凉山州部分烟区严重发生^[6-8], 影响当地烟叶的产量和品质, 打击了该地区烟农的种烟积极性, 制约西南烟区烟叶的可持续发展^[9-11]. 因此, 筛选和探索针对烟草根结线虫病的安全高效防控产品和技术是当前凉山州烟叶健康生产的迫切需求, 具有生产实践意义. 目前, 化学杀线虫剂仍然是防控根结线虫病的重要手段. 范继巧等^[12]的研究表明, 氯化苦、棉隆和威百亩等 3 种药剂熏蒸处理土壤对黄瓜根结线虫病的防治效果可达 82% 以上; 而迟元凯等^[13]采用氟吡菌酰胺处理土壤可显著降低黄瓜根结数和根内雌虫数和虫卵数. 随着绿色无公害理念的倡导与推广, 采用生物菌剂和土壤调理剂等绿色产品防控根结线虫病越来越引起人们的重视, 随之开展了诸多研究^[14-17]. 李瑞等^[14]、张雅静等^[15]、王海明^[16]的研究表明木霉菌株和淡紫拟青霉对根结线虫病均有较好的防控效果; 而刘晓宇等^[17]研究了苦参碱、阿维菌素乳油等生物源杀线虫剂对番茄根结线虫病的田间防控效果, 其防效分别为 64% 和 44%. 本研究旨在探究化学药剂、生物菌剂和土壤调节剂对烟草根结线虫病发生的影响, 并从中筛选出能有效防控烟草根结线虫病的药剂和材料, 为田间病害的防控提供科学依据.

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验所用烟草品种为“中川 208”, 采用漂浮育苗, 按相关技术标准进行统一大田管理, 移栽时间为 5 月 12 日.

本试验所用药剂及来源具体信息见表 1.

表 1 试验药剂和来源

编号	药剂	药剂来源
1	0.5%阿维菌素颗粒剂	潍坊中农联合化工有限公司
2	2.5 亿活孢子/g 厚孢轮枝菌颗粒剂	肇庆市真格生物科技有限公司
3	5 亿活孢子/g 淡紫拟青霉颗粒剂	德强生物股份有限公司
4	牡蛎粉	草木禾生态修复研究院
5	复合调酸材料	草木禾生态修复研究院

1.2 试验地情况

田间试验地位于四川省凉山州会理县黎溪镇烟草种植单元新区, 试验地经纬度为东经 102°00.715′、北纬 26°17.715′, 海拔 1 780 m, 为往年烟草根结线虫病发生地块, 每克干土中二龄线虫(J2)数量为 3.8 个.

1.3 试验设计

试验于烟苗移栽前开始进行, 共设 6 个处理, 每个处理重复 3 次, 共 18 个小区, 小区面积为 54 m² (约 70 株烟), 设置保护行, 总面积约为 1 300 m². 试验处理如表 2 所示.

表2 试验处理

处理	药剂名称	处理时间及施用方法	每 667 m ² 药剂用量/kg
1	0.5%阿维菌素颗粒剂	烟苗移栽前窝施	4
2	2.5 亿活孢子/g 厚孢轮枝菌颗粒剂	烟苗移栽前窝施	4
3	5 亿活孢子/g 淡紫拟青霉颗粒剂	烟苗移栽前窝施	4
4	牡蛎粉	烟苗移栽前窝施	100
5	复合调酸材料	烟苗移栽前窝施	100
6	对照(空白)		

1.4 调查方法与内容

1.4.1 烟株农艺性状测定

按《烟草农艺性状调查方法标准》(YC/T 142—2010)测定烟株团棵期和显蕾期的农艺性状,主要包括烟株的株高、茎围、有效叶片数、最大叶长、最大叶宽,根据公式(1)计算叶面积,每小区测定烟株 10 株。

$$\text{叶面积}(\text{cm}^2) = 0.6345 \times \text{叶长}(\text{cm}) \times \text{叶宽}(\text{cm}) \quad (1)$$

1.4.2 根结线虫病病害调查

烟草病害发生情况按《烟草病虫害分级及调查方法》(GB/23222—2008)调查。结合当地的病害发生特点,主要对烟草根结线虫病调查,调查每个小区的发病株数及发病级数。生长期地上部病情分级标准如下所示:

- 0 级, 植株生长正常;
- 1 级, 病株生长基本正常, 叶缘或叶尖部分变黄但不干尖;
- 3 级, 病株比健株矮 1/4 至 1/3, 或叶片轻度干尖、干边;
- 5 级, 病株比健株矮 1/3 至 1/2, 或大部分叶片干尖、干边或有枯黄斑;
- 7 级, 病株比健株矮 1/2 以上, 全部叶片干尖、干边或有枯黄斑;
- 9 级, 植株严重矮化, 全株叶片基本干枯。

收获期根部病情分级如下:

- 0 级, 根部正常, 无可见根结;
- 1 级, 1/4 以下根上有少量根结;
- 3 级, 1/4 至 1/3 根上有少量根结;
- 5 级, 1/3 至 1/2 根上有根结;
- 7 级, 1/2 以上根上有根结, 少量次生根产生根结;
- 9 级, 所有根上, 包括次生根上亦长满根结。

生长期病害调查可与测定烟草农艺性状同步进行。根据根结线虫病的发生情况, 在发病初期开始调查, 分别于团棵期(6 月 1 日)、旺长期(6 月 28 日)、打顶期(7 月 24)、采收后(9 月 17 日)进行病害调查, 共调查 4 次。根据公式(2)(3)(4)分别计算发病率、病情指数和防效。

$$\text{病株率} = \frac{\text{发病株数}}{\text{调查总株数}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{病情指数} = \frac{\sum(\text{发病株数} \times \text{该病级代表值})}{\text{调查总株数} \times \text{最高级代表值}} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{防治效果} = \frac{\text{对照病情指数} - \text{处理病情指数}}{\text{对照病情指数}} \times 100\% \quad (4)$$

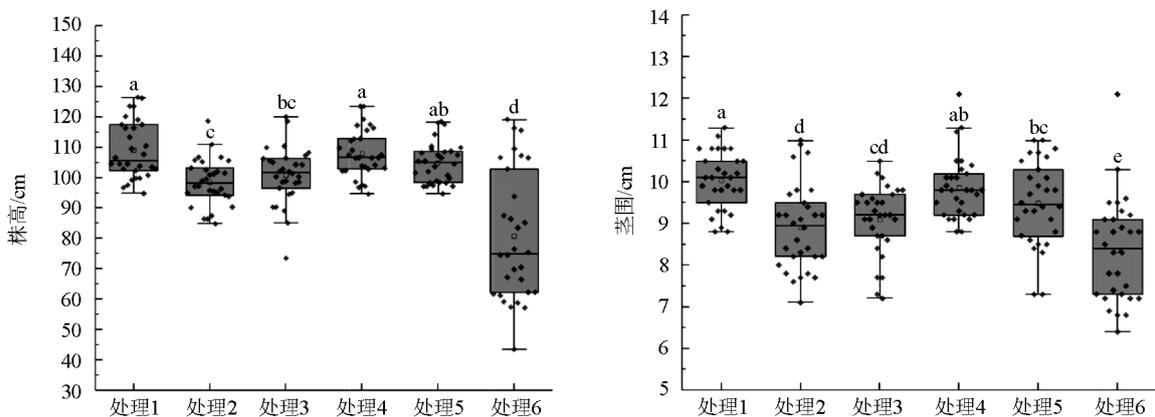
1.5 数据分析

采用 Excel 2013 对试验数据进行基本处理；采用 SPSS 16.0 统计软件以单因素方差法进行差异分析（显著水平为 0.05）；采用 Origin 9.0 绘图。

2 结果与分析

2.1 不同药剂对旺长期烟草生长的影响

在旺长期，对不同处理的烟草株高和茎围生长情况进行调查，结果如图 1 所示。旺长期，空白对照组烟株株高均值仅为 80.62 cm，低于处理组阿维菌素（109.05 cm）、牡蛎粉（107.91 cm）和复合调酸材料（104.84 cm）株高，处理组株高相对空白对照分别提升了 35.27%，33.85% 和 30.05%（ $p < 0.05$ ）；2 种微生物菌剂厚孢轮枝菌（98.50 cm）和淡紫拟青霉（100.80 cm）也能提升株高 22%~25%（ $p < 0.05$ ）。空白对照组烟株茎围均值仅为 8.35 cm，阿维菌素（10.03 cm）、牡蛎粉（9.86 cm）和复合调酸材料（9.48 cm）处理区茎围相对空白对照分别提升了 20.08%，18.08% 和 13.57%（ $p < 0.05$ ）；2 种微生物菌剂（厚孢轮枝菌 98.50 cm 和淡紫拟青霉 100.80 cm）对茎围也能显著（ $p < 0.05$ ）提升，但提升率低于 10%。结果表明：阿维菌素、牡蛎粉和复合调酸材料窝施处理对烟株生长有明显促进作用，表现为对烟株株高和茎围的提升效果较为明显，其中以阿维菌素和牡蛎粉对烟株生长的促进效果最为明显。



不同小写字母表示组间差异有统计学意义（ $p < 0.05$ ， $n = 30$ ），图 2、图 4 同。

图 1 不同药剂对田间烟草旺长期株高和茎围的影响

对不同处理旺长期烟草的有效叶片数和最大叶面积情况进行调查（图 2），结果显示，对照组烟株有效叶片数均值为 13.7 片，显著少于阿维菌素（17 片）、牡蛎粉（16.8 片）、复合调酸材料（16.1 片）、厚孢轮枝菌（15.9 片）和淡紫拟青霉（16 片）处理，说明处理组均有效提升了烟株有效叶片数。对照组烟株最大叶面积均值仅为 807.76 cm²，处理组阿维菌素（1 126.20 cm²）、牡蛎粉（1 086.76 cm²）和复合调酸材料（1 021.29 cm²）最大叶面积相对空白对照分别提升了 39.42%，34.54% 和 26.44%（ $p < 0.05$ ）；2 种微生物菌剂（厚孢轮枝菌 876.67 cm² 和淡紫拟青霉 901.64 cm²）对最大叶面积也有一定提升作用，但没有达到显著性差异（图 2）。

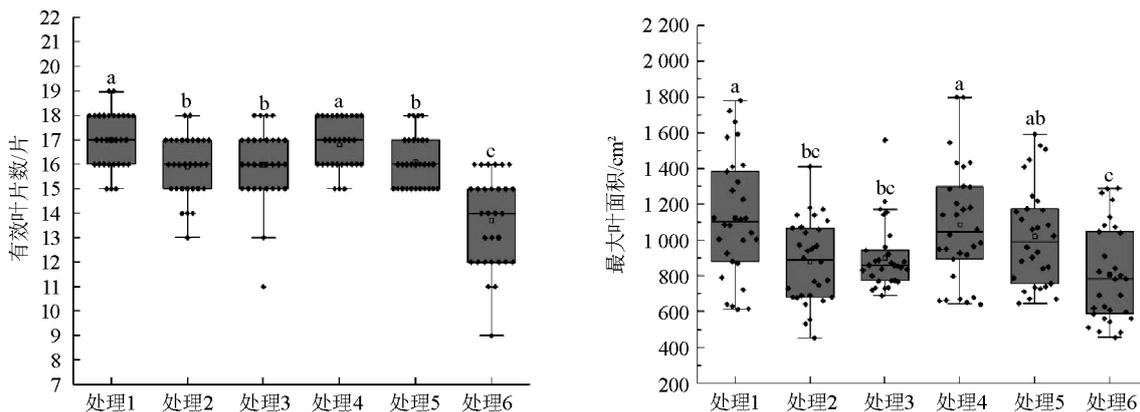


图 2 不同药剂对田间烟草旺长期有效叶片数和最大叶面积的影响

2.2 不同药剂处理对烟草根结线虫病发生的影响

不同药剂处理后田间烟草根结线虫病的发生情况如图 3 所示. 结果表明, 试验地烟草根结线虫病随烟株生长呈不断加重趋势, 发病后期(9 月 17 日), 对照组田间烟草根结线虫病发病率达 73.43%, 病情指数为 32.93. 阿维菌素、牡蛎粉和复合调酸材料处理对根结线虫病具有明显控制作用, 2 种微生物菌剂(厚孢轮枝菌和淡紫拟青霉)的控病效果有限. 不同调查时间药剂处理对根结线虫病的防效如表 3 所示, 总防效从高到低依次为阿维菌素、牡蛎粉、复合调酸材料、淡紫拟青霉、厚孢轮枝菌.

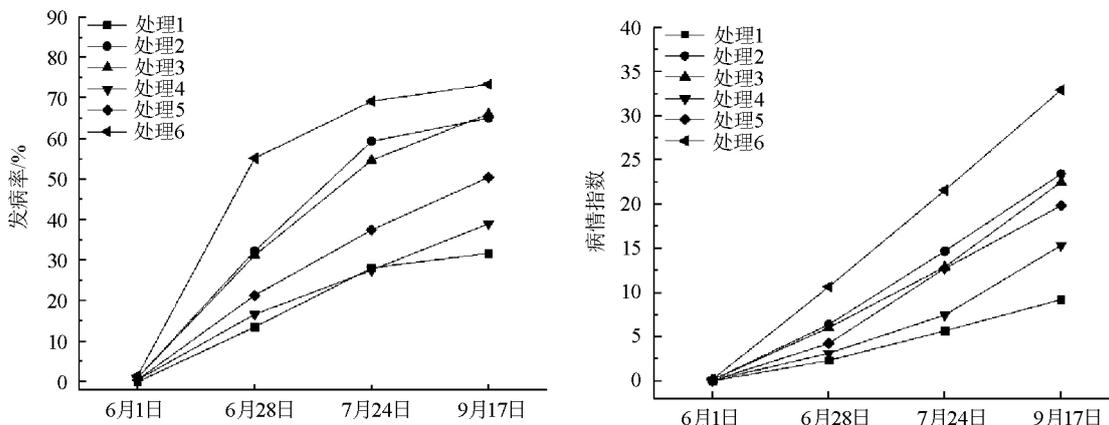


图 3 田间烟草根结线虫病发病率和病情指数

表 3 不同时期不同药剂对烟草根结线虫病的防效

%

处理	6 月 1 日	6 月 28 日	7 月 24 日	9 月 17 日	总防效
1	100.00±0.00a	78.26±2.88a	73.73±1.63b	72.06±4.29a	73.95
2	33.33±33.33a	40.22±12.64a	31.90±12.69ab	28.82±17.14a	36.85
3	33.33±66.67a	43.48±17.37a	40.21±14.00ab	31.63±12.99a	31.71
4	66.67±33.33a	70.65±3.76a	65.42±4.43ab	53.43±6.24a	60.94
5	66.67±33.33a	60.33±9.98a	41.02±12.74a	39.72±12.26a	43.39

注: 表中数据为防效均值与均值标准误(n=3), 同列不同小写字母间表示差异有统计学意义(p<0.05).

基于发病率和病情指数的病程进展曲线下面积对不同药剂处理的田间烟草根结线虫病的防控效果进行评估。结果表明,不同处理对烟草根结线虫的发生(发病率)和发展(病情指数)均有一定程度的控制效果,其中阿维菌素、牡蛎粉和复合调酸材料对病害的控制效果最佳,病程进展曲线下面积显著低于对照,三者整体防效分别为73.95%、60.94%和43.39%($p < 0.05$);淡紫拟青霉和厚孢轮枝菌对病害控制效果有限,整体防效仅为36.85%和31.71%(图4)。

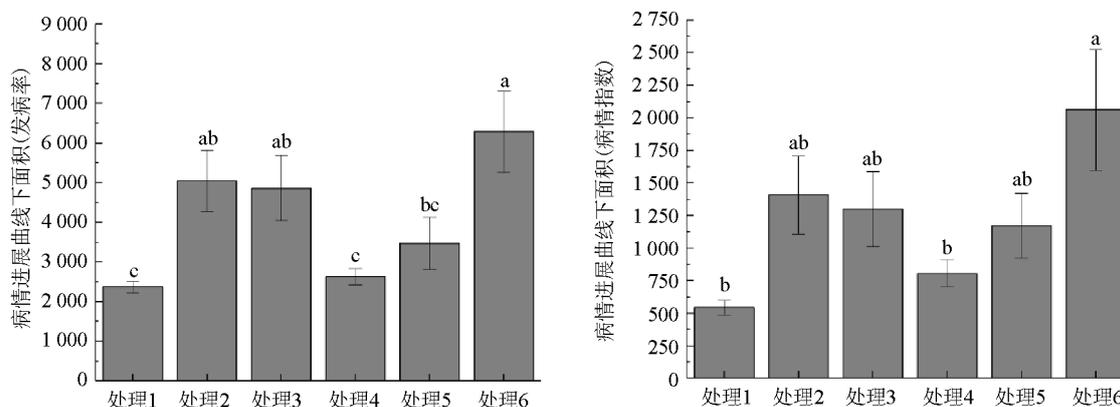


图4 田间烟草根结线虫病病程进展曲线下面积

3 结论与讨论

本研究结果表明,化学药剂(阿维菌素)、土壤调理剂(牡蛎粉和复合调酸材料)和微生物菌剂(厚孢轮枝菌和淡紫拟青霉)处理对根结线虫病均具有一定控制效果,且烟株长势优于空白对照。其中,阿维菌素移栽前窝施处理对根结线虫病有较好的控制效果,整体防效可达73.95%;牡蛎粉和复合调酸材料处理对根结线虫病有明显的控制效果,最高防效可达70.65%(旺长期)和66.67%(团棵期),整体防效分别为60.94%和43.39%,且烟株长势明显优于空白对照和微生物菌剂处理区,但略差于阿维菌素处理区;两种微生物菌剂厚孢轮枝菌和淡紫拟青霉对根结线虫病的控制效果有限,整体防效仅为36.85%和31.71%,烟株长势略优于空白对照,但明显弱于阿维菌素处理,其原因可能与试验区降雨较少、土壤含水量较低,微生物繁殖受限有关。试验区团棵期(6月1日)土壤含水量仅为21.92%。王龙昌等的研究表明,土壤水分含量与微生物活性成正相关,当土壤相对含水量低于40%时,增加水分可以有效地提高微生物活性^[18]。李晓光等的研究表明,有机-无机复混肥含水量降低到8%~10%时,复混肥重点活菌数量大大降低^[19]。综上所述,0.5%阿维菌素颗粒剂对烟草根结线虫具有很好的防效,土壤调理剂牡蛎粉和复合调酸材料具有较好的应用潜力。

参考文献:

- [1] 高乾魁,赵洪海,许美娥,等.薯蓣根结线虫病的初步研究[J].植物病理学报,2000,30(2):162-165.
- [2] 蔡锐.蔬菜大棚根结线虫病防治方法[J].现代农业,2012(2):21-22.
- [3] 赵洪海.中国部分地区根结线虫的种类鉴定和四种最常见种的种内形态变异研究[D].沈阳:沈阳农业大学,1999.
- [4] 张映杰,闫芳芳,叶田会,等.4种生物制剂对烟草根结线虫防治技术的研究[J].中国农学通报,2019,35(8):82-85.
- [5] VOS C, MKANDAWIRE R, ELSEN A, et al. Arbuscular Mycorrhizae Induced Defense Against Root-Knot Nematode Early Infection [J]. Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences, 2010, 75(3): 463-466.
- [6] 陈瑞泰,朱贤朝,王智发,等.全国16个主产烟省(区)烟草侵染性病害调研报告[J].中国烟草科学,1997,18:1-7.
- [7] 莫熙礼,武华文,黄蔚,等.黔西南州烟草根结线虫初步调查[J].园艺与种苗,2016,36(3):18-19.
- [8] 施河丽,向必坤,左梅,等.恩施烟区烟草根结线虫发生与土壤理化性状的关系[J].中国烟草科学,2020,41(1):81-86.

- [9] 张宗锦, 闫芳芳, 孔垂旭, 等. 烤烟菽麻间作对烟草根结线虫防效及烟叶产质量的影响 [J]. 中国烟草科学, 2019, 40(2): 52-56.
- [10] 朱 斌, 王 军, 乔永信. 陕南烟草根结线虫病发病规律研究初报 [J]. 陕西农业科学, 2005, 51(1): 6-8, 40.
- [11] 徐兴阳, 杨艳梅, 端永明, 等. 昆明烤烟种植区根结线虫种类的初步鉴定 [J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2017, 32(5): 947-951.
- [12] 范继巧, 张殿斌, 张治家, 等. 3种熏蒸剂土壤消毒对黄瓜根结线虫病的防治效果 [J]. 山西农业科学, 2020, 48(9): 1514-1516.
- [13] 迟元凯, 叶梦迪, 赵 伟, 等. 氟吡菌酰胺对南方根结线虫的作用效果 [J]. 植物保护学报, 2019, 46(6): 1364-1370.
- [14] 李 瑞, 李惠霞, 谢丙炎, 等. 长枝木霉菌株 TL16 防治南方根结线虫的作用机理 [J]. 植物保护学报, 2020, 47(2): 384-393.
- [15] 张雅静, 宋美燕, 张怡静, 等. 兼防黄瓜根腐病和根结线虫病的淡紫拟青霉和哈茨木霉的筛选 [J]. 生物技术通报, 2021, 37(2): 40-50.
- [16] 王海明. 防控南方根结线虫的木霉菌肥研制 [D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2020.
- [17] 刘晓宇, 陈立杰, 邢志富, 等. 4种生物源杀线剂对番茄根结线虫的田间防效 [J]. 植物保护, 2020, 46(6): 228-232, 253.
- [18] 王龙昌, 玉井理, 永田雅辉, 等. 水分和盐分对土壤微生物活性的影响 [J]. 垦殖与稻作, 1998, 28(3): 40-42.
- [19] 李晓光, 陈 婷, 梁 霄, 等. 有机—无机复混肥料中水分含量对产品中微生物的影响 [C]//中国微生物学会第二届全国农业微生物研究及产业化研讨会和第十一届全国杀虫微生物学术研讨会暨湖北省暨武汉市微生物学会和内蒙古微生物学会 2008 年会论文集. 呼和浩特, 2008: 87-88.