

# 生物药剂结合生物有机肥处理防治日光温室 香瓜根结线虫病的效果研究

宋展树, 李金章, 白欣可, 卢 晶, 石文静, 张彦平, 安 心, 庞伟强

(庆阳市农业技术推广中心 甘肃庆阳 745000)

**摘 要:** 为了探索香瓜根结线虫病绿色防控的新途径, 以冰翡翠香瓜为供试材料, 采用定植前物理防治、生态调控和生长期生物药剂与增施生物有机肥处理对日光温室香瓜根结线虫病进行防治, 并对香瓜生长、品质、产量指标及防治效果进行了测定和分析。结果表明, 与农户常规管理相比, 其防治根结线虫病效果较好, 平均防治效果达到 71.6%, 还可促进香瓜生长, 改善香瓜品质, 提升香瓜产量。研究结果可为当地日光温室香瓜根结线虫病的防治提供参考依据。

**关键词:** 香瓜; 根结线虫; 品质; 产量; 防治效果

中图分类号: S652.2 文献标志码: A 文章编号: 1673-2871(2022)08-092-05

## Biological agents combined bio-organic fertilizers control root-knot nematode disease of cantaloupe in solar greenhouse

SONG Zhanshu, LI Jinzhang, BAI Xinke, LU Jing, SHI Wenjing, ZHANG Yanping, AN Xin, PANG Weiqiang

(Qingyang Agricultural Technology Extension Center, Qingyang 745000, Gansu, China)

**Abstract:** This study was aimed to explore a new approach for prevention and control of cantaloupe root-knot nematode disease. Bingfeicui, a traditional variety of cantaloupe was used as test material in solar greenhouse. The prevention and control of cantaloupe root-knot nematode disease was carried out by using physical prevention and control before planting, ecological regulation, biological agents in growth period and increased application of bio-organic fertilizers in solar greenhouse, and then, the growth, quality, yield and control effects of cantaloupe were measured and analyzed. The results showed that compared with the conventional management of farmers, the prevention and control effects of root-knot nematode disease using the new method were better, with an average control effect of 71.6%. The new method promoted the growth, and improved quality and yield of cantaloupe. The results provide reference for the prevention and control of cantaloupe root-knot nematode disease in local solar greenhouse.

**Key words:** Cantaloupe; Root-knot nematode; Quality; Yield; Control effects

根结线虫(*Meloidogyne* spp.)广泛分布于世界各地, 是危害植物最主要的病原微生物之一<sup>[1]</sup>。其引起的根结线虫病是世界性的土传病害, 该病原寄主广泛, 具有侵染隐蔽性, 可通过病土、病苗、农具及农事操作等进行传播, 主要危害茄科、葫芦科、十字花科等植物, 每年在全世界造成的经济损失达 500 亿美元<sup>[2]</sup>。当前, 我国香瓜种植已逐渐形成产业化, 成为群众脱贫致富的主导产业之一。随着香瓜产业的发展, 根结线虫的发生和危害逐年呈加重趋

势, 不仅造成香瓜植株矮化甚至死亡, 而且使香瓜品质、产量和商品率严重下降, 减产高达 50%, 对香瓜产业可持续发展已构成严重威胁<sup>[3]</sup>。近年来, 庆阳市以设施瓜菜、高原夏菜和特色瓜菜为发展重点, 全力实施设施瓜菜“百千万”工程。其中, 香瓜产业已成为庆阳市精准扶贫优势产业, 仅 2018 年全市设施香瓜栽培面积已达 1.1 万  $\text{hm}^2$ , 而以日光温室、塑料大棚、小拱棚为主的设施香瓜种植面积达到 848.9  $\text{hm}^2$ 。但在实际生产中, 由于菜农施用基

收稿日期: 2020-10-21; 修回日期: 2021-01-08

基金项目: 甘肃省重点人才项目(2020); 甘肃省庆阳市科学技术局科技支撑专项(KZ2015-03)

作者简介: 宋展树, 男, 高级农艺师, 主要从事农业技术试验研究与推广工作。E-mail: 522765463@qq.com

通信作者: 李金章, 男, 正高级农艺师, 主要从事植保技术试验研究与推广工作。E-mail: 470161665@qq.com

肥不当,重茬或多年连作等,导致根结线虫病发生逐年加重<sup>[4]</sup>。此外,根结线虫病还能传播一些土传性病害或引起复合侵染,已成为当前西瓜设施生产中的主要障碍<sup>[5]</sup>。

近年来,关于防治根结线虫病的研究主要集中在以下几个方面<sup>[6-9]</sup>:通过合理轮作、嫁接、加强田间管理等农业措施防治;采取高温闷棚、灌臭氧水、土壤电处理等物理措施防治;使用化学药剂、生物药剂、生物菌肥进行单种、2种复配或3种药剂(如苦参碱 AS、阿维菌素、棉隆、氨基寡糖素等)等防治;运用植物源制剂等防治。而使用定植前物理防治、生态调控和生长期多种生物药剂处理与增施生物有机肥技术进行综合防效试验却鲜有报道。目前生产上大多采用化学药剂防治根结线虫,虽然能暂时延缓病情,但却带来了诸多问题:化学药剂成本高、毒性较大、农药残留较多、蔬菜品质降低、环境污染严重,根结线虫抗药性增强等<sup>[10]</sup>。因此,为响应国家农药零增长行动号召,减少化学农药使用量,利用生物防治及生态调控等绿色防控是控制根结线虫较为安全、有效的措施。在前期研究成果的基础上,本试验采用定植前物理防治、生态调控和生长期生物药剂与增施生物有机肥处理防治措施,研究其对日光温室西瓜根结线虫病的防治效果及对西瓜生长、品质、产量的影响,以期为根结线虫的防治提供理论依据,为引进绿色防控新技术提供支持。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验时间与地点

试验于2019年7月至2020年7月在庆阳市华池县鸭儿洼村设施瓜菜生产示范基地西瓜日光温室内进行。土壤类型为黄绵土。试验地土壤的基本理化性状为:土壤有机质含量( $w$ ,后同)  $14.42 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,碱解氮含量  $113.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,速效磷含量  $15.7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,速效钾含量  $151 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,pH 值为 7.9。

### 1.2 试验材料

试验作物为西瓜(薄皮),20、21、23号日光温室供试品种为冰翡翠(山西大河东种业有限公司),砧木为专用白籽南瓜;试验仪器:叶面积仪 Yaxin-1241(北京雅欣理仪科技有限公司)、手持测糖仪 JK-113ATC(北京金科利达电子科技有限公司)、便携式硬度计 FHT-1122(西安英恒仪器仪表有限公司)、电子秤 PTY-224/323(华志电子科技有限公司)、游标卡尺(无锡锡工量具有限公司);供试药

剂:5%阿维菌素颗粒剂(深圳诺普信农化股份有限公司)、1.3%苦参碱水剂(山西奇星农药有限责任公司)、5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐(河北冠龙农化有限公司)、5%淡紫拟青霉粉剂(北京启高生物科技有限公司应县分公司)、亿菌归根复合微生物菌剂(复合微生物菌种 $\geq 2.0 \text{ 亿} \cdot \text{mL}^{-1}$ )(北京裕丰金必来农业科技有限公司)、氨基鱼肽含氨基酸水溶肥料(氨基酸  $100 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、鱼肽蛋白  $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ )、稀土亮果稀土元素水溶肥料(总养分 $\geq 60\%$ ,N、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 和  $\text{K}_2\text{O}$ 的质量比为 20%:20%:20%)(北京裕丰力多金肥业有限公司)。

### 1.3 试验设计与方法

在日光温室定植前进行物理防治,于7月中旬闷棚,休棚至8月中旬。再于8月下旬进行生态调控,种植一茬油菜,待油菜收获后耕翻土壤。供试日光温室内设2个处理,3次重复,随机区组排列,每个处理5垄,垄宽0.8m,垄长6.0m,每垄面积为  $4.8 \text{ m}^2$ ,垄高20cm,每垄按株距40cm、行距50cm种植2行,共26株。垄面中间放置滴灌带,垄上覆盖宽90~100cm地膜,瓜苗呈三角形错开。2020年1月27日,瓜苗2叶1心或3叶1心时定植,整枝吊蔓,在植株第8个叶片处留瓜,并根据植株长势,留瓜4~6个。

除定植前穴施药剂外,全程采用水肥药一体化滴灌技术,生长期生物防治结合增施有机肥技术如下。处理1:(1)定植前进行土壤消毒,于穴内施入5%阿维菌素颗粒剂( $5.00 \text{ kg} \cdot 667 \text{ m}^2$ ),与穴底土壤搅拌均匀,定植后滴灌施入亿菌归根复合微生物菌剂( $1 \text{ L} \cdot 667 \text{ m}^2$ );(2)初花期利用滴灌系统施入1.3%苦参碱水剂( $1.40 \text{ kg} \cdot 667 \text{ m}^2$ )和氨基鱼肽含氨基酸水溶肥料( $8 \text{ L} \cdot 667 \text{ m}^2$ );(3)初果期利用滴灌系统施入5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐( $0.18 \text{ kg} \cdot 667 \text{ m}^2$ )和稀土亮果稀土元素水溶肥料( $3.00 \text{ kg} \cdot 667 \text{ m}^2$ );(4)盛果期利用滴灌系统施入淡紫拟青霉粉剂( $1.00 \text{ kg} \cdot 667 \text{ m}^2$ )和稀土亮果稀土元素水溶肥料( $3.00 \text{ kg} \cdot 667 \text{ m}^2$ )。处理2(CK):为农户常规管理,用清水处理,每株灌水200mL。其余生产管理措施与处理1一致。

### 1.4 测定项目与方法

1.4.1 西瓜生长状况调查 移栽1个月后,定期调查植株地上部分长势,分时期记录植株株高、每垄植株叶片数、叶片叶面积。用直尺测量株高,使用叶面积仪测量叶面积。拉蔓前各处理采取三点取样,每点调查3~4株,每处理共调查10株,分别记

载根系数量(侧根的数量)和根系长度(主根的长度),根系长度用直尺测量。

1.4.2 香瓜品质性状调查 香瓜成熟后,每个小区随机取3个香瓜,测量其纵径、横径、果肉厚度,单果质量、可溶性固形物含量、硬度等。用游标卡尺以十字交叉法测量香瓜纵径、横径、果肉厚度,并计算果形指数(果形指数=纵径/横径);用电子秤称量单果质量;用手持测糖仪测定可溶性固形物含量;用便携式硬度计从距离花顶1/3处截取整瓜1/3长度的瓜段,从整果肉处插入测量,记录硬度读数,并计算果肉脆度( $Y=26.89X-4.48$ ,  $Y$ 为果肉脆度,  $X$ 为压入测试的果肉硬度)。

1.4.3 香瓜产量调查 定植70d后开始采收香瓜,每处理小区随机调查1垄,进行测产直到拉秧。

1.4.4 根结线虫发生指数及防治效果 在香瓜拉秧时进行防效调查,各处理采用随机取样法,每处理共调查10株,用铁锹将香瓜根部整个挖起,拍碎土块保留根系,按照GB/T 17980.38—2000分级标准对根系进行调查<sup>[1]</sup>,计算病情指数和防效效果(0级,无可见根瘤或卵块;1级,1~2个根瘤;2级,3~30个根瘤;3级,31~100个根瘤;4级,根瘤超过100个,或形成根结团块,或根多变褐腐烂)。

病情指数(根结指数)= $\sum$ (各级发病株数×各病级数)/(调查总株数×最高病级数)×100;

防治效果/%=[(对照区病情指数-处理区病情指数)/对照区病情指数]×100。

1.5 数据分析

用Microsoft Excel 2010软件处理数据,用SPSS 19.0软件对数据进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 生物药剂结合生物有机肥处理对日光温室香瓜生长的影响

根据田间长势及生育性状观察,由表1可知,供试日光温室中处理1与对照(CK)相比,株高增长、叶片数量增多、叶面积增大、根长增加、叶色浓

表1 生物药剂结合生物有机肥处理对日光温室香瓜生长的影响

| 棚号    | 测量日期  | 处理  | 株高/cm | 每垄植株叶片数 | 叶面积/mm <sup>2</sup> | 根长/cm | 根系数 |
|-------|-------|-----|-------|---------|---------------------|-------|-----|
| 20    | 03-23 | 处理1 | 144.3 | 233     | 5 005.8             |       |     |
|       |       | CK  | 142.5 | 224     | 4 855.7             |       |     |
|       | 04-21 | 处理1 | 162.8 | 441     | 5 489.5             |       |     |
|       |       | CK  | 161.4 | 406     | 5 334.2             |       |     |
|       | 05-19 | 处理1 | 195.7 | 598     | 6 175.7             |       |     |
|       |       | CK  | 187.2 | 532     | 5 732.4             |       |     |
| 06-29 | 处理1   |     |       |         |                     | 39.4  | 4   |
|       | CK    |     |       |         |                     | 37.6  | 4   |
| 21    | 03-23 | 处理1 | 139.4 | 228     | 4 993.4             |       |     |
|       |       | CK  | 139.0 | 216     | 4 827.2             |       |     |
|       | 04-21 | 处理1 | 156.0 | 430     | 5 439.8             |       |     |
|       |       | CK  | 155.4 | 390     | 5 298.5             |       |     |
|       | 05-19 | 处理1 | 194.7 | 596     | 6 038.5             |       |     |
|       |       | CK  | 184.3 | 527     | 5 514.7             |       |     |
| 06-29 | 处理1   |     |       |         |                     | 38.8  | 3   |
|       | CK    |     |       |         |                     | 37.3  | 4   |
| 23    | 03-23 | 处理1 | 156.2 | 237     | 4 973.5             |       |     |
|       |       | CK  | 147.1 | 222     | 4 874.6             |       |     |
|       | 04-21 | 处理1 | 186.8 | 421     | 5 776.7             |       |     |
|       |       | CK  | 178.2 | 397     | 5 568.5             |       |     |
|       | 05-19 | 处理1 | 196.9 | 485     | 6 498.8             |       |     |
|       |       | CK  | 191.4 | 424     | 6 002.3             |       |     |
| 06-29 | 处理1   |     |       |         |                     | 39.3  | 4   |
|       | CK    |     |       |         |                     | 37.7  | 4   |

绿,有利于香瓜进行光合作用积累光合产物。其中,盛果期(5月19日)较农户常规管理株高平均增长8.13cm,叶片数平均增加65个,叶面积平均增加488mm<sup>2</sup>。拉蔓前根长与对照(CK)相比,根长平均增长1.6cm,根系数量无明显差异。由此可见,使用生物药剂结合增施生物有机肥处理对香瓜的长势有促进作用。

2.2 生物药剂结合生物有机肥处理对日光温室香瓜品质的影响

由表2可以看出,在供试日光温室中,处理1与对照(CK)果实的纵径、横径、果肉厚度、可溶性固

表2 生物药剂结合生物有机肥处理对日光温室香瓜品质的影响

| 棚号 | 处理  | 果实纵径/cm | 果实横径/cm | 果形指数 | 单果质量/g | 果肉厚度/cm | w(可溶性固形物)/% | 硬度/(kg·cm <sup>2</sup> ) | 果肉脆度/(kg·cm <sup>2</sup> ) |
|----|-----|---------|---------|------|--------|---------|-------------|--------------------------|----------------------------|
| 20 | 处理1 | 7.15    | 8.21    | 0.87 | 172.24 | 1.26    | 15.14       | 0.57                     | 10.85                      |
|    | CK  | 6.74    | 7.86    | 0.86 | 162.31 | 1.14    | 14.51       | 0.61                     | 11.92                      |
| 21 | 处理1 | 7.04    | 8.14    | 0.86 | 169.43 | 1.21    | 14.93       | 0.55                     | 10.31                      |
|    | CK  | 6.69    | 7.77    | 0.86 | 160.14 | 1.10    | 14.44       | 0.60                     | 11.65                      |
| 23 | 处理1 | 7.34    | 8.50    | 0.86 | 205.88 | 1.30    | 11.98       | 0.59                     | 11.39                      |
|    | CK  | 7.32    | 8.27    | 0.89 | 185.10 | 1.22    | 11.58       | 0.64                     | 12.73                      |

形物含量稍有增加。其中,果肉厚度平均增长 8.96%,可溶性固形物含量平均提高 3.75%;供试日光温室单果质量处理 1 比 CK 平均多 13.33 g,增加 7.88%;与对照(CK)相比,处理 1 西瓜硬度和果肉脆度略有减少,可能与增施有机肥、生物药剂促进果实更快成熟有关。

### 2.3 生物药剂结合生物有机肥处理对日光温室西瓜产量的影响

由表 3 可以看出,20 号西瓜日光温室中处理 1 产量为 2 290.1 kg·667 m<sup>2</sup>,较对照(CK)增产 170 kg,增幅 8.02%;21 号西瓜日光温室中处理 1 产量为 2 250.1 kg·667 m<sup>2</sup>,显著高于对照,较对照(CK)增产 146.7 kg,增幅 6.97%;23 号西瓜日光温室中处理 1 产量为 2 280.1 kg·667 m<sup>2</sup>,比对照(CK)增产 240 kg,增幅 11.76%,均与对照(CK)达到差异显著水平。20、21、23 号西瓜日光温室处理 1 平均产量为 2 273.4 kg·667 m<sup>2</sup>,与对照(CK)平均产量 2 087.9 kg·667 m<sup>2</sup>相比,平均增产 8.88%。综上所述,使用生物药剂结合增施生物有机肥处理防治日光温室西瓜根结线虫病增产效果显著。

表 3 生物药剂结合生物有机肥处理对日光温室西瓜产量的影响

| 棚号 | 处理   | 每垄产量/<br>(kg·4.8 m <sup>2</sup> ) | 折合产量/<br>(kg·667 m <sup>2</sup> ) | 比 CK 增产/<br>(kg·667 m <sup>2</sup> ) | 增幅/<br>% |
|----|------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|----------|
| 20 | 处理 1 | 17.86 a                           | 2 290.1 a                         | 170.0                                | 8.02     |
|    | CK   | 16.53 b                           | 2 120.1 b                         |                                      |          |
| 21 | 处理 1 | 17.56 a                           | 2 250.1 a                         | 146.7                                | 6.97     |
|    | CK   | 16.43 b                           | 2 103.4 b                         |                                      |          |
| 23 | 处理 1 | 17.78 a                           | 2 280.1 a                         | 240.0                                | 11.76    |
|    | CK   | 15.92 b                           | 2 040.1 b                         |                                      |          |
| 平均 | 处理 1 | 17.73                             | 2 273.4                           | 185.5                                | 8.88     |
|    | CK   | 16.29                             | 2 087.9                           |                                      |          |

注:同列数值后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。下同。

### 2.4 生物药剂结合生物有机肥处理对日光温室西瓜根结线虫发生指数及防治效果的影响

生物药剂结合增施生物有机肥处理防治西瓜根结线虫病的效果见表 4,处理 1 平均根结数量低于对照,20 号、21 号和 23 号日光温室平均根结数量较对照分别降低 93.75%、97.25%和 94.90%;供试日光温室处理 1 根结指数分别为 20.0、30.0、25.0,平均根结指数为 25.0;供试日光温室处理 1 防治效果分别为 73.33%、69.23%、72.22%。表明使用生物药剂结合增施生物有机肥处理对防治日光温室西瓜根结线虫具有显著效果。

表 4 生物药剂结合生物有机肥处理对日光温室西瓜根结指数及防治效果的影响

| 棚号 | 处理   | 平均根结数量/个 | 根结指数   | 防治效果/% |
|----|------|----------|--------|--------|
| 20 | 处理 1 | 7.7 a    | 20.0 a | 73.33  |
|    | CK   | 123.2 b  | 75.0 b |        |
| 21 | 处理 1 | 7.8 a    | 30.0 a | 69.23  |
|    | CK   | 284.1 b  | 97.5 b |        |
| 23 | 处理 1 | 7.9 a    | 25.0 a | 72.22  |
|    | CK   | 155.0 b  | 90.0 b |        |
| 平均 | 处理 1 | 7.8 a    | 25.0 a | 71.60  |
|    | CK   | 187.4 b  | 87.5 b |        |

## 3 讨论与结论

采用不同生物药剂结合增施生物有机肥技术,其防治效果会因试验地的气候条件、生态条件、土壤特点和栽培管理措施的不同而存在差异。因此,研究出适应当地生态条件和科学的生物药剂处理结合增施生物有机肥技术,对防治日光温室西瓜根结线虫具有重要的应用价值。本试验结果表明,采用定植前物理防治、生态调控和生长期生物药剂结合增施生物有机肥处理与农户常规管理相比,可显著提高西瓜产量,平均增产 8.88%;可改善西瓜纵径、横径、单果质量、果肉厚度、可溶性固形物含量,提升西瓜品质;有助于增加西瓜株高、叶片数、叶面积、根长,具有促进生长的作用。

冯龙等<sup>[12]</sup>研究发现对甜瓜施用 5%阿维菌素 B2 乳油 60 d 时,甜瓜根结线虫病的防治效果可达 84.13%;用 0.5%苦参碱水剂 200~300 倍液灌根,在 30 d 内能够预防黄瓜根结线虫病的发生<sup>[5]</sup>;淡紫拟青霉可有效抑制根结线虫浸染黄瓜秧苗,减轻土壤中根结线虫的发生和危害<sup>[13]</sup>;许天委等<sup>[14]</sup>发现对海南白木香施用淡紫拟青霉后,可有效抑制根结线虫的繁殖和危害,还能促进植株生长;汪洋<sup>[15]</sup>发现在温室盆栽和大田番茄上施用甲氨基阿维菌素苯甲酸盐,对根结线虫有较好的防治效果,还能增强番茄植株活力,促进生长和增加产量。本试验研究结果与前人研究结果一致,使用阿维菌素颗粒剂、苦参碱水剂、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐、淡紫拟青霉,可以显著减少根结线虫病的发生,防治效果较好,平均防治效果达到 71.6%。

也有研究表明,使用氨基寡糖素和苦参碱复配可有效防治根结线虫病害,防治效果达 65.51%,黄瓜产量增加 20.71 t·hm<sup>-2</sup><sup>[9]</sup>;聂海珍等<sup>[16]</sup>通过试验证明利用棉隆和淡紫拟青霉菌剂可有效防治番茄根结线虫病害的发生,还有利于番茄植株的生长及产量的提高;高倩圆等<sup>[17]</sup>研究发现蓖麻提取物和淡紫拟青

霉能减轻线虫危害,对番茄南方根结线虫病控制效果明显;陈芳等<sup>[18]</sup>发现施用生物有机肥能有效防治田间条件下根结线虫对甜瓜的危害。以上研究结果与本试验中使用5%阿维菌素颗粒剂+1.3%苦参碱水剂+5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐+淡紫拟青霉粉剂不同药剂处理结合增施生物有机肥的研究结果一致,可有效抑制根结线虫病的发生,促进植株的生长,还有利于产量及品质提升。本试验均使用生防制剂,能有效降低果蔬农药残留,在根结线虫防治中具有重要的应用前景。建议在今后生产中,遵循综合防治的方针,进行高温闷棚、土壤消毒,培育抗病苗,合理轮作倒茬,加强田间管理,并施用生物有机肥、生物药剂、生物菌肥,科学使用绿色农药、生物药剂,绿色防控、综合防治等集成技术,更有效地防治根结线虫病害的发生。

#### 参考文献

- [1] 刘慧芹,刘真真,沈高峰,等.3种药剂对保护地黄瓜根结线虫病防治效果研究[J].天津农林科技,2019(1):14-15.
- [2] 王宏宝,曹凯歌,毛佳,等.不同深度土壤肥力指标与黄瓜根结线虫病相关性分析[J].福建农业学报,2019,34(10):1197-1202.
- [3] 包敏辉.北海地区设施栽培甜瓜根结线虫病绿色防控综合技术[J].长江蔬菜,2020(3):50-52.
- [4] 别之龙,戴照义,杨小锋,等.湖北省和海南省设施西瓜甜瓜主产区调研报告[J].中国瓜菜,2019,32(1):37-41.
- [5] 王炳太.0.5%苦参碱水剂预防黄瓜根结线虫病药效研究[J].现代农业科技,2016(21):88.
- [6] 杜宾.根结线虫危害及其防治[J].太原学院学报(自然科学版),2017,35(2):65-67.
- [7] 吴超群,杨泽茂,吴才君,等.设施蔬菜根结线虫危害及其防控机制研究进展[J].北方园艺,2018(11):164-172.
- [8] 胡玉金,冯敏,郭文秀,等.作物根结线虫病综合防治技术概述[J].山东农业科学,2019,51(4):149-156.
- [9] 刘陈晨,任士伟,王娜,等.氨基寡糖素复配苦参碱对黄瓜根结线虫的药效试验[J].黑龙江农业科学,2017(12):47-48.
- [10] 潘丽媛,肖炜,董艳,等.超高产生态区水稻根际微生物物种及功能多样性研究[J].农业资源与环境学报,2016,33(6):583-590.
- [11] 高旭利,李永腾,刘文宝,等.利用生防细菌防治黄瓜根结线虫病研究[J].山东农业科学,2018,50(8):116-119.
- [12] 冯龙,张克丽,暴连群,等.5%阿维菌素 B2 乳油防治甜瓜根结线虫病药效研究[J].现代农业科技,2015(18):129.
- [13] 王振海.淡紫拟青霉防治大棚黄瓜根结线虫的效果[J].新农业,2016(7):41-42.
- [14] 许天委,郝慧华,林春光,等.淡紫拟青霉对海南白木香根结线虫的寄生及防治效果[J].河南农业科学,2012,41(3):101-103.
- [15] 汪洋.甲氨基阿维菌素苯甲酸盐对南方根结线虫的防效及其对番茄产量的影响[D].山东泰安:山东农业大学,2015.
- [16] 聂海珍,孙漫红,李世东,等.棉隆与淡紫拟青霉联合防治番茄根结线虫病的效果评价[J].植物保护学报,2016,43(4):689-696.
- [17] 高倩圆,胡飞龙,祝红红,等.蓖麻提取物和淡紫拟青霉对南方根结线虫的防治作用[J].生态学杂志,2011,30(10):2250-2256.
- [18] 陈芳,肖同建,朱震,等.生物有机肥对甜瓜根结线虫病的田间防治效果研究[J].植物营养与肥料学报,2011,17(5):1262-1267.