

郑丽, 桂颖, 王路遥, 等. 生防菌剂“宁盾”对中药材茅苍术防病促生的大田剂量研究[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(12): 80–84.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.12.017

# 生防菌剂“宁盾”对中药材茅苍术防病促生的大田剂量研究

郑丽<sup>1,2</sup>, 桂颖<sup>1</sup>, 王路遥<sup>1</sup>, 郭坚华<sup>1</sup>

(1. 南京农业大学植物保护学院, 江苏南京 210095; 2. 仲恺农业工程学院植物健康创新研究院, 广东广州 510225)

**摘要:**茅苍术软腐病是一种维管束病害, 对菊科中药材茅苍术的产量有严重影响。笔者所在团队在前期试验中筛选出 1 个生防菌剂组合“宁盾”, 能有效防治多种土传病害, 并能影响土壤微生物多样性, 提高作物产量。故在此试验中以其为试验处理, 以清水处理与化学药剂处理为对照, 探究 4 种不同用量(45、75、135、180 L/hm<sup>2</sup>)的生防菌剂组“宁盾”对茅苍术生长的促进效果和对苍术软腐病的防治效果。结果表明, 不同浓度的“宁盾”对茅苍术具有不同程度的促生效果和苍术软腐病防效, 其中以 75 L/hm<sup>2</sup> 浓度的促生防病效果最好。与清水对照相比, 在该浓度“宁盾”处理下, 茅苍术的出苗率提高 47.43%, 成活率提高 25.57%, 同时能使茎粗和叶片数分别增加 22.29%、28.25%, 软腐病和叶斑病防效可达到 61.52% 与 38.21%。

**关键词:**茅苍术; 生防菌剂“宁盾”; 软腐病; 防治效果; 出苗率

**中图分类号:** S435.672 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)12-0080-04

茅苍术 [*Atractylodes lancea* (Thunb.) DC.] 是一种菊科中药材, 具有燥湿健脾、祛风散寒、明目的功效。茅苍术主要分布于江苏、湖北和河南等省份, 是湖北省地道中药材, 在英山县、罗田县、孝昌县等地种植较为广泛。苍术类的药理活性物质主要为萜类、多烯炔类、甾体类、芳香苷类等化学成分<sup>[1]</sup>。这些物质具有抗糖尿病、抗肿瘤、肝保护、抗菌消炎、保护心脑血管等作用<sup>[2]</sup>。

苍术软腐病是一种极难防治的维管束病害, 由病原细菌胡萝卜软腐欧文氏菌 (*Erwinia carotovora* pv. *carotovora*) 引起。被侵染须根及根茎初期呈褐色水渍状, 随后软腐发臭, 仅残留纤维组织; 受害植株地上部先出现萎蔫症状, 后期枯死<sup>[3]</sup>。中药材茅苍术主要是收获其根茎部, 软腐病一旦发生蔓延, 将造成严重损失, 因此软腐病的预防尤为重要。近年来, 茅苍术的规模化种植面积日益扩大, 其软腐病害问题也愈受关注。

苍术叶斑病是一种由链格孢属病原引起的叶

部病害, 少数发生在叶柄和茎部。发病叶片上形成圆形或椭圆形不规则深褐色病斑, 并产生轮纹, 偶尔产生灰白色霉层, 叶片两面散生小黑点。发病严重时叶片干枯, 茎部坏死<sup>[4]</sup>。

生防菌剂“宁盾”是南京农业生物农药及绿色植保实验室经过前期试验筛选出的, 其主要成分为芽孢杆菌的三菌合剂。生防菌剂“宁盾”已登记成微生物肥料“宁盾”, 于 2013 年正式取得了微生物肥料登记证[微生物肥(2013)准字(1096)号], 并通过南京国环有机产品认证中心的评估(证明号 IP-0109-932-1696)。目前, 生防菌剂“宁盾”正作为水稻纹枯病和辣椒疫病的生物农药进行登记(农药实验证号为 SY201606383)。本试验于 2010 年 3 月 17 日在湖北省孝感市汉川市庙头镇农场华中农大试验田开展, 用生防菌合剂“宁盾”和 2 种化学药剂(甲基硫菌灵、多菌灵)对菊科中药材茅苍术软腐病进行防效试验, 从而找出一种可靠安全、环境友好的手段以大幅度降低病害发生率, 并提高药材产量。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

**试验材料:**生防菌剂“宁盾”、25% 甲基硫菌灵可湿性粉剂、70% 多菌灵可湿性粉剂。

收稿日期: 2019-06-27

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 31672075)。

作者简介: 郑丽(1984—), 女, 湖北麻城人, 博士, 助理研究员, 主要从事植物病害生物防治研究。E-mail: bluestar183@163.com。

通信作者: 郭坚华, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为植物病害生物防治。E-mail: jhguo@njau.edu.cn。

菌株培养方法:从超低温冰箱中取出保存的菌蜡质芽胞杆菌(*Bacillus cereus*) AR156、枯草芽胞杆菌(*Bacillus subtilis*) SM21、沙雷氏菌(*Serratia* sp.) XY21 划线于 28 ℃ 条件下培养;待长出单菌落,挑取其接入盛有配置好 100 mL LB 培养基的 250 mL 规格的三角瓶中,置于 28 ℃ 摇床培养 18~20 h 后作为种子液;以 1% 的接种量将种子液接种于 1 L 规格的大三角瓶培养基里继续于 28 ℃ 摇床培养 22~24 h。

生防菌剂“宁盾”制作方法:将 AR156、SM21、XY21 菌液浓度分别调成终浓度 1 亿 CFU/mL、体积比 1:1:1 混合。

供试植物材料:菊科中药材茅苍术(原产湖北省黄冈市英山县)

## 1.2 试验处理

试验设置 4 个不同处理:化学药剂甲基硫菌灵和多菌灵处理;生防菌剂“宁盾”处理;清水对照。

## 1.3 试验方法

1.3.1 药剂处理方法 化学药剂:播种前 1 d 进行土壤处理,将 25% 多菌灵可湿性粉剂稀释 500 倍、70% 甲基硫菌灵可湿性粉剂稀释 1 000 倍后,分别喷施在土壤表面。

生物菌剂“宁盾”:播种当天灌根;设置 4 种不同施用浓度(45、75、135、180 L/hm<sup>2</sup>),在植物生长期分别处理 3 次,即播种当天、播种后 15 d、播种后 30 d。

以上每个处理均设 3 个重复,每个重复小区面积为 36 m<sup>2</sup>(长 10 m,宽 3.6 m)。各试验小区采用完全随机排列的方式。田间试验具体情况见表 1。

表 1 田间试验具体情况

处理	田间用法	田间用量
A:甲基硫菌灵	播种前土壤处理	16.5 kg/hm <sup>2</sup>
B:多菌灵	播种前土壤处理	22.5 kg/hm <sup>2</sup>
C:生防菌剂“宁盾”	灌根(播种后)	45 L/hm <sup>2</sup>
D:生防菌剂“宁盾”	灌根(播种后)	75 L/hm <sup>2</sup>
E:生防菌剂“宁盾”	灌根(播种后)	135 L/hm <sup>2</sup>
F:生防菌剂“宁盾”	灌根(播种后)	180 L/hm <sup>2</sup>
CK 清水对照	播种前后土壤处理	3 个小区清水 5 L 喷施土壤

注:株距 15 cm,行距 30 cm。繁殖苗大小:苗为 3 级(质量在 1~3 g 之间,出芽数为 1~3 个)。地块种植结构:2009 年在此地块第 1 次种植从湖北英山采集的茅苍术,以进行不同农药对其病害的防效;同时此地块也就相当于育苗床,可能地块中还存在一些没完全拔出的苍术根茎,对出苗率可能存在潜在的影响。土壤性质:有机质比较丰富,土壤结构很疏松,可能为黄壤土。地块位置:30°36′20.95″N、113°48′5′51.34″E。

1.3.2 出芽率统计 资料和经验显示,茅苍术播种后一般 12~15 d 即可出苗。由于气候和人工栽培深度不一,导致出苗时间不一致,因此在生防菌剂“宁盾”处理后 35 d 调查出苗率,之后每月调查 1 次成活率。

出苗率 = 出苗数/播种时种子数 × 100% ;

成活率 = 成活的苗数/出苗数 × 100% 。

1.3.3 促生情况调查 在生防菌剂“宁盾”处理 35 d 时调查茅苍术的芽数、叶片数、茎粗、叶面积、株高。收获期统计产量。

1.3.4 防效统计 通常 5 月雨水充沛,土壤易积水,软腐病在这个时期发病严重。采用 5 点取样法对茅苍术随机取样,统计软腐病发病情况。根据 Luc 提出的病级标准记录病级数,计算病害严重度和生防效果<sup>[5]</sup>。

软腐病分级标准:0 级,健株无病;1 级,植株发病叶片占 1/3 及以下;2 级,植株发病叶片占 1/3 以

上或枝梗发病;3 级,地下茎发病或叶柄发病形成半边风,即植株一边发黄一边腐烂;4 级,全株枯死。

叶斑病分级标准:0 级,健株无病斑;1 级,病斑面积占叶片面积 1%~5%;3 级,病斑面积占叶片面积 6%~15%;5 级,病斑面积占叶片面积 16%~25%;7 级,病斑面积占叶片面积 26%~50%;4 级,病斑面积占叶片面积 51%~100%。

病害严重度 = [Σ(病级株数 × 代表级数)/植株总数 × 最高代表级值] × 100% ;

生物防治效果 = (对照发病率 - 处理防病率)/对照发病率 × 100% 。

## 2 结果与分析

2.1 生防菌剂“宁盾”对茅苍术出苗率和成活率的影响

由表 2 可知,在播种 35 d 后,各处理组的出苗率均不同程度高于对照组,其中多菌灵处理组和

“宁盾”75 L/hm<sup>2</sup> 处理组出苗率较高,分别为 83.06% 和 79.20%,比对照高了 54.62% 和 47.43%。播种后 65 d 和 95 d 的成活率结果显示,多菌灵处理组和 75 L/hm<sup>2</sup> 的“宁盾”处理组在 65 d 的平均成活率较高,分别为 78.33% 和 77.06%;而播种后 95 d 4 种浓度的生防菌剂处理组的平均成活率均大于化学药剂甲基硫菌灵、多菌灵处理组。其中 75 L/hm<sup>2</sup> 浓度的“宁盾”处理组在 95 d 的成活率最高,达 50.24%,比对照组提高了 25.57%。结果表明,生防菌剂“宁盾”和化学药剂均能提高茅苍术的出苗率,但生防菌剂不同程度上更好地维持了植株成活率,其中“宁盾”75 L/hm<sup>2</sup> 处理的综合效果最佳。

2.2 生防菌剂“宁盾”处理(35 d)对茅苍术生长指标的影响

在播种后 35 d 通过 5 点取样法,测量各处理中茅苍术各项生长指标。由表 3 可知,与清水对照相比,生防菌剂“宁盾”处理组的茅苍术在株高、茎粗、叶片数、分蘖数上均有不同程度的提高。其中,

75 L/hm<sup>2</sup> 浓度的生防菌剂“宁盾”处理的茅苍术各方面的促生效果最好,各项生长指标增幅最大,植物的株高、茎粗、叶片数和分蘖数比清水对照组分别增加了 15.16%、22.29%、28.25% 和 29.50%,表明按此浓度施用生防菌剂“宁盾”能发挥较好的促生效果。因此,综合成本和促生效果推荐 75 L/hm<sup>2</sup> 为生防菌剂“宁盾”在茅苍术田间应用的浓度。

表 2 各组处理对茅苍术出苗率和成活率的影响

处理	35 d 出苗率 (%)	65 d 成活率 (%)	95 d 成活率 (%)
甲基硫菌灵	64.59 ± 3.99b	64.59 ± 2.99b	35.24 ± 3.10c
多菌灵	83.06 ± 3.70a	78.33 ± 2.07a	41.78 ± 6.32b
“宁盾”45 L/hm <sup>2</sup>	68.34 ± 3.47b	68.81 ± 2.06ab	45.77 ± 5.34b
“宁盾”75 L/hm <sup>2</sup>	79.20 ± 2.30a	77.06 ± 1.59a	50.24 ± 3.08a
“宁盾”135 L/hm <sup>2</sup>	77.06 ± 0.52a	73.67 ± 1.65a	49.64 ± 4.05a
“宁盾”180 L/hm <sup>2</sup>	66.09 ± 3.55b	67.78 ± 1.51ab	49.34 ± 13.65a
CK	53.72 ± 4.54c	52.48 ± 2.48c	40.01 ± 10.45b

注:数值为平均值 ± 标准差,同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著(P<0.05)。下表同。

表 3 不同处理下茅苍术(35 d)的生长指标

处理	株高 (mm)	茎粗 (mm)	叶片数 (张)	分蘖数 (个)
甲基硫菌灵	125.13 ± 6.31a	2.495 ± 0.083b	10.42 ± 0.66c	1.38 ± 0.12c
多菌灵	111.55 ± 5.5b	2.895 ± 0.146a	11.13 ± 0.75b	1.58 ± 0.20b
“宁盾”45 L/hm <sup>2</sup>	126.14 ± 4.74a	2.763 ± 0.148a	12.20 ± 0.65ab	1.69 ± 0.15ab
“宁盾”75 L/hm <sup>2</sup>	131.42 ± 5.72a	2.996 ± 0.122a	13.62 ± 0.60a	1.80 ± 0.15a
“宁盾”135 L/hm <sup>2</sup>	130.40 ± 5.74a	2.980 ± 0.138a	12.96 ± 0.53a	1.76 ± 0.17a
“宁盾”180 L/hm <sup>2</sup>	129.3 ± 6.98a	2.902 ± 0.136a	12.42 ± 0.57a	1.69 ± 0.17ab
CK	114.12 ± 5.25b	2.450 ± 0.142c	10.62 ± 0.46c	1.39 ± 0.20c

2.3 生防菌剂“宁盾”对茅苍术病害的防治效果

软腐病和叶斑病为茅苍术 2 种常见重要病害,对茅苍术的产量以及品质有重大影响。由表 4 可知,生防菌剂“宁盾”能明显减少茅苍术软腐病和叶斑病的危害,并且防治效果随浓度的升高而先提高后降低。45 L/hm<sup>2</sup> 和 75 L/hm<sup>2</sup> 的生防菌剂“宁盾”对软腐病的防治效果分别为 40.27% 和 61.52%,比甲基托布津的防治效果分别高 11.12 百分点与 32.37 百分点。75 L/hm<sup>2</sup> 和 135 L/hm<sup>2</sup>“宁盾”处理对叶斑病的防效分别达 38.21% 和 22.23%,比多菌灵的防效高 22.42 百分点和 6.44 百分点。综合所得,75 L/hm<sup>2</sup> 的“宁盾”处理对苍术软腐病和叶斑病防治效果最佳。

3 讨论

苍术主要为茅苍术和北苍术[*Atractylodes chinensis* (DC.) Koid Z.],始载于《神农本草经》,苍术性辛、苦、温、归脾、胃、肝经<sup>[6]</sup>。茅苍术以根茎入药,是商品苍术中的上品,具有燥湿健脾、祛风散寒、明目的功效。茅苍术根茎挥发油含量为 3.25%~6.92%,其主要成分为苍术素、茅术醇、β-桉油醇、苍术酮<sup>[7]</sup>等。茅苍术适合生长在丘陵山区半阴半阳的荒坡上,湖北省英山县为全国茅苍术的主产地。茅苍术也是江苏道地中药材资源。

茅苍术在生长过程中容易发生软腐病、叶斑病、轮纹病、枯萎病和白绢病等,本研究主要针对前

表 4 各组处理在茅苍术上的病害防治效果

处理	软腐病病害严重度 (%)	防治效果 (%)	叶斑病病害严重度 (%)	防治效果 (%)
甲基硫菌灵	29.07 ± 3.09ab	29.15	41.72 ± 2.04ab	9.22
多菌灵	34.44 ± 0.84ab	16.05	38.71 ± 4.06ab	15.79
“宁盾”45 L/hm <sup>2</sup>	24.50 ± 3.10b	40.27	37.74 ± 0.78ab	17.90
“宁盾”75 L/hm <sup>2</sup>	15.79 ± 2.53b	61.52	28.40 ± 1.46b	38.21
“宁盾”135 L/hm <sup>2</sup>	30.55 ± 6.85ab	25.54	35.75 ± 2.07b	22.23
“宁盾”180 L/hm <sup>2</sup>	31.77 ± 6.52ab	22.55	40.66 ± 5.79ab	11.54
CK	41.03 ± 2.73a	—	45.96 ± 0.45a	—

2 种病害进行生物防治药效试验。软腐病由胡萝卜软腐欧文氏菌引起,病菌可以在土壤和病残体中越冬,5 月下旬开始发病,气温接近 27 ℃、相对湿度大于 90% 时病情最严重。叶斑病主要由链格孢属真菌引起,在阳光直射或积水低洼的情况下发病严重。一直以来,苍术病害的防治主要靠化学药剂,常用 25% 多菌灵可湿性粉剂稀释 500 倍或 70% 甲基硫菌灵可湿性粉剂稀释 1 000 倍进行叶面喷施,15 d 1 次,连续使用 3~4 次<sup>[8]</sup>,也可以用草木灰、生石灰提前处理土壤。但是化学药剂使用不当容易造成药害,同时对土壤、水资源造成污染,农药残留也会对人畜的健康造成危害。因此,急需一种有效、安全、可靠的生物防治方式来控制这些病害。

根据笔者所在团队前期试验结果,生防菌剂组合“宁盾”对多种作物常见土传病害具有良好的防治效果。生防菌剂“宁盾”中主要有效成分 *Bacillus* sp. AR156 能够同时激发 SA 和 JA/ET 信号通路,诱导植物产生系统诱导抗性 (ISR),来抵御病原微生物的侵染<sup>[9]</sup>。*Bacillus* sp. AR156 对扁豆有促生效果,并能提升果实品质<sup>[10]</sup>。

探索最佳施用浓度一直以来是生防菌剂和微生物肥料在研发到推广使用中的关键环节。曲薇等于 2018 年研究发现,喷施 100 万 CFU/mL 的哈茨木霉对番茄灰霉病、叶霉病的防治效果最好<sup>[11]</sup>;杨晓云等的研究表明,解淀粉芽胞杆菌 B1619 在 4 800 万 CFU/mL 的浓度下对番茄生长的促生作用最大<sup>[12]</sup>;江燕霞等就不同浓度的微生物液体肥料 SP-100 对油菜促生作用进行研究,发现淋施稀释 500 倍的 SP-100 对油菜的综合生长影响最佳<sup>[13]</sup>。本试验探究了不同浓度的生防菌剂“宁盾”对茅苍术出芽率、生长指标的影响和防治病害的效果。出芽率和成活率的统计结果表明,生防菌剂“宁盾”和化学药剂多菌灵均能显著提高茅苍术的出苗率,并

且生防菌剂处理在后期能明显提高植株成活率。其中 75 L/hm<sup>2</sup> 生防菌剂“宁盾”处理效果最佳,茅苍术的成活率与对照组相比提高了 25.57%,并且在该浓度下,生防菌剂“宁盾”对茅苍术的各项生长指标均有明显促进效果,例如茎粗、叶片数和分蘖数分别增加 22.29%、28.25% 和 29.50%。生防菌剂“宁盾”还对茅苍术的软腐病和叶斑病有明显的防治效果,其中 75 L/hm<sup>2</sup> 处理防效最好,对这 2 种病害的防治效果分别为 61.52% 和 38.21%。试验结果说明,生防菌剂“宁盾”提高了茅苍术的发芽率并显著减少软腐病和叶斑病的自然发病率,并能促进植株生长,其中以 75 L/hm<sup>2</sup> 浓度处理的综合效果最佳。因此得出,生防菌剂“宁盾”在提高茅苍术产量与品质有很大潜力,在生产应用中存在广阔的发展前景,可以考虑将生防菌剂“宁盾”登记为防治茅苍术软腐病的生物农药,并且 75 L/hm<sup>2</sup> 为“宁盾”在应用中较为合理的施用浓度。

在本次试验的预期结果中,生防菌剂“宁盾”能促进茅苍术的生长,提高其产量,但是由于试验田地地势低洼,加之遇上梅雨季节,土壤排水能力较差,导致部分植株呼吸作用受阻,根系发育不良,整体成活率低,从而导致这一批茅苍术的产量低。本次试验方案是只针对预期中田间自然发生的软腐病设计,未能考虑到实际发生的叶斑病,因此在处理措施上只采用了灌根处理。在后续试验中,将根据多种苍术重要病害的发生规律设计试验方案:采用随机区组设计来划分各小区;将灌根(土壤)处理和叶片喷施处理相结合;合理选择试验地块,修建排水渠,防止积水情况的发生。

#### 参考文献:

- [1] 邓爱平,李颖,吴志涛,等. 苍术化学成分和药理的研究进展[J]. 中国中药杂志,2016,41(21):3904-3013.

陈小均, 陈 文, 黄 露, 等. 贵州剑河钩藤主要病虫害种类及综合防治[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(12): 84–87.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.12.018

# 贵州剑河钩藤主要病虫害种类及综合防治

陈小均<sup>1</sup>, 陈 文<sup>1</sup>, 黄 露<sup>1</sup>, 杨 仟<sup>2</sup>, 龙明成<sup>2</sup>, 任绣娟<sup>2</sup>, 莫章刑<sup>2</sup>, 何海永<sup>1</sup>, 吴石平<sup>1</sup>

(1. 贵州省农业科学院植物保护研究所, 贵州贵阳 550006; 2. 贵州省剑河县科技局, 贵州剑河 556400)

**摘要:**为明确钩藤在整个生育期的病虫害种类, 并对主要病害提出综合防控措施, 在剑河钩藤主栽区及育苗场进行实地踏查、普查, 并采集标样、分离病原、拍照记录, 详细描述病虫害表现症状, 通过田间试验确定防控技术措施。调查结果表明, 常见的侵染性病害有 8 种, 生理性病害有 3 种, 害虫种类有 7 种。其中以钩藤苗期病害为主, 包括猝倒病、根腐病、灰霉病、立枯病等。害虫主要有蚜虫、潜叶蛾、淡灰瘤象、豆蓝丽金龟子、刺蛾、毒蛾、蝗虫等。并对主要病害提出综合防控技术措施, 其研究结果可为钩藤产业化发展中病虫害识别及防控提供依据。

**关键词:** 贵州剑河; 钩藤; 病虫害; 猝倒病; 综合防控技术

**中图分类号:** S435.671 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)12-0084-04

钩藤 [*Uncaria rhynchophylla* (Miq.) Jacks], 属茜草科植物, 别称钩藤、倒挂刺, 具有较高的药用价值, 具有清热平肝、息风定惊等功效, 主治头痛眩晕、感冒夹惊、降压等病症<sup>[1]</sup>。主要分布于贵州、陕西、安徽、浙江、江西等地。剑河钩藤为贵州省剑河县一种道地中药材, 已获得国家地理标志。当前, 众多学者针对钩藤开展了深入研究, 主要包括有效

成分及检测方法<sup>[2-5]</sup>、医药价值<sup>[6-11]</sup>、种类差异及资源调查<sup>[12-14]</sup>。随着发芽试验<sup>[15]</sup>、育苗及栽培技术<sup>[16-18]</sup>的研究, 助推钩藤人工繁育并推广种植, 种植面积不断扩大, 钩藤病虫害也随之产生。特别是在简易大棚育苗期间的猝倒病、根腐病、灰霉病及小苗移栽大田中的立枯病发生严重, 对钩藤的幼苗培育生产造成巨大影响, 且未见钩藤病虫害综合防控的报道。针对钩藤病虫害的种类笔者于 2013 年至 2016 年进行了系统调查, 结果与杨琳等的报道<sup>[19]</sup>略有差异。为此, 本研究在笔者调查的基础上进行病虫害种类的描述与总结, 并对主要病害种类提出相应的综合防控技术, 旨在为钩藤的病虫害识别和防控作技术支撑。

收稿日期: 2019-07-11

基金项目: 贵州省剑河钩藤产业科技 (编号: 剑科合字[2013]3 号);

贵州省农业委员会项目 (编号: GZCYTX-02)。

作者简介: 陈小均 (1979—), 男, 贵州湄潭人, 硕士, 副研究员, 主要从事植物病理及防治技术研究。E-mail: 240255044@qq.com。

通信作者: 吴石平, 博士, 研究员, 主要从事植物病理及防治技术研究。E-mail: 810631815@qq.com。

[2] 绪 扩. 茅苍术化学成分及药理活性研究[D]. 北京: 北京协和医学院, 2017.

[3] 黄俊斌, 李建洪, 王 沫, 等. 茅苍术主要病害的发生特点及其综合防治技术初控[C]// 全国第六届天然药物资源学术研讨会论文集. 南京: 中国自然资源学会天然药物资源专业委员会, 2004.

[4] 张莹莹, 张 玲, 任美伶, 等. 苍术叶斑病的为害特点调查及药剂筛选试验[J]. 农业开发与装备, 2018, 201(9): 115–116.

[5] 方中达. 植病研究方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.

[6] 钱士辉, 汪六英, 段金殿, 等. 茅苍术化学成分及其生物活性研究进展[J]. 中国野生植物资源, 2006, 25(2): 8–11.

[7] 黄 驰, 徐有贵, 王旭敏. 气相色谱-质谱联用法比较野生与栽培茅苍术挥发油成分[J]. 中国药科大学学报, 1989, 20(5): 289–290.

[8] 徐友贵, 苏筱娟. 茅苍术病害的防治研究[J]. 中药材, 1990(7):

9–11.

[9] 王 宁, 戴相群, 胡 强, 等. 微生物肥料“宁盾”对扁豆的促生效果研究[J]. 园艺与种苗, 2017, 44(2): 195–203.

[10] Niu D D, Liu H X, Jiang C H, et al. The plant growth-promoting rhizobacterium *Bacillus cereus* AR156 induces systemic resistance in *Arabidopsis thaliana* by simultaneously activating salicylate- and jasmonate/ethylene-dependent signaling pathways[J]. Mol Plant Microbe Interact, 2011, 24(5): 533–542.

[11] 曲 薇, 伍 森, 王旭东, 等. 哈茨木霉菌株 WY-1 对番茄的促生防病效果[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(5): 94–96.

[12] 杨晓云, 陈志谊, 蒋盼盼, 等. 解淀粉芽孢杆菌 B1619 对番茄的促生作用[J]. 中国生物防治学报, 2016, 32(3): 349–356.

[13] 江燕霞, 杨建平, 马 宁, 等. 微生物液体肥料 SP-100 对油菜苗期生长和生理生化指标的影响[J]. 山东农业科学, 2009(7): 72–73.