

曾尔玲,任春光,桑维钧,等. 蓝莓枝枯病原菌生物学特性及室内药剂筛选[J]. 江苏农业科学,2018,46(12):79-82.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.12.018

# 蓝莓枝枯病原菌生物学特性及室内药剂筛选

曾尔玲<sup>1</sup>,任春光<sup>2,3</sup>,桑维钧<sup>1</sup>,江艳<sup>1</sup>,丁宜<sup>1</sup>

(1. 贵州大学农学院,贵州贵阳 520025; 2. 贵州省生物研究所,贵州贵阳 550009; 3. 贵州省麻江蓝莓产业工程技术中心,贵州麻江 557602)

**摘要:**为有效防治蓝莓枝枯病,对其病原菌韦斯梅拟盘多毛孢菌(*Pestalotiopsis vismiae*)的生物学特性进行研究,并选用 5 种化学杀菌剂和 1 种生物源杀菌剂进行室内药剂筛选。结果表明,蓝莓枝枯病菌的适宜生长温度为 20~25℃;碳源和氮源分别以蔗糖、酵母膏为宜;全黑暗和全光照比光暗交替条件下菌丝生长略快;在试验浓度下,6 种杀菌剂对病菌菌丝生长均有不同程度的抑菌效果,其中以 400 g/L 氟硅唑乳油的效果最好,其  $EC_{50}$  为 0.002 5 g/L;10% 苯醚甲环唑水分散粒剂、木霉菌 2 亿活孢子/g 可湿性粉剂、25% 溴菌腈乳油、75% 百菌清可湿性粉剂的效果次之,其  $EC_{50}$  分别为 0.023 8、0.040 9、0.070 1、0.105 2 g/L;20% 丁香菌酯悬浮剂的效果最差,其  $EC_{50}$  为 1.050 7 g/L。

**关键词:**蓝莓枝枯病;韦斯梅拟盘多毛孢菌;生物学特性;药剂筛选;抑菌效果

**中图分类号:**S436.639 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)12-0079-03

蓝莓又称越橘,属杜鹃花科越橘属植物,是具有较高经济价值和广阔开发前景的新兴果树树种<sup>[1]</sup>。蓝莓果实营养价值很高,除含有一般的果糖、维生素外,还富含抗氧化成分、花青素、黄酮素等物质<sup>[2-6]</sup>。蓝莓具有抗氧化活性、解除眼睛疲劳、改善视力、增强记忆力、抗癌等作用,在国内外极受欢迎,并已被国际粮农组织列为人类五大健康食品之一<sup>[7-8]</sup>。目前已有关于蓝莓枝枯病的报道,如赵洪海等报道棒状拟盘多毛孢菌(*Pestalotiopsis clavispora*)可引起蓝莓枝枯病<sup>[1]</sup>,金义兰等报道拟茎点霉属(*Phmopsis* sp.)可引起蓝莓枝枯病<sup>[5]</sup>,余磊等报道小新壳梭孢菌(*Neofusicoccum parvum*)可引起蓝莓枝枯病<sup>[9]</sup>,徐成楠等报道葡萄座腔菌(*Botryosphaeria dothidea*)可引起蓝莓枝枯病<sup>[10]</sup>,宫燕伟等报道假可可毛色二胞菌(*Lasiodiplodia pseudotheobromae*)可引起蓝莓枝枯病<sup>[11]</sup>。由此可知,蓝莓枝枯病可由多种病原菌引起。贵州省已有不少地区种植蓝莓,近年来调查发现,贵州省的蓝莓基地常有病害发生,如蓝莓枝枯病的发生相当严重,造成植株顶芽枯死现象,对蓝莓的生产造成较大的影响<sup>[12]</sup>。为了有效防治该病的发生和危害,笔者在病区实地调查,对病原菌的生物学特性进行初步研究,并进行杀菌剂抑菌试验,以期筛选出有效的杀菌剂,为生产中蓝莓枝枯病的综合防治提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 病原菌的分离与鉴定

#### 1.1.1 病原菌的分离 2017 年 5 月从贵州省贵阳市花溪区

收稿日期:2017-09-16

基金项目:贵州省科技重大专项(编号:黔科合重大专项字[2015]6013-2);贵州科学院省级科研专项(编号:黔科院科专合字[2016]04 号);贵州省省院合作计划(编号:黔科院 SY 字[2016]03 号-1)。

作者简介:曾尔玲(1990—),女,贵州遵义人,硕士研究生,研究方向为植物病理学。E-mail:862191798@qq.com。

通信作者:桑维钧,硕士,教授,硕士生导师,主要从事植物病理学方面的研究。E-mail:wjsang@163.com。

马铃乡蓝莓基地采集病害标本,在贵州大学植物病理学实验室于 PDA 培养基上用常规组织分离法进行分离培养<sup>[13]</sup>,在枝梢病部和健康组织交界处剪下 5 mm<sup>2</sup> 的组织,放入 75% 乙醇中消毒 10 s,再用无菌水漂洗 3 次,转至 PDA 培养基中于 25℃ 恒温箱中培养 8 d 后,观察记录菌落的形状、颜色,并在光学电子显微镜下观察分生孢子盘、分生孢子的形态并拍照。

**1.1.2 病原菌形态鉴定** 参照魏景超等的方法<sup>[14-16]</sup>,结合田间新鲜病枝和 PDA 培养基上病原菌的菌落形态和颜色,镜检和描述病原菌的分生孢子盘、分生孢子的形态特点,并进行形态鉴定。

**1.1.3 病原菌的致病力测定** 用 75% 乙醇对健康、未接触过药剂的蓝莓枝条进行表面消毒,再用无菌水冲洗 3 遍后备用。再将分离纯化的菌株用培养皿培养成完整菌落,然后用打孔器打成内径为 0.5 cm 的菌饼,接种于健康蓝莓枝条的枝条和叶片上,保湿培养,每 3 d 观察 1 次发病情况。每个处理 3 次重复,并以清水作对照。

**1.1.4 病原菌分子学鉴定** 将菌株接种于 PDA 培养基中,于 25℃ 恒温箱中培养 6 d 后,收集菌丝体用于 DNA 的提取。DNA 提取方法采用 CATB 法。选取真菌 rDNA-ITS 通用引物 ITS1 和 ITS4,对病原菌基因组 DNA 进行 PCR 扩增。扩增产物经 1% 琼脂糖凝胶电泳检测后,由贵州鑫珑生物科技有限公司进行纯化和测序,测序结果在 NCBI 数据库中进行 Blast 比对分析<sup>[17]</sup>。

### 1.2 病原菌的生物学特征研究

**1.2.1 温度对病原菌菌丝生长的影响** 将病原菌接种在 PDA 培养基上于 25℃ 恒温箱中培养 6 d,用打孔器取直径为 0.5 cm 的菌饼置于 PDA 平板上,于不同温度(5、10、15、20、25、30、35、40℃)下恒温培养 5 d 后,用十字交叉法测量菌落直径。每个处理设 3 次重复。

**1.2.2 光照对病原菌菌丝生长的影响** 将直径为 0.5 cm 的菌饼移至 PDA 平板上,分别在光照、光暗交替、黑暗条件下 25℃ 恒温培养 5 d 后,用十字交叉法测量菌落直径。每个处理 3 次重复。

1.2.3 不同碳源、氮源对病原菌菌丝生长的影响 将直径为 0.5 cm 的菌饼移至分别以葡萄糖、蔗糖、可溶性淀粉、麦芽糖为碳源,以尿素、硝酸铵、酵母膏、牛肉膏为氮源的查氏培养基上,于 25 ℃ 恒温箱中培养 6 d,用十字交叉法测量菌落直径。每个处理 3 次重复。

1.3 室内药剂筛选试验

将待测菌株接种在 PDA 平板上 25 ℃ 恒温培养 6 d。把

供试杀菌剂(表 1)稀释不同倍数,各药剂分别与 PDA 培养基按 1:9 混合均匀后倒入灭菌的培养皿中,制成系列浓度梯度的含药培养基。把已培养好的菌株用 5 mm 打孔器打成菌饼,移到含有药剂的 PDA 平板上,以加入无菌水的平板为 CK,每个处理 3 次重复,培养 6 d 后测量菌落直径,计算抑菌率。计算公式<sup>[18]</sup>为抑菌率 = [(对照菌落直径 - 0.5 cm) - (处理菌落直径 - 0.5 cm)] / (对照菌落直径 - 0.5 cm) × 100%。

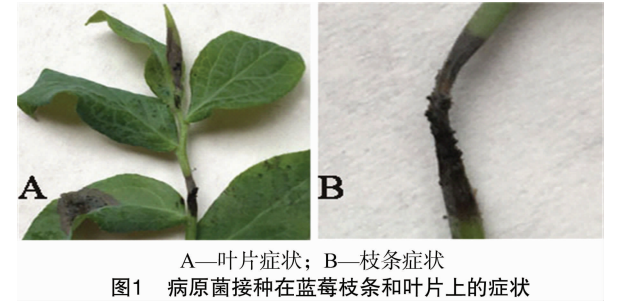
表 1 杀菌剂种类及稀释倍数

杀菌剂	生产厂家	稀释倍数
400 g/L 氟硅唑乳油	广东茂名绿银农化有限公司	18 000、54 000、162 000、486 000、1 458 000
20% 丁香菌酯悬浮剂	吉林省八达农药有限公司	300、600、1 200、2 400、4 800
10% 苯醚甲环唑水分散粒剂	先正达(苏州)作物保护有限公司	4 800、9 600、19 200、38 400、76 800
25% 溴菌腈乳油	江苏托球农化股份有限公司	2 400、4 800、9 600、19 200、38 400
75% 百菌清可湿性粉剂	山西省霍州市绿洲农药有限公司	2 400、4 800、9 600、19 200、38 400
木霉菌 2 亿活孢子/g 可湿性粉剂	山东碧奥生物科技有限公司	2 400、4 800、9 600、19 200、38 400

2 结果与分析

2.1 病原菌形态

健康蓝莓叶片和枝条接种 3 d 后出现病斑(图 1)。经分离纯化,从具典型症状的蓝莓枝条枝梢获得的菌株在 PDA 培养基上 25 ℃ 恒温箱中培养 6 d 后,菌落直径达到 58 mm,菌落呈白色,背面乳白色至淡黄色,10 d 后菌落上出现黑色分生孢子盘,其上产生黑色黏液。产孢细胞无色透明,圆棒状,分生孢子呈纺锤形,直立或稍弯曲,具 4 个隔膜,5 个细胞,顶细胞呈倒锥形,无色,长 3.1~5.0 μm;基部细胞呈倒锥形,无色,长 4.7~5.3 μm;自顶端起第 2、第 3 个细胞为暗褐色,第 4 个细胞为淡褐色,长 15.1~15.5 μm,宽 4.8~5.6 μm;顶端附属丝 2~3 根,长 7.5~14.3 μm;基部附属丝 1 根,长 4.3~6.2 μm(图 2)。根据以上形态学特征初步鉴定该菌为拟盘多毛孢属真菌。



A—叶片症状; B—枝条症状  
图1 病原菌接种在蓝莓枝条和叶片上的症状

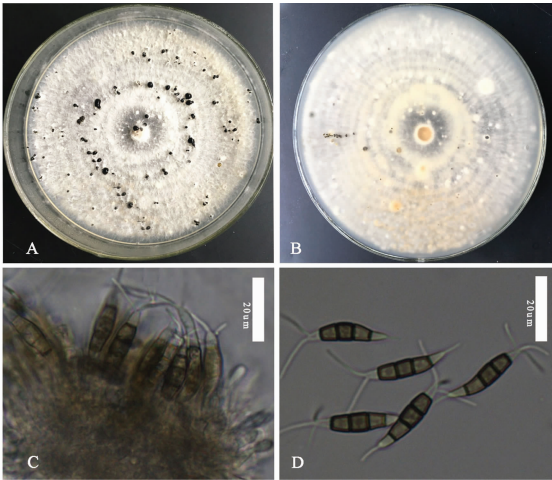
2.2 病原菌分子学鉴定

将病原菌菌株进行 DNA 提取,用通用引物 ITS1、ITS4 进行 PCR 扩增测序,该菌株的序列经比对后与韦斯梅拟盘多毛孢菌(*Pestalotiopsis vismiae*)序列的相似性为 99%。结合形态学鉴定的结果,将该菌株确定为韦斯梅拟盘多毛孢菌。

2.3 病原菌生物学特性

2.3.1 温度对病原菌菌丝生长的影响 由表 2 可知,韦斯梅拟盘多毛孢菌菌丝在 5~30 ℃ 条件下均能生长,20 ℃ 时生长较快,25 ℃ 时菌丝生长最快且最浓密,在 5、10 ℃ 时菌丝生长缓慢且稀疏,35 ℃ 时菌丝几乎不生长。由此可见,蓝莓拟盘多毛孢枝枯病病原菌的较适生长温度范围为 20~25 ℃。

2.3.2 光照对病原菌菌丝生长的影响 研究结果表明,蓝莓



A—PDA培养基上的菌落正面; B—PDA培养基上的菌落背面;  
C—产孢细胞和分生孢子; D—成熟的分生孢子

图2 病原菌的形态特征

表 2 不同温度对菌丝生长的影响

温度(℃)	菌落直径(mm)
5	1.0 ± 0.0e
10	1.0 ± 0.0e
15	27.5 ± 4.2c
20	47.2 ± 2.6b
25	56.5 ± 0.3a
30	17.5 ± 1.0d
35	0e
40	0e

注:同列数据后小写字母不同代表差异显著(P<0.05)。表 3、表 4 同。

拟盘多毛孢枝枯病病原菌在全黑暗条件下培养的菌丝生长速度最快,其次是全光照条件,光暗交替条件下最差。

2.3.3 不同碳源、氮源对病原菌菌丝生长的影响 由表 3 可知,供试的 4 种碳源都能被病原菌利用,但在不同碳源条件下菌丝生长有差异,病原菌在以蔗糖为碳源条件下菌丝生长最快,其次分别是葡萄糖、可溶性淀粉、麦芽糖,它们之间无显著性差异,且以麦芽糖为碳源的培养基上菌丝生长最慢。由此可见,培养蓝莓拟盘多毛孢枝枯病病原菌的最佳碳源为蔗糖。

表 3 不同碳源对病原菌菌丝生长的影响

碳源	菌落直径 (mm)	菌丝生长速率 (mm/d)	菌丝密度
葡萄糖	36.0 ± 1.5b	6.0b	+++
蔗糖	47.7 ± 4.3a	8.0a	+++
可溶性淀粉	35.8 ± 1.2b	6.0b	+
麦芽糖	31.0 ± 1.0b	5.2b	+

注: +++ 表示菌丝浓密; ++ 表示菌丝较密; + 表示菌丝稀疏。  
表 4 同。

由表 4 可知,在 4 种供试的氮源中,以酵母膏为氮源时菌丝生长最快,其次分别是牛肉膏、硝酸铵,在以尿素为氮源条件下菌丝生长速度最慢。由此可见,蓝莓拟盘多毛孢枝枯病菌培养的最佳氮源为酵母膏。

表 4 不同氮源对病原菌菌丝生长的影响

氮源	菌落直径 (mm)	菌丝生长速率 (mm/d)	菌丝密度
尿素	36.0 ± 1.5b	6.0b	+++
硝酸铵	45.2 ± 0.3b	7.5b	+++
酵母膏	62.7 ± 1.4a	10.5a	+
牛肉膏	58.3 ± 0.2a	9.7a	++

2.4 不同药剂对蓝莓枝枯病病菌菌丝生长的抑制作用

由表 5 可知,在试验浓度下,6 种杀菌剂对蓝莓拟盘多毛孢枝枯病菌菌丝生长均有不同程度的抑制效果,其抑菌效果表现为 400 g/L 氟硅唑乳油 > 10% 苯醚甲环唑水分散粒剂 > 木霉菌 2 亿活孢子/g 可湿性粉剂 > 25% 溴菌腈乳油 > 75% 百菌清可湿性粉剂 > 20% 丁香菌酯悬浮剂。

由表 6 可知,6 种药剂对蓝莓枝枯病菌的室内毒力测定,其 EC<sub>50</sub> 表现为 400 g/L 氟硅唑乳油 < 10% 苯醚甲环唑水分散粒剂 < 木霉菌 2 亿活孢子/g (可湿性粉剂) < 25% 溴菌腈乳油 < 75% 百菌清可湿性粉剂 < 20% 丁香菌酯悬浮剂。

表 6 6 种杀菌剂对蓝莓拟盘多毛孢枝枯病菌菌丝生长的回归方程及 EC<sub>50</sub>

杀菌剂	毒力回归方程	EC <sub>50</sub> (g/L)	相关系数
400 g/L 氟硅唑乳油	y = 4.426 5 + 1.475 4x	0.002 5	0.993 6
20% 丁香菌酯悬浮剂	y = 2.931 2 + 0.684 7x	1.050 7	0.899 9
10% 苯醚甲环唑水分散粒剂	y = 3.243 2 + 1.275 4x	0.023 8	0.957 5
25% 溴菌腈乳油	y = 1.959 3 + 1.647 6x	0.070 1	0.994 7
75% 百菌清可湿性粉剂	y = 2.311 6 + 1.329 6x	0.105 2	0.873 6
木霉菌 2 亿活孢子/g 可湿性粉剂	y = 1.448 0 + 2.204 1x	0.040 9	0.987 9

3 结论与讨论

蓝莓枝枯病是蓝莓生产上较为严重的病害之一,严重时会引起蓝莓整株枯萎,造成严重的经济损失。蓝莓枝枯病可由单一的病原菌引起,也可由多种病原菌综合引起<sup>[19]</sup>。韦斯梅拟盘多毛孢菌 (*Pestalotiopsis vismiae*) 只是引起蓝莓枝枯病的病原菌之一,该病原菌属于半知菌亚门真菌,目前对该病原菌的生物学特性和药剂筛选的相关研究较少,且未见用生物源杀菌剂来防治蓝莓枝枯病。本试验选用几种化学杀菌剂和新型的生物源杀菌剂对该病原菌进行了试验研究。

从贵州省贵阳市花溪区马铃乡蓝莓基地采集的标本中,成功分离筛选出了蓝莓枝枯病的致病菌,形态鉴定和分子鉴定结果表明,蓝莓枝枯病病原菌菌株与韦斯梅拟盘多毛孢具有高度同源性(99%),初步鉴定为韦斯梅拟盘多毛孢。本试验对引起蓝莓枝枯病的病原菌进行了生物学特性研究,研究

表 5 不同杀菌剂的室内抑菌作用

杀菌剂	稀释倍数	菌落直径 (mm)	抑菌率 (%)
400 g/L 氟硅唑乳油	18 000	1.00	98.11
	54 000	4.83	90.89
	162 000	11.83	71.70
	486 000	30.33	42.77
	1 458 000	41.00	22.64
20% 丁香菌酯悬浮剂	300	21.00	60.38
	600	22.67	57.23
	1 200	26.33	50.32
	2 400	36.77	30.62
	4 800	33.17	28.62
10% 苯醚甲环唑水分散粒剂	4 800	3.17	94.02
	9 600	14.33	72.96
	19 200	17.67	66.66
	38 400	26.00	50.94
	76 800	32.17	39.30
25% 溴菌腈乳油	2 400	4.83	90.89
	4 800	12.34	76.74
	9 600	20.00	62.26
	19 200	35.33	33.34
	38 400	39.67	25.15
75% 百菌清可湿性粉剂	2 400	3.50	93.40
	4 800	21.17	60.06
	9 600	34.83	34.28
	19 200	35.5	33.02
	38 400	37.33	29.57
木霉菌 2 亿活孢子/g 可湿性粉剂	2 400	1.00	98.11
	4 800	3.00	94.34
	9 600	7.33	86.17
	19 200	25.00	52.83
	38 400	34.17	35.53
CK		53.00	0.00

发现,温度对蓝莓枝枯病病菌菌丝的生长影响较大,在 5 ~ 30 ℃ 内菌丝都能生长,但最适生长温度为 20 ~ 25 ℃;碳源和氮源分别以蔗糖和酵母膏为宜;光照对菌丝生长的影响不大。

本试验选用 6 种药剂对蓝莓枝枯病菌的室内毒力进行测定,EC<sub>50</sub> 是药物安全性指标,旨在说明所选药剂防治蓝莓枝枯病的效果,该值越小说明药剂效果越好,EC<sub>50</sub> 表现为 400 g/L 氟硅唑乳油 < 10% 苯醚甲环唑水分散粒剂 < 木霉菌 2 亿活孢子/g 可湿性粉剂 < 25% 溴菌腈乳油 < 75% 百菌清可湿性粉剂 < 20% 丁香菌酯悬浮剂。400 g/L 氟硅唑乳油效果最好,其 EC<sub>50</sub> 为 0.002 5 g/L;10% 苯醚甲环唑水分散粒剂、木霉菌 2 亿活孢子/g 可湿性粉剂、25% 溴菌腈乳油、75% 百菌清可湿性粉剂的效果次之,其 EC<sub>50</sub> 分别为 0.023 8、0.040 9、0.070 1、0.105 2 g/L;20% 丁香菌酯悬浮剂的效果最差,其 EC<sub>50</sub> 为 1.050 7 g/L。因此,在生产上可以采用新型的生物源杀菌剂来防治此类病害,达到绿色、安全的理念。本试验尚未进行田

尹 升,陈宏州,杨红福,等. 咪鲜胺与丙硫菌唑混剂对玉蜀黍赤霉菌的联合毒力及田间防效[J]. 江苏农业科学,2018,46(12):82-85.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.12.019

# 咪鲜胺与丙硫菌唑混剂对玉蜀黍赤霉菌的联合毒力及田间防效

尹 升<sup>1</sup>, 陈宏州<sup>2</sup>, 杨红福<sup>2</sup>, 吉沐祥<sup>2</sup>, 庄义庆<sup>1,2</sup>

(1. 南京农业大学植物保护学院, 江苏南京 210095; 2. 江苏丘陵地区镇江农业科学研究所, 江苏句容 212400)

**摘要:**为开发防治小麦赤霉病的新型复配菌剂,采用菌丝生长速率法分别测定了多菌灵、三唑酮、咪鲜胺、丙硫菌唑以及咪鲜胺和丙硫菌唑的 5 种配比混剂对抗多菌灵玉蜀黍赤霉菌 R-10 的室内毒力,并进行了小麦赤霉病田间防治试验。结果表明,多菌灵、三唑酮、咪鲜胺、丙硫菌唑以及咪鲜胺和丙硫菌唑配比为 1:6、1:3、1:1、3:1、6:1 的混剂,对 R-10 的  $EC_{50}$  值分别为 1.480 0、13.881 9、0.024 6、0.078 7、0.039 7、0.020 7、0.012 7、0.015 3、0.014 1  $\mu\text{g/mL}$ , 5 种混剂的增效系数分别为 1.508 8、2.454 1、2.952 8、1.941 2、1.936 2,且配比差异与增效作用间有量效负相关性。在 1 年 2 地的田间药效试验中,40% 咪鲜胺·丙硫菌唑可湿性粉剂 750  $\text{g/hm}^2$  对小麦赤霉病的防效均显著优于咪鲜胺、丙硫菌唑单剂及 25% 多菌灵·三唑酮可湿性粉剂 2250  $\text{g/hm}^2$  的防效,并且对小麦安全,开发前景良好。

**关键词:**咪鲜胺;丙硫菌唑;玉蜀黍赤霉菌;联合毒力;田间防效

**中图分类号:** S435.121.4<sup>+</sup>5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)12-0082-04

小麦赤霉病(*Fusarium head blight*, FHB)是由玉蜀黍赤霉

菌[*Gibberella zeae* (Schwein.) Petch] (无性型为 *Fusarium graminearum* Schwabe)引起的,是世界范围内小麦上危害严重的病害<sup>[1-2]</sup>。小麦赤霉病不仅会造成严重的产量损失,还因产真菌毒素而严重威胁食品安全<sup>[3-4]</sup>。小麦赤霉病以化学防治为主,防治的药剂以苯并咪唑类杀菌剂,尤其是多菌灵及其复配制剂为主打药剂。我国自 1992 年首次发现小麦赤霉病菌对多菌灵的抗性菌株以来<sup>[5]</sup>,在药剂的选择压力下,抗性种群的发展与蔓延十分迅速。多菌灵对小麦赤霉病的防效逐年下降,抗性治理的形式变得严峻起来<sup>[6]</sup>。因此,必须调整

收稿日期:2017-01-14

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(15)1001、CX(15)1002]。

作者简介:尹 升(1991—),男,安徽芜湖人,硕士研究生,从事农作物病害抗药性检测与治理研究。E-mail: 2015802181@njau.edu.cn。

通信作者:庄义庆,博士,研究员,主要从事植物保护研究。E-mail: yqzhuang@sina.com。

间试验,室内药剂筛选试验所得到的结果具有一定的局限性,对病害的控制效果最终还须要经过田间试验来检验。

## 参考文献:

- [1] 赵洪海,岳清华,梁 晨. 蓝莓拟盘多毛孢枝枯病的病原菌[J]. 菌物学报,2014,33(3):577-583.
- [2] 石凌波,李 媛,费诺亚,等. 蓝莓拟盘多毛孢叶斑病原菌鉴定[J]. 中国南方果树,2017,46(1):24-28.
- [3] 田小青,黎春刚. 上海郊区蓝莓果园病虫害的调查及防治对策[J]. 江苏农业科学,2012,40(4):147-148.
- [4] 董克锋,岳清华,高 勇,等. 蓝莓枝枯病枝剪口涂抹药剂效果试验[J]. 北方园艺,2016(4):118-119.
- [5] 金义兰,蒋选利,黄胜先,等. 贵州省蓝莓病害种类调查与鉴定[J]. 中国果树,2015(4):80-82,86.
- [6] 陈介甫,李亚东,徐 哲. 蓝莓的主要化学成分及生物活性[J]. 药学学报,2010,45(4):422-429.
- [7] 李亚东. 蓝莓优质丰产栽培技术[M]. 北京:中国三峡出版社,2007.
- [8] 严雪瑞,王 旭,胡梦琼,等. 蓝莓间座壳芽枯病原菌鉴定及其生物学特性[J]. 植物病理学报,2015,45(5):556-560.
- [9] 余 磊,赵建荣,Impaprasert R,等. 蓝莓枝枯病原菌鉴定[J].

植物病理学报,2013,43(4):421-425.

- [10] 徐成楠,王亚南,胡同乐,等. 蓝莓炭疽病病原菌鉴定及致病性测定[J]. 中国农业科学,2014,47(20):3992-3998.
- [11] 宫燕伟,王佳宁,梁 晨,等. 蓝莓枝枯病拮抗细菌 HMQUA140045 的鉴定和抑真菌活性[J]. 农药学报,2017,19(2):195-202.
- [12] 岳清华,高 勇,廖甜甜,等. 6 种杀菌剂对 5 种蓝莓枝枯病原菌的室内毒力测定[J]. 山东农业科学,2015,47(6):101-103.
- [13] 方中达. 植病研究方法[M]. 北京:农业出版社,1979.
- [14] 魏景超. 真菌鉴定手册[M]. 上海:上海科学技术出版社,1979:647-648.
- [15] 张中义,冷怀琼,张志铭,等. 植物病原真菌学[M]. 成都:四川科学技术出版社,1988:337-452.
- [16] 陆家云. 植物病原真菌学[M]. 北京:中国农业出版社,2001:449-533.
- [17] 张颖慧,魏东盛,邢来君,等. 一种改进的丝状真菌 DNA 提取方法[J]. 微生物学通报,2008,35(3):466-469.
- [18] 深见顺一,上杉康彦,石冢皓造,等. 农药实验法(杀菌剂篇)[M]. 李树正,王笃佑,焦书梅,等. 译. 北京:农业出版社,1991.
- [19] 王佳宁,赵洪海,尉莹莹,等. 蓝莓毛色二胞枝枯病的病原菌[J]. 菌物学报,2016,35(6):657-665.