

# 不同化学药剂对苹果轮纹病保护作用 持效期快速测定方法的建立

沈 倩, 胡 同 乐, 曹 克 强

(河北农业大学 植物保护学院, 河北 保定 071000)

**摘 要:**以“富士”品种的苹果幼果和2年生枝条为试材,采用孢子萌发法,建立不同化学药剂对苹果轮纹病菌保护作用持效期的快速检测方法,研究80%代森锰锌可湿性粉剂和80%多菌灵可湿性粉剂在室内外条件下保护作用的持效期。结果表明:采用菌龄为10~15 d的苹果轮纹病菌所产生的孢龄为1~3 d的分生孢子,在28℃恒温黑暗条件下萌发6 h后镜检孢子萌发率为适宜的孢子萌发体系。在室内和室外条件下,2种供试药剂在苹果幼果和2年生枝条上对轮纹病菌的保护作用均随时间的延长而降低,但相同条件下80%代森锰锌可湿性粉剂的保护作用优于80%多菌灵可湿性粉剂。室内条件下,80%代森锰锌可湿性粉剂在幼果和2年生枝条上的保护作用防效高于70%的持续时间为3 d,7 d后的防效仅为30%左右;在室外条件下,80%代森锰锌可湿性粉剂在幼果和2年生枝条上的保护作用随时间延长下降明显,但在幼果表面的防效下降速度显著慢于在2年生枝条表面的下降速度。该方法为快速评价不同化学药剂保护作用的持效期提供了手段。

**关键词:**苹果轮纹病;化学防治;药剂持效期

**中图分类号:**S 432.1;S 48 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)10-0111-05

苹果轮纹病(Apple white rot)又称苹果果腐病、轮纹褐腐病、疣皮病、粗皮病等,是由苹果轮纹病菌<sup>[1]</sup>(*Botryosphaeria dothidea*)引起的对苹果危害较为严重的病害,主要危害苹果树的果实和枝干,导致枝干形成病瘤或粗皮,严重影响树势,果实发病则形成腐烂病斑,丧失商品价值,成为我国当前苹果生产上最为严重的病害之一<sup>[2]</sup>。目前有关苹果轮纹病的报道包括17个省、直辖市,涉及到我国除新疆、西藏的全部苹果主产省份,苹果轮纹病在我国苹果主产区呈现普遍发生态势,并呈逐年上升和西移的趋势<sup>[3]</sup>。

目前,生产上对于苹果轮纹病的防治主要以化学防治和果实套袋保护为主,化学防治研究主要是针对果实、枝干轮纹病的田间防控效果<sup>[4-5]</sup>,或室内毒力测定,尚鲜见对药剂持效期的报道。轮纹病菌分生孢子一旦侵

入成功,很难用直接喷药或涂药的方法进行铲除,所以喷药保护果实和枝干,防止病原菌分生孢子的侵入就成为防治苹果轮纹病的关键。苹果轮纹病的潜育期较长,侵染枝条后需要30 d以上才开始显症<sup>[6]</sup>,果实在幼果期被侵染后的潜育期长达65~150 d<sup>[7]</sup>,因此,直接根据接种后等待自然发病来测定药剂保护作用持效期的周期长,不利于人们对化学药剂做出快速评价。

市场上用于防治苹果轮纹病的保护药剂很多,该试验选择生产上常用药剂80%代森锰锌可湿性粉剂和80%多菌灵可湿性粉剂进行室内和田间试验,前者为保护剂,后者为保护和内吸剂。该研究将测定2种药剂对果实和枝条免受轮纹病菌侵染的保护作用持效期,旨在建立化学药剂持效期的快速测定方法,并检验其可行性和实用性。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

该试验在河北农业大学植病流行与综合防治试验基地进行,选择自然条件下栽培条件均一、无病虫害,肥水管理水平一致的5年生盆栽“富士”品种苹果树。

### 1.2 试验材料

供试药剂:80%代森锰锌(大生 M-45)可湿性粉剂,

**第一作者简介:**沈倩(1988-),女,河北易县人,硕士研究生,研究方向为植物病害流行与综合防治。E-mail:shenqian429@126.com.

**责任作者:**曹克强(1963-),男,博士,教授,研究方向为植物病害流行与综合防治。E-mail:ckq@hebau.edu.cn.

**基金项目:**公益性行业(农业)科技专项资助项目(201203034;200903004);国家苹果现代产业技术体系资助项目(CARS-28)。

**收稿日期:**2015-02-03

陶氏益农农业科技有限公司生产,试验浓度 600 倍液;80%多菌灵可湿性粉剂,江阴市农药二厂有限公司,试验浓度 200 倍液。

供试苹果枝条为“富士”2 年生枝条,果实为生长 60 d 左右的幼果。

供试病原菌:苹果轮纹病病原菌,由河北农业大学植物病害流行与综合防治实验室提供。

### 1.3 试验方法

1.3.1 苹果轮纹病菌分生孢子的获得 于 5 月份苹果疏果期选取直径 2~3 cm、未受病虫危害健康的富士幼果置于 4℃冰箱储存备用。用自来水将幼果洗净并用 70%酒精进行表面消毒。用直径为 6 mm 的打孔器在苹果表面打 2 个圆孔,深度约 3 mm,从 25℃恒温培养 4 d 的轮纹病菌菌落边缘打取 6 mm 菌饼,并将菌饼菌丝面贴近果实受伤组织接种到幼果的打孔部位,然后,将其置于 28℃培养箱中黑光灯照射保湿培养诱导产生分生孢子。用灭菌的接种针将诱导产生的分生孢子角置于无菌水中,即配置成试验所需的孢悬液。

1.3.2 苹果轮纹病菌分生孢子萌发体系的建立 萌发温度的测定:将分生孢子悬浮液 35  $\mu\text{L}$ (浓度为  $1 \times 10^5 \sim 1 \times 10^6$  个/mL,下同)滴于灭菌的载玻片上,放置 8 根灭菌的牙签于直径为 15 cm 的培养皿中,用牙签将载玻片垫起,每个培养皿中放 4 张载玻片,每个玻片上滴 1 滴孢子悬浮液,向培养皿内加入适量的无菌水保湿<sup>[8]</sup>。设置 20、23、25、28、30℃共 5 个温度处理,黑暗条件下保湿培养 1 d,每个处理重复 4 次。每隔 8 h 用显微镜观察 1 次,以 5 点取样法每个处理检查 30 个视野(下同),每个处理总计检查 800 个左右的分生孢子,计算分生孢子萌发率,确定分生孢子萌发的最适培养温度,将此温度定为后续孢子萌发法的测定温度。分生孢子的萌发率(%)=萌发的孢子总数/检查的孢子总数 $\times 100\%$ <sup>[9]</sup>。镜检时间的测定:将分生孢子悬浮液 35  $\mu\text{L}$ 滴于灭菌的载玻片上,置于 28℃恒温培养箱中黑暗保湿培养,分别于 2、4、6、8、10、12、24 h 镜检,测量分生孢子芽管的长度,统计分生孢子萌发率,每个处理重复 4 次。获得分生孢子芽管的伸长动态和分生孢子萌发率开始稳定的时间,确定孢子萌发法的镜检时间。光照条件的测定:设连续光照(6 h)、光暗交替(光照:黑暗=3 h:3 h)、连续黑暗(6 h)3 个不同的光照处理,将分生孢子悬浮液 35  $\mu\text{L}$ 滴于灭菌的载玻片上,置于 28℃光照培养箱(日光灯 40 W)中保湿培养,6 h 后镜检计算分生孢子的萌发率,每个处理重复 4 次。获得分生孢子萌发的最适光照条件,作为孢子萌发法的光照条件。菌龄对分生孢子萌发力的影响测定:于测定前 10、15、23、34 d 分别用 25℃恒温培养 4 d 的苹果轮纹病菌对幼果进行接种,而后将其置于 25℃培养箱中黑光灯照射保湿培养。待接种 10 d 的幼

果表面产生分生孢子角后,用毛笔将各处理幼果表面的分生孢子角清扫干净,并继续置于 25℃培养箱中黑光灯照射保湿培养 1 d 后,用灭菌的接种针将诱导产生的分生孢子角置于无菌水中,获得不同菌龄但孢龄相同的孢悬液,然后,将这些孢悬液均置于 28℃恒温培养箱中黑暗保湿培养,6 h 后镜检计算各菌龄分生孢子的萌发率,确定分生孢子萌发率较高的适宜菌龄,每个处理重复 3 次。孢龄对分生孢子萌发力的影响测定:选取接种 15 d 的苹果幼果,以接种点为中心,均分成 4 个区域,在相应的区域获得产生 1、3、5、7 d 的分生孢子角,到相应的时间后,用灭菌的接种针将诱导产生的分生孢子角置于无菌水中混匀,获得菌龄相同但孢龄不同的孢悬液。然后,将这些孢悬液均置于 28℃恒温培养箱中黑暗保湿培养,6 h 后镜检计算各孢龄分生孢子的萌发率,确定分生孢子萌发率较高的适宜孢龄,每个处理重复 3 次。

1.3.3 药剂保护作用持效期的测定 试验设 2 个药剂处理和 4 个喷药时间处理,共 8 个组合,2 个药剂是 80%代森锰锌可湿性粉剂和 80%多菌灵可湿性粉剂,4 个喷药时间处理分别是接种前 1、3、7、15 d。以清水处理为空白对照(CK),4 次重复。室内条件下测试:7 月下旬在试验基地选择生长一致的富士苹果树 3 株,每株选取 3 个长度、粗细一致的 2 年生枝条,每个枝条标记 15 cm 的长度作为药剂处理的区域,同时每株上选择生长情况基本相同的果实 3 个,将 2 年生枝条和幼果取回室温保存,每种药剂随机处理 4 个 2 年生枝条和幼果。提前 15、7、3、1 d 用小型喷雾器把药液均匀地喷到 2 年生枝条和幼果上,直至有药液流下为止,室内保存。到测定时间后,用直径为 6 mm 的打孔器在 2 年生枝条和幼果上相应的药剂处理区域打取 4 个等面积的组织,置于灭菌的载玻片上,将分生孢子悬浮液滴在组织上,置于 28℃恒温培养箱中黑暗保湿培养,6 h 后检测接种于幼果和 2 年生枝条上分生孢子的萌发率,计算分生孢子萌发抑制率即保护作用防治效果。分生孢子萌发抑制率(%)=(对照分生孢子萌发率-处理分生孢子萌发率)/对照分生孢子萌发率 $\times 100\%$ 。田间条件下的测试:同一时间,在实验基地进行田间条件下的测试。2 年生枝条和幼果的选择方法与室内试验一致,提前 15、7、3、1 d 用小型喷雾器对其分别进行喷药处理,到测定时间后,将药剂处理的 2 年生枝条和幼果取回室内,用直径为 6 mm 的打孔器在 2 年生枝条和幼果上相应的药剂处理区域打取 4 个等面积的组织,按上述方法测定各处理的孢子萌发率并计算抑制率即保护作用防治效果。

## 2 结果与分析

### 2.1 苹果轮纹病菌分生孢子萌发体系的建立结果

2.1.1 萌发温度的确定 由表 1 可以看出,在不同温度下,分生孢子的萌发率存在差异,培养 8、16、24 h 后,

28℃条件下的分生孢子的萌发率最高,故选择 28℃作为孢子萌发法的温度条件。

表 1 温度对苹果轮纹病菌分生孢子萌发率的影响

Table 1 Effect of temperature on conidial germination rate of *B. dothidea*

温度 Temperature/℃	分生孢子萌发率 Conidial germination rate of <i>B. dothidea</i> / %		
	8 h	16 h	24 h
20	46.57±1.68 b	45.96±2.22 b	47.50±6.13 b
23	48.29±3.86 b	45.80±2.59 b	52.10±1.89 b
25	58.16±0.66 b	51.49±0.54 b	61.91±1.35 a
28	61.80±2.40 a	65.09±1.69 a	61.72±1.44 a
30	50.46±3.05 b	52.62±4.49 b	51.30±1.12 b

注:表中数据为平均值±标准误,同列不同小写字母表示在  $P<0.05$  水平上差异显著(Duncan 氏新复极差法)。下同。

Note: The data are mean±SE, different lowercase letters in the same column show significant differences at  $P<0.05$  level by Duncan's new multiple range test. The same below.

2.1.2 镜检时间的确定 由表 2 可知,分生孢子在水中 2 h 开始萌发,2、4、6 h 的分生孢子萌发率差异显著,8、10、12、24 h 和 6 h 分生孢子萌发率无显著差异,即培养 6 h 后分生孢子的萌发率达到稳定状态;2、4、6 h 的分生孢子的芽管的长度小于 200 mm,6 h 后分生孢子的芽管的长度大于 200 mm,当芽管的长度大于 200 mm 时,会出现芽管相互重叠的现象,不利于计数。综合分生孢子萌发率和芽管伸长情况,选择 6 h 作为最佳的镜检时间。

表 2 不同镜检时间对苹果轮纹病菌分生孢子萌发率及芽管长度的影响

Table 2 Effect of different examination time on the conidial germination rate of *B. dothidea* and the length of germ tube

分生孢子萌发时间 Germination time/h	分生孢子萌发率 Conidial germination rate/%	芽管长度 Length of germ tube/mm
2	17.93±1.21 c	21.83±2.71 e
4	39.35±1.55 b	53.72±5.89 e
6	56.66±1.64 a	109.82±6.37 d
8	57.55±1.73 a	229.33±6.35 c
10	57.63±3.84 a	269.33±6.35 b
12	66.51±7.80 a	288.61±5.49 b
24	66.37±2.91 a	459.62±29.12 a

2.1.3 光照条件的确定 由图 1 可知,苹果轮纹病菌分生孢子在连续黑暗条件下的萌发率较光暗交替和连续光照条件下的高,且差异显著。在黑暗条件下分生孢子的萌发率为 76.29%;在光照和黑暗交替条件下分生孢子的萌发率为 46.26%;在连续光照条件下分生孢子的萌发率为 48.02%。表明光线对分生孢子的萌发有抑制作用,选择黑暗培养作为孢子萌发法的光照条件。

2.1.4 菌龄对分生孢子萌发率的影响 从图 2 可以看出,菌龄 10 d 和 15 d 的比 23 d 和 34 d 的分生孢子萌发率高,且差异显著。菌龄 10 d 的分生孢子萌发率为 80.23%,15 d 的为 82.16%,23 d 的为 58.96%,34 d 的

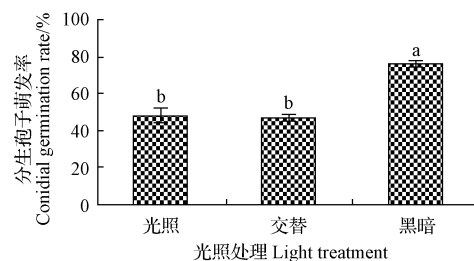


图 1 光照对苹果轮纹病菌分生孢子萌发率的影响

Fig. 1 Effect of light on conidial germination rate of *B. dothidea*

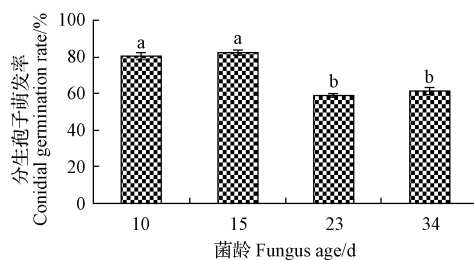


图 2 菌龄对苹果轮纹病菌分生孢子萌发率的影响

Fig. 2 Effect of fungus age on conidial germination rate of *B. dothidea*

为 61.18%。因此,选择接种于苹果幼果的菌龄为 10~15 d 的苹果轮纹病菌进行诱导产孢用于孢子萌发测试能保证较高的分生孢子萌发率。

2.1.5 孢龄对分生孢子萌发率的影响 由图 3 可知,在菌龄为 15 d 的情况下,孢龄为 1 d 和 3 d 的分生孢子萌发率较孢龄为 5 d 和 7 d 的高,且差异显著(图 3)。孢龄为 1 d 的分生孢子的萌发率为 79.07%,3 d 的分生孢子的萌发率为 69.45%,5 d 的分生孢子的萌发率为 43.73%,7 d 的分生孢子的萌发率为 54.72%。因此,选择孢龄为 1~3 d 的分生孢子用于孢子萌发法检测能保证较高的分生孢子萌发率。

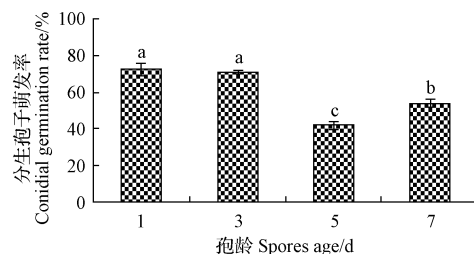


图 3 孢龄对苹果轮纹病菌分生孢子萌发率的影响

Fig. 3 Effect of the spores age on conidial germination rate of *B. dothidea*

2.2 2 种药剂对苹果轮纹病保护作用持效期的测定

2.2.1 室内条件下的测定 从表 3 各处理苹果轮纹病菌分生孢子萌发抑制率的结果可以看出,在室内条件下



2种药剂在果实组织、枝条组织上的保护作用时间存在差异。在果实组织上,80%代森锰锌可湿性粉剂在施药3 d内具有较强的保护效果,7 d后保护作用急剧下降;80%多菌灵可湿性粉剂在喷施3 d后的保护作用较80%代森锰锌可湿性粉剂低,且表现出明显的下降趋势。在离体的2年生枝条上,80%代森锰锌可湿性粉剂与果实上的表现一致,基本上也出现了保护作用下降现象;

表3 室内条件下在不同组织材料上2种药剂对分生孢子萌发的抑制效果

Table 3 Inhibition effect of 2 fungicides against conidial germination on two different materials under indoor conditions

施药时间 The time of spraying	果实 Fruitlets		2年生枝条 Two years of branches	
	80%代森锰锌 WP	80%多菌灵 WP	80%代森锰锌 WP	80%多菌灵 WP
	80% Mancozeb WP	80% Carbendazim WP	80% Mancozeb WP	80% Carbendazim WP
接种前1 d	82.82±0.17 a	57.13±2.41 a	71.92±1.76 a	53.27±7.02 a
接种前3 d	73.10±2.89 b	40.27±3.10 b	72.35±3.23 a	36.07±0.47 b
接种前7 d	31.64±6.46 c	30.98±1.72 c	31.82±7.69 b	10.83±5.05 c
接种前15 d	12.66±3.54 d	4.41±0.62 d	14.73±5.55 c	8.08±7.13 c

2.2.2 田间条件下的测定结果 在7月23日至8月6日的田间试验期间,在接种前1、3 d未出现降雨,在接种前7 d出现了累积4.3 mm的降雨,在接种前15 d出现了累积46.5 mm的降雨。由表4可以看出,在田间条件下的果实组织上,80%代森锰锌可湿性粉剂在使用3 d内的保护效果较好,至7 d后保护效果下降明显。80%多菌灵可湿性粉剂喷施3 d后保护效果下降明显。在2年生枝条上,80%代森锰锌可湿性粉剂在喷施后的各个时段对分生孢子萌发的抑制率均较低,保护作用较差,均显著低于在果实组织上的抑制率;80%多菌灵可湿性

80%多菌灵可湿性粉剂在喷施后3 d后分生孢子萌发抑制率降至36.07%,保护效果较差且下降明显。在室内条件下,同一药剂随时间延长保护作用都有所下降,但在2年生枝条组织上下降明显,在果实组织上下降缓慢,且80%代森锰锌可湿性粉剂药下降程度比80%多菌灵可湿性粉剂大。在不同的组织相同的接种时间上,80%代森锰锌可湿性粉剂的保护作用效果较好。

粉剂在喷施1 d后的分生孢子萌发抑制率仅为34.12%,随时间延长保护效果更差。在田间条件下,同一药剂随时间延长保护作用都有所下降,但在2年生枝条组织上下降明显,在果实组织上下降缓慢,且80%代森锰锌可湿性粉剂药下降程度比80%多菌灵可湿性粉剂大。在不同的组织相同的接种时间上,80%代森锰锌可湿性粉剂的保护作用效果较好,与室内条件下的表现一致,但2种药剂保护作用下降的更为显著,持效期缩短,可能与田间的气象因素有关。

表4 田间条件下在不同组织材料上2种药剂对分生孢子萌发的抑制效果

Table 4 Inhibition effect of 2 fungicides against conidial germination on two different materials under field conditions

施药时间 The time of spraying	果实 Fruitlets		2年生枝条 Two years of branches	
	80%代森锰锌 WP	80%多菌灵 WP	80%代森锰锌 WP	80%多菌灵 WP
	80% Mancozeb WP	80% Carbendazim WP	80% Mancozeb WP	80% Carbendazim WP
接种前1 d	79.82±2.72 a	61.80±0.97 a	49.24±6.24 a	34.12±7.89 a
接种前3 d	67.46±4.67 b	35.67±5.13 b	38.20±7.76 a	31.53±8.41 a
接种前7 d	27.36±1.15 c	26.77±5.19 c	10.46±8.06 b	7.72±5.41 b
接种前15 d	6.00±0.68 d	2.11±1.60 d	7.04±8.93 b	5.40±2.28 b

### 3 结论与讨论

该试验建立的孢子萌发体系,选择的培养温度为28℃,这与王欣等<sup>[10]</sup>关于苹果轮纹病菌分生孢子萌发的最适温度27~28℃报道基本一致。光照和菌龄对苹果轮纹病菌分生孢子萌发率的影响尚鲜见详细报道,该研究发现苹果轮纹病菌分生孢子对光照的要求极为严格,在光照试验中,光照对分生孢子萌发有抑制作用。幼果从接种到产生分生孢子器需要8~10 d,当菌龄长于23 d时,诱导产生的分生孢子的萌发率会降低,可能与幼果中储藏的营养物质减少有关。当孢龄长于3 d时,分生孢子的萌发率也会出现降低的情况,可能是风干的作用降低了分生孢子的萌发率。

该研究所测试的2种药剂,是目前生产上常用的防治苹果轮纹病的杀菌剂。该研究结果表明,80%代森锰

锌可湿性粉剂在室内的果实、2年生枝条上和田间的果实上保护作用时间可持续3 d,与相关的报道基本一致<sup>[11]</sup>;但在田间2年生枝条上的保护效果显著低于在果实上的保护效果,可能与2种器官的表面对于药剂的吸附能力或分布影响不同有关。相比之下,80%多菌灵可湿性粉剂作为内吸治疗性杀菌剂<sup>[12-13]</sup>,主要对菌丝生长和芽管生长表现抑制,所以在该研究的测定中对苹果轮纹病菌孢子萌发的抑制作用较差。因此说明,该研究建立的方法能够测定出药剂对苹果轮纹病菌的保护作用,亦即抑制孢子萌发的作用。

苹果轮纹病菌于春季开始活动,分生孢子随风雨飞溅传播到枝条和果实上。孢子释放的开始时期在5月中旬,5月中下旬出现孢子释放小高峰,6月中下旬至8月中下旬为高峰期<sup>[14]</sup>,因此在苹果落花后的120 d内是

防治苹果轮纹病的关键时期。对于这一时期的苹果轮纹病的防治,应在测报的基础之上,准确及时的用药,来保证防治的有效性。据报道气温高于 20℃,相对湿度高于 75%或连续降雨,雨量达 10 mm 以上时,有利于病菌繁殖和田间分生孢子大量散布及侵入<sup>[10]</sup>,遇水后 1 h 既可以产生芽管,24 h 内分生孢子基本可以完成侵入过程<sup>[15]</sup>。在我国 5—8 月份的温度、湿度和降雨完全适宜于苹果轮纹病的侵染,这一时期若出现 10 mm 以上雨量时,在降雨前 1~3 d 全树喷施 80%代森锰锌可湿性粉剂可以抑制分生孢子侵入寄主组织。

该试验对于 2 种药剂在室内外条件下对于苹果幼果和枝条的保护作用持效期测定结果表明,该研究所建立的基于孢子萌发的快速测定防治苹果轮纹病保护药剂持效期的方法能够测定不同药剂、不同植物组织以及不同的环境条件对于药剂保护作用持效期的影响,是一个具有可行性和实用性的药剂保护作用持效期测定方法,对于其它病害尤其是潜育期较长的病害药效测试具有一定的借鉴作用。

#### 参考文献

- [1] 肖洲烨,李保华,国立耘. 葡萄座腔菌(*Botryosphaeria dothidea*)的有性阶段在我国苹果主产区的发生[J]. 果树学报,2013(6):1005-1010,1109.
- [2] 李保华,王彩霞,董向丽. 我国苹果主要病害研究进展与病害防治中的问题[J]. 植物保护,2013,39(5):46-54.
- [3] 赵增锋,曹克强. 苹果轮纹病害流行研究及防控[J]. 北方园艺,2012(1):127-129.
- [4] 李娜,刘丽,曹克强. 几种化学杀菌剂对苹果轮纹病的药效评价[J]. 果树学报,2009(6):855-859.
- [5] 张高雷,李保华,王彩霞,等. 6 种内吸性杀菌剂对苹果枝干轮纹病的治疗效果[J]. 果树学报,2010(6):1029-1031.
- [6] 周增强,侯琿,冯桂馨,等. 苹果轮纹病枝条侵染时期研究[J]. 果树学报,2006,23(6):843-845.
- [7] 刘克均. 仁果轮纹病·中国农业百科全书植物病理学卷[M]. 北京:中国农业出版社,1996:368.
- [8] 刘振宇,李士竹,陆燕君,等. 梨树腐烂病原菌分生孢子萌发特性的研究[J]. 河北林果研究,1998,13(4):367-371.
- [9] 臧睿,黄丽丽. 苹果树腐烂病菌分生孢子萌发及其影响条件研究[J]. 西北农业学报,2007,16(1):64-67.
- [10] 王欣,张富和. 苹果轮纹病的发生及综合防治技术[J]. 陕西农业科学,2013,59(1):276-277.
- [11] 董金皋. 农业植物病理学[M]. 2 版. 北京:中国农业出版社,2007:246-297.
- [12] 孙景文,马洪艳. 30%多菌灵·戊唑醇悬浮剂防治苹果轮纹病田间药效试验[J]. 现代农药,2008,7(2):55-56.
- [13] 马志强,李红霞,袁章虎,等. 苹果轮纹病菌对多菌灵抗药性监测初报[J]. 农药学报,2000(3):94-96.
- [14] 王培松,刘保友,栾炳辉,等. 苹果轮纹病菌孢子田间释放规律[J]. 湖北农业科学,2011,50(19):3975-3977.
- [15] 李广旭,高艳敏,杨华,等. 轮纹病菌在苹果枝干上侵入途径的扫描电镜观察[J]. 果树学报,2005,22(2):169-171.

## Rapid Method to Evaluating the Protective Duration of Different Fungicides Against *Botryosphaeria dothidea* on Apple

SHEN Qian, HU Tong-le, CAO Ke-qiang

(College of Plant Protection, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000)

**Abstract:** Fruitlets and two years of branches of 'Fuji' apple were used to establish a rapid method based on conidial germination to evaluate the protective duration of different fungicides against apple white rot in this study. And it used the rapid method to measure the protective duration of 80% mancozeb WP and 80% carbendazim WP. The results showed that conidia appearing within 3 days from fruitlets inoculated for 10—15 days were most suitable for testing. The cultivation time was 6 hours at 28℃ in the dark wet environment. Under indoor and field conditions, protective effects of the two fungicides were descend with the extension of time on fruitlet and branch surface, but the duration of 80% mancozeb WP was longer than 80% carbendazim WP under the same the conditions. Under indoor conditions, protection effect of 80% mancozeb WP was higher than 70% for the 3 days on the surface of fruitlets and two years of branches, was only about 30% after 7 days; under field conditions, protective effect of 80% mancozeb WP were descend obviously, but the drop speed on the surface of fruitlets was slower on two years of branches significantly. This rapid method based on conidial germination to measure the protective duration of different fungicides against apple white rot could be used in the future.

**Keywords:** apple white rot; chemical control; effective duration